

Estudo da contaminação microbiológica na Bacia Hidrográfica do Rio Macabu, norte do estado do Rio de Janeiro

Study of microbiological contamination in the Macabu River Basin, north of Rio de Janeiro State

Paula Campos Teixeira^{*}
Virginia Sanches Coelho^{**}
Arthur Travalloni Louvise^{***}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{****}

Resumo

A Bacia Hidrográfica do Rio Macabu (BHRM) tem sofrido diversos impactos socioambientais, sobretudo em função da disposição inadequada de efluentes e da ineficiência da gestão dos recursos hídricos. Nesse estudo foram realizadas saídas de campo para coleta de amostras e análises laboratoriais para avaliar a qualidade da água da região. Observou-se que diversos pontos apresentaram desconformidades com as legislações vigentes, além da degradação do meio ambiente por diminuição da disponibilidade de água, prejuízos à fauna aquática e riscos de transmissão de doenças.

Palavras-chave: Saneamento. Coliformes. Qualidade da Água.

Abstract

The Macabu River Basin (BHRM) has suffered various socio-environmental impacts such as inappropriate sewage disposal and inefficient management of water resources. Field research was done to collect samples which were analyzed in laboratory in order to evaluate the water quality of this region. This study has shown that most of the samples presented irregularities. Environmental degradation, water flow reduction, aquatic fauna mortality, and risk of transmission of diseases were also observed at several points.

Keywords: Sanitation. Coliform. Water Quality.

1 Introdução

A crise hídrica, questão ambiental ampla e atualmente discutida, já afeta diversas regiões do Brasil. Este fato não está relacionado somente à diminuição das taxas pluviométricas, mas também à baixa eficiência da gestão dos recursos hídricos (BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014). Em outras palavras, a escassez também pode decorrer devido a aspectos qualitativos, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade da água que os valores excedem os padrões admissíveis para determinados usos (SETTI et al., 2001).

^{*} Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos Guarus, Campos dos Goytacazes/RJ-Brasil. E-mail: paulac.teixeira@hotmail.com.

^{**} Graduanda em Engenharia Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos Guarus, Campos dos Goytacazes/RJ-Brasil. E-mail: vivi.sanches32@gmail.com.

^{***} Mestrando em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (EQ/UFRJ). Engenheiro Químico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: arthurtravall@hotmail.com.

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

Os lançamentos de efluentes e detritos nos corpos hídricos são fatores que comprometem a qualidade da água (BRASIL, Ministério da Saúde, 2006). A matéria orgânica, quando lançada em algum corpo hídrico sem tratamento adequado, tende a ser degradada gradativamente, de forma natural. Porém, devido ao crescimento populacional desordenado, em diversas regiões do país percebe-se que o volume descartado nos mananciais é superior a sua capacidade de autodepuração. Esse quadro representa, portanto, além da degradação ambiental, um risco para a saúde pública, pois a água nestes casos é um veículo para transmissão de doenças (SETTI et al., 2001).

Neste contexto, o presente trabalho apresenta análises que permitem avaliar a qualidade da água coletada em diversos pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu (BHRM) por meio de análises microbiológicas em laboratório.

2 Descrição da Bacia

A BHRM localiza-se na região Norte do estado do Rio de Janeiro, como pode ser observado na Figura 1, entre as coordenadas 22°05'00'' latitude Sul e 42°10'00'' longitude Oeste. Com aproximadamente 1.108,90 quilômetros quadrados de extensão, abrange sete dos 92 municípios do estado do Rio de Janeiro: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes (PRADO et al., 2004). A Bacia é composta pelo rio Macabu e seus afluentes, sendo os principais: rio Macabuzinho, rio Carucango, Córrego Santa Catarina, entre outros. O rio Macabu nasce nas serras do Macaé e do Macabu a uma altitude de 1.480 metros e deságua na Lagoa Feia, localizada entre os municípios Campos dos Goytacazes e Quissamã (FREITAS, 2013).

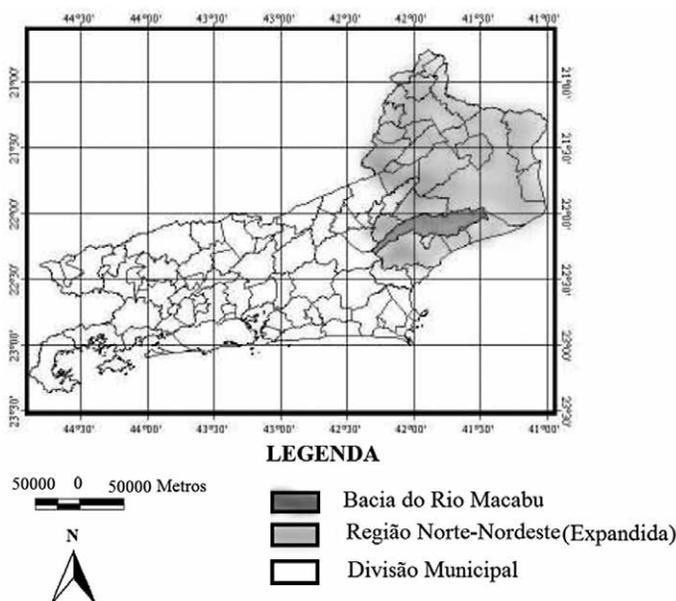


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu

Fonte: Prado et al. (2004)

De acordo com a Resolução CNRH N° 107, a BHRM pertence à Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX). Portanto, atualmente, a BHRM está sob responsabilidade do comitê Baixo Paraíba, cuja função é discutir o uso sustentável e preservação da água da Bacia (RIO DE JANEIRO, 2013; BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2011).

A BHRM sofre diversos impactos que afetam tanto os ecossistemas quanto a população. O primeiro deles é a barragem do rio Macabu, construída trinta quilômetros após sua nascente, entre 1939 e 1952. Essa transposição teve o objetivo de permitir a produção de energia elétrica na Serra de Macaé, porém causou prejuízos como a diminuição da vazão do rio e, conseqüentemente, a redução da disponibilidade de água (FREITAS, 2013).

A disposição inadequada de efluentes é a principal fonte de poluição da região. Os sistemas de esgotamento sanitário só atendem a uma parcela pequena da população e, em diversos pontos, há ocorrência de despejos de esgoto na Bacia. Os efluentes industriais, oriundos de indústrias de laticínios e de beneficiamentos de produtos de origem vegetal da região, também contaminam a BHRM, na medida em que seus componentes podem ser tóxicos para os seres vivos. Além disso, ocorre o uso excessivo de fertilizantes e defensivos nas atividades agrícolas, prejudicando não só quem utiliza essas substâncias mas também consumidores de alimentos e água da região (PRADO et al., 2004). O município de Conceição de Macabu, por exemplo, não possui estação de tratamento de água convencional, ou seja, o tratamento é apenas simplificado, constituindo somente as etapas cloração e fluoretação (IBGE, 2010). Devido ao alto índice de poluição no entorno da cidade, este tipo de tratamento não atende aos parâmetros de qualidade da água para o consumo humano, segundo a Portaria N° 2.914 de 2011.

3 Parâmetros de análises

As bactérias do grupo *coliforme* são amplamente utilizadas como indicadores de contaminação. Mesmo que em sua maioria não apresentem patogenicidade, essas bactérias são consideradas bons indicadores, principalmente porque se encontram em grande proporção nas fezes humanas, possuem uma resistência superior às bactérias intestinais patogênicas e possuem técnicas de detecção em laboratório rápidas e econômicas (VON SPERLING, 2005).

Dentre os principais indicadores de contaminação fecal estão os Coliformes Totais, Coliformes Fecais ou Termotolerantes, e *Escherichia coli*. A presença de Coliformes Totais em um corpo hídrico pode representar tanto a presença de microrganismos intestinais quanto de vida livre, não intestinais. Portanto, não são bons indicadores de contaminação fecal em águas superficiais. Por outro lado, é um bom parâmetro para a análise da eficiência do tratamento de água quanto à remoção dos nutrientes, visto que a água tratada não deve conter coliformes totais. Os Coliformes Fecais ou Termotolerantes são um grupo de bactérias provenientes, em sua maioria, do intestino de humanos e outros animais. O teste é feito em altas temperaturas para a supressão de bactérias não fecais, porém ainda assim algumas bactérias de vida livre (não fecais) podem se manter presentes, não indicando, portanto, uma contaminação exclusivamente fecal. A *Escherichia coli*, no entanto, é a

principal bactéria do grupo de coliformes fecais, originária somente de fezes humanas e de animais. Dessa forma, a *Escherichia coli* está presente principalmente nos esgotos e em águas contaminadas por atividades antrópicas, animais selvagens e pássaros (VON SPERLING, 2005).

4 Metodologia

A metodologia do trabalho consistiu em saídas de campo para coleta de amostras e análise de parâmetros biológicos em laboratório, para detecção de bactérias do *grupo coliforme* como indicadores de contaminação fecal, comparação dos níveis obtidos com valores da legislação e discussão dos resultados.

No decorrer do projeto, foram realizadas cinco saídas, de outubro de 2013 a dezembro de 2014. Os pontos de coleta de água foram determinados a partir de critérios como diversidade física do rio, visto que o mesmo varia em termos de vazão e tipo de solo em seu entorno; proximidade de ocupações urbanas; emissão ou não de esgotos em sua proximidade.

O primeiro ponto, ponto 1 (22°08'22,7''S; 42°05'54,7''O), representa a Represa Sodrelândia e se localiza antes da barragem da Usina Hidrelétrica do Rio Macabu, no sentido nascente-foz. A construção do reservatório, aliada ao baixo índice de chuvas, impediu que o rio seguisse seu percurso natural.

O ponto 2 (22°07'47,19''S; 42°04'42,8''O), Ponte Sodrelândia, localiza-se logo após a barragem, com vazão pequena, onde o rio Macabu recomeça após ter seu curso interrompido.

O ponto 3 (22°05'44,1''S; 41°57'41,7''O) localiza-se no rio Carucango, afluente do rio Macabu. É ponto de captação de água para abastecimento público para a cidade de Conceição de Macabu.

O ponto 4 (22°04'41,35"S; 41°57'42,68"O), Cachoeira Amorosa, localiza-se a alguns metros do encontro do rio Carucango com o rio Macabu. É um ponto turístico, e banhistas desfrutam do local com frequência. Dessa forma, a amostra deste ponto deve estar dentro dos padrões de balneabilidade.

O ponto 5 (22°04'55,35"S; 41°54'05,38"O), Ponte do Rio Macabuzinho, localiza-se no rio Macabuzinho, afluente do rio Macabu. Este ponto tem sua importância devido à proximidade ao bairro Piteira-Conceição de Macabu, região que não dispõe de um saneamento adequado.

O ponto 6 (22°03'11,99"S; 41°52'29,35"O), localizado na Ponte Rio Macabu – Fazenda São João, é o ponto do rio Macabu que sofre os impactos da ocupação urbana Osório Bersot, pertencente ao município de Santa Maria Madalena.

O ponto 7 (22°03'46,26"S; 41°51'35,21"O) encontra-se no rio Macabu, encontro com o rio Macabuzinho. É um ponto de importância para o bairro Rodhia, de Conceição do Macabu.

O ponto 8 (22°05'18,63"S; 41°51'55,93"O) localiza-se no Centro de Macabu. A amostra deste ponto foi retirada de uma torneira no centro de Conceição de Macabu, ou seja, caracteriza a água consumida diretamente pela população, captada no rio Carucango.

O ponto 9 (22°06'09,1" S; 41°49'09,6" O) representa o Córrego Santa Catarina, mais um afluente do rio Macabu. É uma região impactada, pois sofre grande influência antrópica, com a ocupação irregular e construção de represamentos.

O ponto 10 (22°05'10,24" S; 41°44'23" O) localiza-se no rio Macabu, no distrito Macabuzinho. A região é caracterizada pela falta de mata ciliar e influência da população.

O ponto 11 (22°01'40,33" S; 41°31'35,48" O) encontra-se em uma ponte do rio Macabu, na estrada de Quissamã, a aproximadamente 10 km da Lagoa Feia, foz do rio Macabu. O local é caracterizado pelo baixo fluxo de água e intensa proliferação de macrófitas.

A Figura 2 representa o mapa dos pontos de coleta no decorrer da bacia.

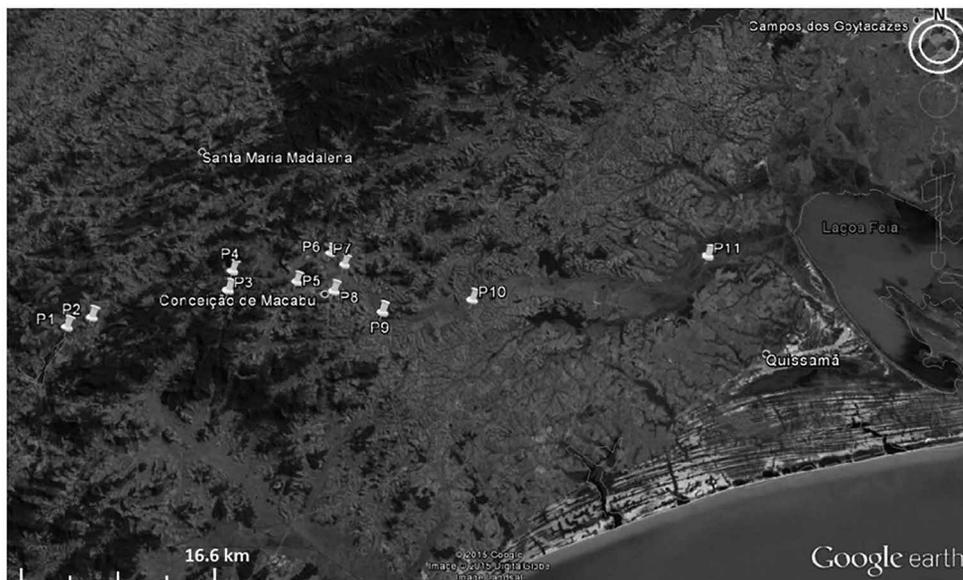


Figura 2: Mapa da região da BHRM com pontos no percurso do rio

Fonte: Google Earth (Acesso em: 5 nov. 2015)

Em cada ponto a amostra foi coletada em um recipiente de vidro de borossilicato de 100 ml esterilizado. As amostras foram armazenadas em baixas temperaturas durante todo o percurso até o laboratório. Em todos os procedimentos, foram utilizadas técnicas para evitar a contaminação das amostras. Após cada saída de campo, as amostras foram encaminhadas para o laboratório Labfoz do Instituto Federal Fluminense *campus* Rio Paraíba do Sul, Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental (UPEA).

A análise microbiológica realizada no laboratório consiste na medida dos coliformes totais e termotolerantes. Para tal medida é utilizado o método Colilert, que no caso dos coliformes termotolerantes, detecta especificamente a presença da *Escherichia coli*. Este método consiste nos seguintes procedimentos:

- adição de reagente Colilert no frasco de 100 mL contendo a amostra;
- homogeneização do reagente;
- despejo da solução em cartelas plásticas previamente esterilizadas próprias para o método;
- selagem das cartelas plásticas com a seladora da marca Idexx;
- armazenamento das cartelas contendo a solução por 24 horas em estufa a 35 °C;

- realização da medida do número mais provável de coliformes totais através da contagem de cúpulas da cartela que apresentam alteração de coloração;
- realização da medida do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes através da contagem de cúpulas da cartela que apresentam fluorescência quando colocadas na reveladora de marca Boitton de luz ultravioleta.

Os pontos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10 e 11 foram avaliados segundo os padrões de qualidade da resolução CONAMA N° 357/05, relacionados aos usos: proteção das comunidades aquáticas; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de ambientes que o público possa vir a ter contato direto; aquicultura; e atividade de pesca. O ponto 4 foi avaliado de acordo com os padrões de balneabilidade descritos na Resolução CONAMA N° 274, de 2000. E, por último, o ponto 8, retirado de uma torneira do centro de Conceição do Macabu, foi avaliado conforme os padrões de potabilidade, segundo a Portaria do Ministério da Saúde N° 2914, de 2011, como segue no Quadro 1.

Legislação	Padrões de Qualidade	
	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Totais
CONAMA N° 274 de 2000	Excelente: < 200 NMP em 100 ml Muito boa: < 400 NMP em 100 ml Satisfatória: < 800 NMP em 100 ml	-
CONAMA N° 357 de 2005	< 1000 NMP em 100 ml	-
Portaria do Ministério da Saúde N° 2914 de 2011	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml

Quadro 1: Padrões de qualidade dos corpos d'água

As metodologias de coleta, armazenamento e análises laboratoriais foram aprovadas nas seções 9060 e 9223b do *Standard Methods* 21th. (APHA, 2005).

5 Resultados e discussão

As águas da BHRM são classificadas como água doce classe 2, de acordo com a Resolução 357 do CONAMA. A partir dessa classificação é possível comparar os resultados obtidos com os valores permitidos nas resoluções.

A Tabela 1 apresenta o resultado das análises microbiológicas de todos os pontos amostrados.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas

Amostras	Saída 1		Saída 2		Saída 3		Saída 4		Saída 5	
	CT	CF								
Ponto 1	>2.419,6	>2.419,6	1.732,9	38,4	>2.419,6	3,1	140,8	7,5	>2.419,6	81,3
Ponto 2	< 1	< 1	>2.419,6	47,3	960,6	76,3	106,3	48,7	>2.419,6	88,4
Ponto 3	<1	< 1	1.413,6	114,5	461,1	60,8	48,7	4,1	75,2	21,6
Ponto 4*	>2.419,6	48,8	>2.419,6	613,1	>2.419,6	28,1	1.732,9	36,8	>2.419,6	83,6
Ponto 5	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	204,6	204,6	>2.419,6	>2.419,6
Ponto 6	1.011,2	260,3	>2.419,6	1.553,1	>2.419,6	686,7	>2.419,6	222,4	>2.419,6	727,0
Ponto 7	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6
Ponto 8**	< 1	< 1	29,5	< 1	>2.419,6	93,3	1.011,2	24,6	721,5	15,6
Ponto 9	>2.419,6	1.986,3	>2.419,6	>2.419,6	>2.419,6	165,0	>2.419,6	686,7	>2.419,6	1.413,6
Ponto 10	>2.419,6	1.203,3	>2.419,6	1.299,7	>2.419,6	1.732,9	158,5	102,2	>2.419,6	1.119,9
Ponto 11	>2.419,6	435,2	>2.419,6	228,2	>2.419,6	49,6	1.986,3	45,7	>2.419,6	96,0

Legenda:

Valores acima dos limites estabelecidos pela legislação

CT Coliformes Totais (NMP)

CF Coliformes Fecais ou Termotolerantes (NMP)

* Segundo padrões de balneabilidade

** Segundo padrões de potabilidade

O ponto 1, localizado na Represa Sodrelândia, apresentou resultados satisfatórios em todas as saídas, exceto na primeira, que atingiu 2.419,6 NMP (número mais provável) de coliformes termotolerantes, em 100 ml de amostra. Este resultado indica que na primeira saída pode ter ocorrido um despejo pontual de efluente doméstico nas proximidades deste ponto, elevando a concentração de bactérias do tipo *Escherichia coli*.

O ponto 2 (Ponte Sodrelândia) e o ponto 3 (rio Carucango) indicaram resultados dentro dos padrões de qualidade de água em todas as saídas de campo.

O ponto 4 (Cachoeira Amorosa), local de atração de banhistas, apresentou valores baixos de coliformes termotolerantes em todas as amostras, de acordo com padrões de balneabilidade, sendo classificada como própria para banho de qualidade satisfatória a excelente, durante o período das coletas.

No ponto 5, localizado do rio Macabuzinho, foram obtidos resultados insatisfatórios, pois 80% das amostras indicaram a concentração máxima de coliformes nas análises.

O ponto 6, localizado no rio Macabu, próximo à comunidade Osorio Bersot em Santa Maria Madalena, teve seus resultados indicando a presença de bactérias termotolerantes somente na segunda saída de campo. O baixo índice de contaminação em relação aos outros pontos é inesperado, devido aos impactos da ocupação urbana na região. Porém, esses resultados podem ser explicados por variações na vazão do rio, facilitando o carreamento dos poluentes e da posição das fontes poluidoras, que podem estar predominantemente a jusante do ponto de análise. Vale lembrar que, mesmo com apenas uma das saídas indicando contaminação nesse ponto, esta situação ainda pode apresentar risco para a saúde da população.

O ponto 7 representou a localidade mais poluída em comparação com os outros pontos, nos dias de coleta. Todas as amostras apresentaram valores máximos de coliformes termotolerantes, ou seja, 2.419,6 NMP, de acordo com o método de análise utilizado. Portanto, a população do bairro Rodhã, de Conceição do Macabu, que utiliza a água neste ponto, tem alto risco de contrair doenças através do consumo de água.

As análises realizadas no ponto 8 foram retiradas de uma torneira localizada no centro da cidade do município de Conceição do Macabu. Os resultados mostraram que em 60% das amostras há presença de coliformes fecais e em 80% há presença de coliformes totais. De acordo com os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde, para o consumo humano o resultado adequado deveria ser a ausência de coliformes fecais (termotolerantes) e totais. A presença de coliformes totais e fecais na água de abastecimento da população não é exclusividade do município de Conceição de Macabu. Um estudo de D'Aguila (2000) apresentou resultados que indicavam contaminação de coliformes e bactérias *pseudomonas* na água ofertada à população do município de Nova Iguaçu.

Os pontos 9, córrego Santa Catarina, e 10, rio Macabu em Macabuzinho, também não estão dentro dos padrões, apresentando índices elevados em 60% e 80% das amostras, respectivamente. São locais impactados pela ação antrópica que necessitam de uma maior atenção dos órgãos competentes para que esse quadro seja revertido.

O ponto 11 está dentro dos limites estabelecidos pela Resolução N° CONAMA 357 em todas as coletas realizadas. Sendo possível, naqueles dias de coleta, seu uso para atividades como abastecimento público após tratamento convencional, recreação aquática, irrigação, proteção das comunidades aquáticas, aquicultura e atividades de pesca.

Em um estudo anterior, Domingos (2008) não encontrou índices de coliformes termotolerantes fora dos limites estabelecidos pela lei no bairro de Piteira, que é muito próximo do ponto 5 do presente trabalho, porém ressaltou o fato de que a localidade não dispõe de um saneamento básico adequado. Em outro estudo, também na BHRM, Freitas (2014) comprovou a situação alarmante da bacia, ao encontrar em seu percurso diversos pontos com índices de coliformes termotolerantes acima da legislação, devido à extensiva emissão de esgoto doméstico.

Um ponto importante que se pode verificar é que o sistema de tratamento de água de Conceição de Macabu, em particular, não está de acordo com o previsto pelas águas classificadas como classe 2, de acordo com o CONAMA 357/05. Segundo essa resolução, para as águas classe 2, as estações de tratamento de água devem ser convencionais, ou seja, compreendendo

as etapas tratamento primário, secundário e terciário, o que não acontece nessa região. Os resultados insatisfatórios das amostras retiradas no ponto 8 (uma torneira no centro da cidade) comprovaram este fato, indicando risco à saúde da população. De acordo com Da Hora et al. (2015), o saneamento inadequado ocorrido em muitos municípios do estado do Rio de Janeiro tem prejudicado ainda mais o quadro epidemiológico, gerando doenças como dengue, diarreia, leptospirose, cólera e esquistossomose.

Resultados semelhantes em relação à contaminação das águas por coliformes totais e termotolerantes em diversos pontos de uma bacia hidrográfica semelhante foram encontrados por Pinto (2009) em estudo da qualidade da água na região do Alto Rio Grande-MG. Nesse estudo a contaminação foi relacionada à pecuária extensiva na região, agravada por práticas de manejo não sustentáveis.

Outra questão importante, observada durante as saídas de campo, foi a diminuição da vazão da Bacia, que contribuiu significativamente para a degradação dos mananciais, aumentando a concentração de poluentes.

6 Considerações Finais

Os resultados das análises reforçam a necessidade de uma atenção maior à questão ambiental e de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Macabu (BHRM). Diversos pontos apresentaram valores fora do permitido pela legislação, significando não só a desconformidade, mas também prejuízos, como degradação do meio ambiente, diminuição da disponibilidade de água potável, degradação da fauna aquática e maiores riscos de transmissão de doenças.

Diante disso, vale ressaltar a importância de um plano de gestão de recursos hídricos específico para a BHRM, assim como medidas de recuperação de mananciais degradados, melhorias nos sistemas de tratamento de esgoto, despejo correto dos efluentes e recuperação de mata ciliar. Essas medidas são fundamentais para garantir a qualidade da água nos mananciais e do abastecimento para a população.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). *Cadernos de capacitação em recursos hídricos*, Brasília, v.1, 66 p., 2011. Disponível em: < <http://www.cbh.gov.br/EstudosTrabalhos.aspx>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas (ANA). *Encarte Especial sobre a crise hídrica*. 2014. 30 p.

BRASIL. Ministério da saúde. *Portaria Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília, 2006. 212 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000*. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

DA HORA, Ariele et al. *Análise da eficiência dos serviços de saneamento básicos nos municípios do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2015.

D'AGUILA, Paulo Soares et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Cad. saúde pública*, v. 16, n. 3, p. 791-798. 2000.

DOMINGOS, Élide Quitete. *Gerenciamento de resíduos associado à gestão de Recursos Hídricos: Levantamento de indicadores de saneamento ambiental para um bairro no município de Conceição de Macabu-RJ*. Campos dos Goytacazes, 2008.

FREITAS, Leonardo Nascimento. *Barragem e Transposição do Rio Macabu: Conflitos Gerados Pelo Uso da Água e a Integração de Bacias Hidrográficas no Gerenciamento de Recursos Hídricos*. 2013.

FREITAS, Leonardo Nascimento. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu. In: SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 4., 2014.

PINTO, Daniel Brasil Ferreira et al. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, Aug. 2009.

PRADO, Rachel Bardy et al. *Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu, RJ*, EMBRAPA. Unidade da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 86p. dez. 2004. ISSN 1517-2627.

RIO DE JANEIRO. Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERHI). *Resolução Nº 107, de 22 de maio de 2013*. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHINº 18 de 08 de nov. 2006.

SETTI, A. A. et al. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001. 207 p.

VON SPERLING, Marcos. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte UFMG, 2005. v.1.