

Monitoramento ambiental da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Macabu através de indicadores físico-químicos

Environmental monitoring of the water quality of Macabu river's hydrographic basin by physical-chemical indicators

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

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo monitorar e avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Macabu, relacionando os valores obtidos com os impactos causados pela ação antrópica na bacia. O estudo foi realizado entre outubro de 2013 e dezembro de 2014, e foram analisados indicadores físico-químicos, tais como oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, pH e sólidos totais dissolvidos, em onze pontos ao longo da bacia. Os resultados demonstraram que a qualidade dos mananciais hídricos avaliados é boa, com exceção do ponto próximo à foz do rio, enquanto a qualidade da água para consumo humano na cidade de Conceição de Macabu se mostrou inadequada de acordo com padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Rio Macabu. Qualidade da água. Indicadores físico-químicos.

Abstract

This work aimed to monitor and evaluate the water quality of the hydrographic basin of the Macabu River and relate the results with the impacts caused by human action in the watershed. The study was carried out from October 2013 to December 2014, and it analyzed physiochemical indicators, such as dissolved oxygen, turbidity, electric conductivity, pH and total dissolved solids, in eleven points along the watershed. Results show that quality of the water sources was good, except for the point close to the river mouth; while quality of the water used for human consumption in the city of Conceição de Macabu was improper according to the standards set by the Health Ministry.

Keywords: Macabu River. Water Quality. Physiochemical Indicators.

^{*} Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense (IFF), *campus* Campos Guarus, Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: v.coelho23@hotmail.com.

^{**} Aluna do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense (IFF), *campus* Campos Guarus, Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: paulac.teixeira@hotmail.com.

^{***} Especialista em Meio Ambiente e Sustentabilidade. Engenheiro químico pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Técnico administrativo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF/Fluminense), *campus* Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: arthurtravall@hotmail.com.

^{****} Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Diretor e professor titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, *campus* Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes/RJ. E-mail: vicentedepaulosantosdeoliveira@yahoo.com.br.

1 Introdução

A água é um elemento essencial para a sobrevivência de todas as formas de vida na Terra. No entanto, a maioria da água doce disponível é utilizada em atividades agrícolas, industriais e domésticas. Foi estimado recentemente que um quinto da água que escoia para o mar é consumido pela humanidade (BAIRD; CANN, 2011).

Todo esse consumo desenfreado e sem controle da água doce disponível é alarmante, pois estima-se que, até 2025, 38% da população mundial viva sob condições de escassez ou falta de água. Esse cenário é ainda mais preocupante se levarmos em consideração que a água doce disponível, que corresponde a apenas 0,1% de todo o volume de água presente no mundo, não é distribuída de maneira homogênea na superfície da Terra (BAIRD; CANN, 2011).

Em termos globais, o Brasil possui uma reserva de água considerável, com aproximadamente 12% de toda a água doce superficial no planeta. Contudo, aproximadamente 81% dessa disponibilidade hídrica se encontra na região norte do país, onde vivem apenas 5% da população brasileira. Já as regiões mais populosas e com maior demanda hídrica detêm apenas 2,7% das reservas de água doce do país (ANA, 2015).

A diferença significativa entre as regiões hidrográficas brasileiras foi ainda mais acentuada com o constante aumento da demanda hídrica em locais muito populosos, a má gestão dos mananciais e a intensa redução dos índices pluviométricos que vem ocorrendo desde 2012 em vários locais do país. A crise hídrica prejudicou substancialmente o abastecimento público em diversas cidades do país, o setor industrial e a produção de energia, uma vez que a energia hidrelétrica corresponde a cerca de 61,7% da matriz energética brasileira (ANA, 2015; ANEEL, 2015).

Tendo em vista a falta de água que nos últimos anos atingiu diversas regiões do Brasil, principalmente as regiões Sudeste e Nordeste, a Agência Nacional de Águas (ANA) publicou no começo de 2015 o Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Nesse encarte são abordadas questões importantes sobre a crise, tais como as causas, as possíveis soluções e as principais regiões e bacias afetadas (ANA, 2015).

No encarte, a ANA aponta algumas ações essenciais para garantir a oferta hídrica. Por exemplo, a valorização do recurso hídrico como um bem público finito, o uso da água de modo racional e sustentável, o investimento em técnicas de reúso da água e infraestruturas com foco na segurança hídrica, e a implementação de ações conservadoras nos mananciais remanescentes (ANA, 2015).

Para implementar uma política de conservação, é preciso conhecer a qualidade do corpo hídrico. Entre as ferramentas que auxiliam na avaliação da qualidade de água estão análises físico-químicas em amostras representativas de água em pontos estratégicos ao longo da bacia. Neste artigo foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. Os valores desses parâmetros nos mostram os impactos ambientais que podem estar afetando a bacia (PRADO; FERRAZ et al., 2004).

2 Parâmetros Físicos

2.1 Turbidez

A turbidez é dada pelo grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Essa redução ocorre devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas, bactérias e plânctons. A turbidez aumenta com a erosão das margens dos rios em períodos chuvosos, além de se intensificar com a remoção da mata ciliar, mau uso do solo e o lançamento de efluentes industriais e domésticos (CETESB, 2009; BRASIL, 2014).

A análise da turbidez da água é de grande importância, já que ela está relacionada com o equilíbrio ecológico das comunidades aquáticas. A disponibilidade de oxigênio em um ecossistema aquático é afetada quando a turbidez é alta, uma vez que ela dificulta a passagem de luz, reduzindo assim a fotossíntese realizada por algas e pela vegetação enraizada submersa. A turbidez elevada também afeta negativamente os usos doméstico, industrial e recreativo da água (VON SPERLING, 2005; BRASIL, 2014).

2.2 Sólidos

A presença de sólidos em um manancial pode estar associada aos parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade, todavia ele é comumente apresentado como uma variável física que altera a qualidade da água. Os parâmetros de sólidos e turbidez são geralmente associados, visto que ambos podem causar danos à vida aquática devido à diminuição da incidência de luz.

Os sólidos também são capazes de reter e decantar bactérias e resíduos orgânicos, promovendo a decomposição anaeróbia no fundo dos rios e a danificação das zonas de desova dos peixes (TRENTIN; BOSTELMANN, 2010; BRASIL, 2014; SCHNEIDER, 2014).

2.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade que a água possui de conduzir a corrente elétrica. Esse valor aumenta em função dos cátions e ânions dissociados no meio; desse modo, quanto mais substâncias dissolvidas, maior será a concentração iônica e, conseqüentemente, maior será a capacidade do meio em conduzir corrente elétrica.

Naturalmente, a condutividade elétrica varia de acordo com as características geoquímicas da região. Todavia, fatores antrópicos, como lançamento de efluentes e poluição difusa podem aumentar os teores de condutividade no corpo hídrico (CETESB, 2009; BRASIL, 2014; SCHNEIDER, 2014).

3 Parâmetros Químicos

3.1 Oxigênio Dissolvido

Segundo Baird e Cann (2011), o oxigênio dissolvido é o agente oxidante mais importante em um ecossistema aquático, posto que os processos de respiração, degradação e ciclagem de materiais são diretamente ligados a esse parâmetro. Para a análise de oxigênio dissolvido é extremamente importante conhecer o ponto de coleta da amostra, pois diversos fatores como vazão, profundidade, salinidade, e a presença de plantas e algas no corpo hídrico interferem na saturação do oxigênio na água (BAIRD; CANN, 2011; BRASIL, 2014).

A saturação do oxigênio na água se eleva com o aumento da vazão e com a diminuição da salinidade. Já o crescimento da matéria orgânica pode diminuir a quantidade de O₂ na água, devido ao aumento da taxa de respiração de microrganismos, ao passo que a proliferação de algas e plantas em corpos hídricos pode desencadear uma produção exagerada de oxigênio através do processo de fotossíntese (JONES, 2011; ANA, 2011).

3.2 pH

A análise do pH indica as condições ácidas, neutras ou alcalinas do meio líquido. O pH quando se encontra em condições ácidas tende a potencializar a solubilização das substâncias, além de retardar a decomposição da matéria orgânica e facilitar a liberação de metais adsorvidos nos sedimentos. Em contrapartida, valores elevados possibilitam a decantação de metais. A atividade fotossintética aumenta o pH, por isso a proliferação de algas pode estar associada a ambientes com pH alcalino. Dessa forma, o pH deve estar próximo da neutralidade para que o ecossistema aquático se mantenha em equilíbrio (VON SPERLING, 2005; BRASIL, 2014; SCHNEIDER, 2014).

O pH na água pode se alterar por diversos fatores, tanto naturais quanto antrópicos. A dissolução de rochas e o processo de fotossíntese são exemplos de fatores naturais que causam alteração no pH, enquanto despejos domésticos e industriais em corpos d'água são fatores antrópicos que acarretam a variação do pH da água (VON SPERLING, 2005; BRASIL, 2006).

3.3 Caracterização da área estudada

A Bacia Hidrográfica do rio Macabu se localiza na região norte do Estado do Rio de Janeiro entre as coordenadas 22°05'00" latitude sul e 42°10'00" longitude oeste. Compreende aproximadamente 1.058,10 quilômetros quadrados e abrange sete municípios, entre eles: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, Santa Maria Madalena e Trajano de Morais. (PRADO, FERRAZ et al., 2004; INEA, 2014)

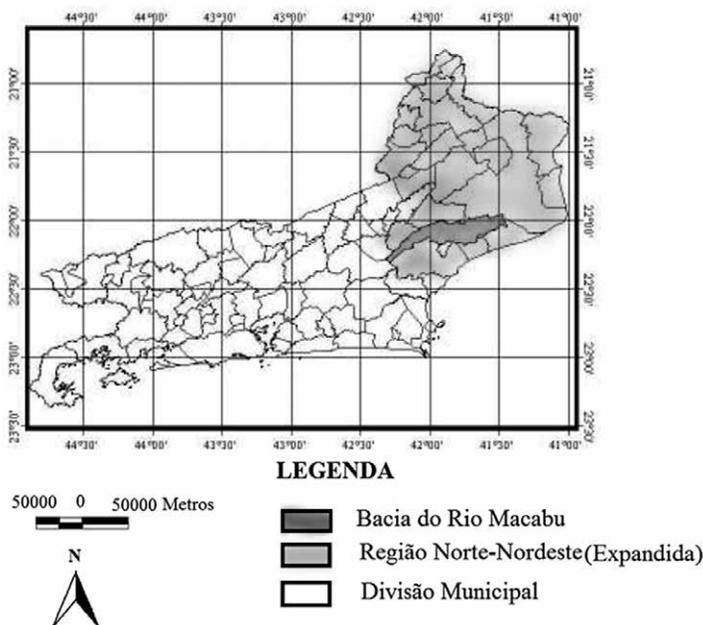


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Macabu no Estado do Rio de Janeiro

Fonte: Embrapa Solos, 2004.

O rio Macabu percorre cerca de 120 quilômetros desde sua nascente na Serra de Macaé, no município de Trajano de Moraes, até a sua foz na Lagoa Feia. Porém, o curso normal do rio é interrompido com a barragem da Usina Hidrelétrica de Macabu (PRADO; FERRAZ et al., 2004).

Construída na década de 50, a barragem se localiza em Sodrelândia, a 40 quilômetros da nascente, e possui cerca de 11 km de comprimento e 500 m de largura. A represa possibilita a transposição das águas do rio Macabu para o rio São Pedro, que faz parte da bacia do rio Macaé, através de um túnel de cerca de 5 quilômetros (ICMBio, 2007; FREITAS, 2013).

Atualmente, com a produção de energia drasticamente reduzida, é possível observar que a construção do reservatório gerou mais impactos econômicos e ambientais negativos do que positivos. Um dos impactos ambientais dessa obra é que o rio praticamente seca por cerca de 5 quilômetros a jusante da represa, pois a água não verte da barragem há vários anos. O sistema hídrico da Lagoa Feia, o maior sistema lagunar do litoral fluminense, também foi prejudicado com a diminuição de vazão do rio Macabu, uma vez que esse rio é o principal responsável pelo volume de água doce da Lagoa Feia (PRADO; FERRAZ et al., 2004; ICmBio, 2007).

Além da construção da barragem, a bacia do Macabu sofre outros impactos ambientais negativos oriundos da ação antrópica, tais como a retirada da cobertura vegetal, que acelera o processo erosivo, a disposição inadequada dos efluentes domésticos e industriais e o uso indiscriminado de pesticidas e fertilizantes (PRADO; FERRAZ et al., 2004).

Essas interferências antrópicas afetam diretamente a quantidade e a qualidade dos mananciais hídricos da bacia. Por isso é de extrema importância o monitoramento e gestão da qualidade dos corpos hídricos que compõem a bacia, de modo a garantir qualidade de vida para a atual e futura geração.

3.4 Pontos de Coleta

Os pontos para a coleta das amostras foram escolhidos a partir de critérios como: diversidade física, locais próximos a áreas rurais e aglomerados urbanos e industriais. A tabela a seguir mostra a localização dos pontos e suas principais características.

Tabela 1: Caracterização dos pontos de coleta (continua)

Pontos	Localização	Coordenadas	Descrição
1	Represa Sodrelândia	22°08'22,7"S 42°05'54,7"O	Localizado na barragem construída para a usina hidrelétrica do rio Macabu. Apresenta algumas residências em seu entorno e possui mata ciliar parcialmente preservada. A análise neste ponto é de grande importância, uma vez que houve uma mudança drástica na fisionomia do rio com a construção do reservatório.
2	Ponte Sodrelândia	22°07'47,19"S 42°04'42,8"O	Localizado a 2,39 km a jusante do ponto 1, é o local onde o rio Macabu recomeça após ter seu curso interrompido com a construção da barragem. Neste ponto, a vazão é muito reduzida e não apresenta mata ciliar remanescente.
3	Rio Carocango	22°05'44,1"S 41°57'41,7"O	Localizado no rio Carocango, este ponto foi escolhido por ser o local de captação de água para abastecimento público para a cidade de Conceição de Macabu. Este ponto apresenta mata ciliar preservada.
4	Cachoeira Amorosa	22°04'41,35"S 41°57'42,68"O	Localizado na cachoeira Amorosa é um ponto de balneabilidade com forte apelo turístico na região. A cachoeira Amorosa apresenta grande interferência antrópica, já que recebe, principalmente nos finais de semana, um número considerável de turistas. A mata em seu entorno mantém-se preservada.
5	Rio Macabuzinho - Ponte da Piteira	22°04'55,35"S 41°54'05,38"O	Localizado no rio Macabuzinho, um dos afluentes do rio Macabu, o ponto é próximo ao bairro Piteira na cidade de Conceição de Macabu. A análise deste ponto é importante dado de que a região não possui condições adequadas de saneamento básico, despejando os efluentes indevidamente no rio Macabuzinho. Este ponto possui mata ciliar parcialmente preservada.

Tabela 1: Caracterização dos pontos de coleta (conclusão)

Pontos	Localização	Coordenadas	Descrição
6	Rio Macabu- Ponte de Ozório Bersot	22°03'11,99"S 41°52'29,35"O	Se localiza no rio Macabu próximo ao centro urbano Osório Bersot, que pertence ao município de Santa Maria Madalena.
7	Encontro do rio Maccabu com o rio Macabuzinho	22°03'46,26"S 41°51'35,21"O	Localizado no encontro entre o rio Macabu e Macabuzinho próximo ao bairro Rodhia em Conceição de Macabu. Esta região também não possui condições adequadas de saneamento básico. Este ponto possui mata ciliar parcialmente preservada.
8	Centro de Conceição de Macabu	22°05'18,63"S 41°51'55,93"O	Este ponto corresponde a uma torneira no centro de Conceição de Macabu. A cidade de Conceição de Macabu não dispõe de um serviço de tratamento de água adequado, e a população utiliza uma água fora dos padrões estabelecidos pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.
9	Rio Santa Catarina	22°06'09,1"S 41°49'09,6"O	Localizado no rio Santa Catarina, um afluente do rio Macabu, um rio extremamente impactado devido à ocupação antrópica intensa e desordenada. No curso deste rio foram construídos diversos represamentos indevidos, que provocaram a alteração do curso do rio, a diminuição da sua vazão e o aumento da concentração de poluentes. A mata ciliar não foi preservada.
10	Rio Macabu - Ponte em Macabuzinho	22°05'10,24"S 41°44'23"O	Localizado no rio Macabu próximo ao distrito de Macabuzinho. A análise deste ponto visa avaliar o reflexo da ocupação humana desse distrito. Este ponto não possui mata ciliar preservada.
11	Rio Macabu - Próximo a Foz	22°01'40,33"S 41°31'35,48"O	Localizado a aproximadamente 10 km a montante da foz do rio Macabu na Lagoa Feia. Neste ponto ocorreu uma proliferação de macrófitas e quase não é possível enxergar o curso d'água. Neste ponto, nota-se a ausência de mata ciliar.

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

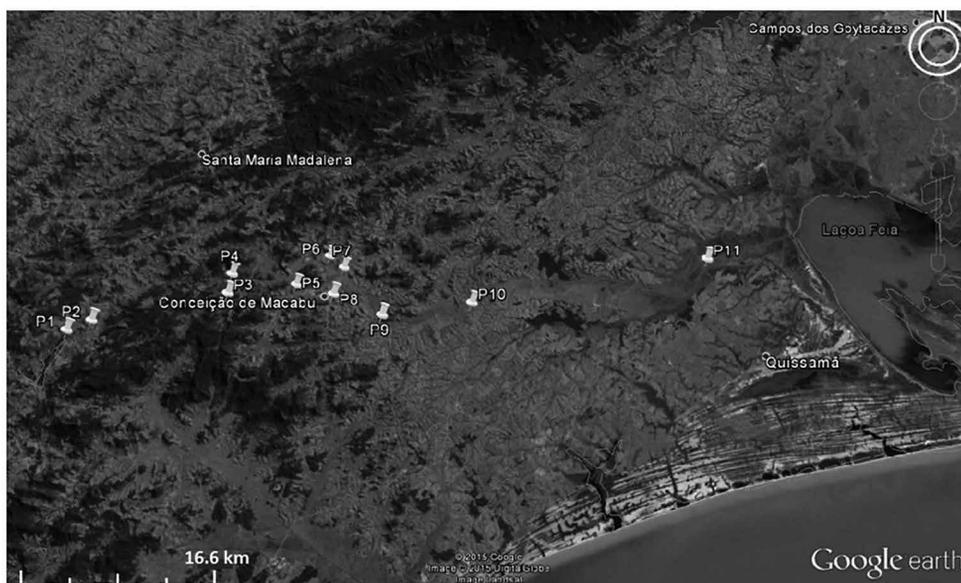


Figura 2: Localização dos pontos de coleta ao longo da bacia do Rio Macabu

Este trabalho teve como objetivo avaliar a gestão de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Macabu e mensurar a degradação gerada pela atividade antrópica da região através da análise da qualidade da água dos corpos hídricos da bacia.

| 24 |

4 Metodologia

O presente estudo foi realizado durante a vigência do projeto de iniciação científica da CNPq “Avaliação ambiental e da gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Macabu”, e a metodologia utilizada neste projeto consiste em coleta de amostras de água em onze pontos e análise laboratorial de indicadores físico-químicos das amostras coletadas. Os parâmetros analisados em laboratório foram: Oxigênio Dissolvido (mg/L), Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L), Turbidez (NTU), Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e Potencial Hidrogeniônico (adimensional).

4.1 Coleta das Amostras

As cinco saídas para coleta de amostras ocorreram entre outubro de 2013 e dezembro de 2014 (Tabela 2). As saídas começavam às 8 da manhã e terminavam por volta das 5 da tarde. Em todas as saídas o tempo foi ensolarado, sem chuvas e com poucas nuvens.

Tabela 2: Datas das saídas realizadas

Saída	Data
1	08/10/2013
2	17/02/2014
3	09/04/2014
4	24/09/2014
5	17/12/2014

A água era coletada na superfície do corpo hídrico e era despejada em garrafas plásticas com capacidade de armazenamento de 500 ml, que eram adequadamente identificadas de acordo com o local de coleta da amostra. Até a chegada ao laboratório, as amostras foram armazenadas em um cooler refrigerado. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul (LabFoz), do *campus* Rio Paraíba do Sul (UPEA).

5 Resultados

De acordo com o artigo 42 da resolução 357 do CONAMA, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2. As águas de classe 2 são destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n.º 274, de 2000;
- 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
- à aquicultura e à atividade de pesca.

Como o rio Macabu ainda não possui um enquadramento, os valores encontrados em laboratório foram comparados com os limites correspondentes para água doce classe 2.

Os resultados das cinco campanhas são mostrados nas tabelas abaixo:

5.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

Tabela 3: Oxigênio Dissolvido, em mg/L

(continua)

Oxigênio Dissolvido, em mg/L					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
1	9.70	-	8.90	7.87	10.43
2	-	-	8.70	3.27	9.70
3	-	-	9.30	7.60	9.87

Tabela 3: Oxigênio Dissolvido, em mg/L

(conclusão)

Oxigênio Dissolvido, em mg/L					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
4	9.20	-	9.00	7.60	10.70
5	9.50	-	8.80	6.97	10.10
6	9.70	-	8.60	7.53	8.63
7	8.60	-	8.70	7.20	8.40
8	9.00	-	10.20	7.43	10.13
9	9.60	-	9.00	6.70	7.77
10	9.60	-	8.90	6.50	9.20
11	-	-	8.50	4.87	5.87
Limite estabelecido pelo CONAMA: Superior a 5 mg/L					

Na maioria das análises, esse índice se manteve superior a 5 mg/L como estabelece a resolução 357 do CONAMA, exceto nas amostras coletadas nos pontos 2 e 11 na saída 4, como mostra a tabela. O valor fora do limite encontrado no ponto 2 pode ser explicado pela baixa vazão no ponto coletado, que corresponde ao ponto que o rio recomeça a jusante da barragem, enquanto o valor encontrado no ponto 11 pode ser explicado pela grande quantidade de matéria orgânica oriunda dos efluentes descartados indevidamente nos afluentes do rio, uma vez que esse ponto situa-se próximo a foz do rio, estando sujeito à carga poluente drenada em toda a bacia. Nas campanhas 3 e 5, os índices de OD no ponto 11 não ficaram acima dos valores permitidos pela resolução 357 do CONAMA, porém esses valores foram os menores encontrados se comparados com os outros pontos (CONAMA, 2005).

Dos 11 pontos analisados, as amostras que apresentaram os resultados mais satisfatórios foram as amostras do ponto 1, que corresponde à represa Sodrelândia. Os dados encontrados são semelhantes a um estudo realizado em 2014 na represa Dr. João Penido em Juiz de Fora (MG), que mostra que os níveis de OD na barragem são melhores do que nos afluentes do rio. Os índices de OD nas águas superficiais das barragens, apesar da diminuição da turbulência e do encachoeiramento, algo que potencialmente pode reduzir a reoxigenação do meio, são maiores devido ao incremento da atividade fotossintética nas represas causada pela redução da turbidez e dos sólidos suspensos (VON SPERLING, 2009; BUCCI; OLIVEIRA, 2014).

5.2 Sólidos Totais Dissolvidos

Tabela 4: STD, em mg/L

Sólidos Totais Dissolvidos, em mg/L					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
1	20.47	15.68	14.12	15.11	14.49
2	-	33.17	33.10	31.48	31.89
3	-	16.00	43.49	16.81	14.41
4	17.92	16.82	21.82	23.91	19.69
5	25.11	19.53	32.63	24.09	23.48
6	23.95	17.88	23.62	26.36	21.43
7	25.17	17.65	16.77	28.69	25.62
8	46.62	22.22	30.08	19.33	16.12
9	27.53	23.53	27.74	28.37	27.38
10	28.95	21.32	30.40	31.67	26.35
11	39.72	43.83	45.23	35.75	24.55
Limite estabelecido pelo CONAMA: Inferior a 500 mg/L					

| 27 |

A resolução 357 do CONAMA estabelece um limite máximo de 500 mg/L para sólidos totais dissolvidos. Em todas as amostras, os valores para sólidos totais dissolvidos foram inferiores aos limites estabelecidos. Os valores das amostras do ponto 8, que corresponde à água para consumo humano, foram comparados com a Portaria 2914 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o padrão de potabilidade da água para consumo humano. A portaria estabelece o limite máximo de 1000 mg/L de sólidos totais dissolvidos para água de consumo humano. Em todas as campanhas esse valor se manteve bem abaixo do limite permitido.

Os menores valores de STD correspondem ao ponto da represa Sodrelândia. Esse mesmo resultado pode ser observado no estudo: Qualidade da Água do Rio Macabu e Aspectos Socioeconômicos Ambientais e de Saúde Pública (FREITAS, 2014). Neste estudo, foi realizada uma única amostragem e o menor valor de STD correspondeu ao ponto referente à represa de Sodrelândia. Isso mostra que o represamento do curso do rio forçou um processo de decantação e assim diminui os teores de STD no corpo hídrico (VON SPERLING, 2009).

5.3 Potencial Hidrogeniônico

Tabela 5: pH

Potencial Hidrogeniônico					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
1	7.17	8.03	7.85	7.78	8.36
2	-	6.82	6.59	6.39	6.07
3	-	7.40	7.36	7.49	7.09
4	7.14	7.56	7.10	8.03	7.57
5	7.02	6.79	7.14	7.23	6.87
6	7.06	6.73	7.08	7.38	6.79
7	6.98	7.22	7.34	7.15	6.82
8	6.97	6.93	7.18	7.46	7.03
9	7.14	6.90	7.16	7.35	7.20
10	7.32	6.64	6.79	7.17	6.82
11	6.75	6.27	6.43	6.69	6.16

Limite estabelecido pelo CONAMA: Entre 6 e 9

Tanto a resolução 357 do CONAMA quanto a Portaria 2914 do Ministério da Saúde estabelecem que o pH das águas deve estar entre 6 e 9. Em todas as amostras o padrão se manteve dentro do limite estabelecido.

Em todos os pontos o pH se manteve próximo à neutralidade, que é um fator essencial para o bom funcionamento do ecossistema aquático. Todavia, de todos os pontos analisados, o ponto 11 obteve os menores valores de pH. Os valores relativamente baixos de pH podem ser explicados pela quantidade de carga orgânica presente nesse ponto, que está propenso a acumular parte da carga de poluentes drenada em toda a bacia, inclusive matéria orgânica dissolvida e particulada. Os microrganismos decompositores liberam CO₂ em seu processo respiratório. O CO₂ liberado reage com a água produzindo ácido carbônico e diminuindo assim o pH da água (VON SPERLING, 2005).

5.4 Turbidez

Tabela 6: Turbidez, em NTU

(continua)

Turbidez, em NTU					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
1	2.60	3.70	2.17	1.87	2.20
2	-	1.70	2.63	9.50	2.28
3	-	0.60	1.03	0.34	1.56
4	0.35	6.20	2.70	0.71	3.17
5	1.04	6.30	5.00	5.17	10.13

Tabela 6: Turbidez, em NTU

(conclusão)

6	2.30	10.40	6.00	6.17	11.30
7	4.40	6.30	1.72	5.27	10.70
8	4.10	10.40	6.03	0.85	1.38
9	2.30	14.00	7.67	4.47	6.17
10	3.00	18.80	8.00	5.50	11.40
11	4.70	12.70	5.17	4.03	6.90
Limite estabelecido pelo CONAMA: Inferior a 100 NTU					
Limite estabelecido pelo Ministério da Saúde: Inferior a 5 NTU					

A resolução 357 do CONAMA estabelece que a turbidez não deve ultrapassar o valor de 100 NTU para corpos hídricos de água doce classe 2. Em todas as amostras, exceto na amostra 8, que não foi comparada com os valores da resolução, a turbidez foi inferior aos limites estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA.

A Portaria 2914 do Ministério da Saúde fixa o limite máximo de 5 NTU para turbidez de águas para consumo humano. Na amostra 8, que foi coletada em uma torneira no centro de Conceição de Macabu, os valores obtidos nas campanhas 3 e 4 foram maiores do que o limite permitido pela Portaria.

O município de Conceição de Macabu não possui um sistema de tratamento de água adequado, sendo realizado apenas o processo de cloração, portanto a qualidade da água consumida pela população é praticamente igual à qualidade da água do ponto de captação de água no rio Carocango, que corresponde ao ponto 3. Os resultados obtidos mostraram que o rio Carocango está dentro dos padrões estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA. Contudo, como pode ser observado na tabela, ocorreu um aumento da turbidez do ponto 3 para o ponto 8. Logo, ocorreu um decaimento da qualidade da água mesmo após o tratamento. A falta de um tratamento de água convencional e a má condição na tubulação e reservatórios são possíveis explicações para a diferença na qualidade da água captada para a água que é consumida. A ONG SOS Mata Atlântica também realizou a análise de uma amostra de água do rio Carocango em setembro de 2014 e concluiu que a qualidade da água nesse ponto é boa, pois o local está inserido em uma Área de Proteção Ambiental (FELIX; VOIDELLA; STOPPA, 2014).

5.5 Condutividade elétrica

Tabela 7: Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}/\text{cm}$

(continua)

Condutividade Elétrica, em $\mu\text{S}/\text{cm}$					
Local	Saídas para coleta de amostras				
	1	2	3	4	5
1	41.38	31.75	28.62	30.08	28.53
2	-	69.09	66.29	60.24	63.06

Tabela 7: Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}/\text{cm}$ **(conclusão)**

3	-	33.03	32.99	32.33	28.56
4	34.81	33.93	45.02	45.83	37.99
5	49.17	38.60	49.71	46.90	45.70
6	47.41	36.57	49.05	49.80	40.88
7	50.59	35.11	34.25	54.69	49.21
8	91.71	45.14	62.58	37.11	31.52
9	54.62	46.77	54.56	54.32	52.87
10	57.20	43.30	54.56	61.62	51.28
11	78.59	87.13	91.26	64.39	47.70
Limite estabelecido pela CETESB: inferior a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$					

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) estabelece que níveis de condutividade elétrica superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. Em todas as amostras os valores foram menores do que o limite estabelecido pela CETESB. Tanto a resolução 357 do CONAMA quanto a portaria 2914 do Ministério da Saúde não estabelecem limites para índices de condutividade elétrica.

30 | 6 Conclusão

Diante dos dados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- A qualidade dos corpos d'água analisados foi, no geral, aceitável.
- O ponto 11 apresentou os piores índices de qualidade, enquanto o ponto 1 apresentou os melhores.
- A água para consumo humano se mostrou inadequada, pois a turbidez, nas análises das campanhas 2 e 3, não está dentro dos padrões fixados pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde, além de ter havido um aumento da turbidez da água mesmo após o tratamento.
- O município de Conceição de Macabu necessita de um sistema de tratamento de água adequado.
- A bacia hidrográfica do rio Macabu deteriora-se com a falta de uma gestão de recursos hídricos adequada e com as interferências antrópicas intensas, tais como: ocupação desordenada, desmatamento da mata ciliar e despejo indevido de efluentes nos corpos hídricos.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. *Água: Fatos e Tendências*. Brasília 2009. p. 35.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos Recursos Hídricos: Encarte Especial sobre a Crise*

Hídrica. Brasília, 2015. p. 28.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos Recursos Hídricos: Informe 2014*. Brasília, 2015. p. 107.

ANA. Agência Nacional das Águas. *Portal da Qualidade das Águas*. 2011. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1> Acesso em: 20 abr. 2016.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Matriz Energética Brasileira*. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

BAIRD, C.; CANN, M. *Química Ambiental*. 4.^a Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília, 2014. p. 112.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria n.º 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. p. 212. ISBN 85-334-1240-1.

BUCCI, M. H. S; OLIVEIRA, L. F. C. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Ambiente & Água*, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 130, jan./mar. 2014.

| 31 |

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas de dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem*. São Paulo 2009. p. 43.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução n.º 357, 18 de março de 2005*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

FELIX, T; VOIDELLA, A; STOPPA, D. *Como cuidar da nossa água. S.O.S Mata Atlântica: A Mata Atlântica é aqui*. 2014. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/blog/como-cuidar-da-nossa-agua/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

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

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Encarte 2: Análise da Região da Unidade de Conservação*. Rio de Janeiro, 2007. p. 222.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. *Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado do Rio de Janeiro: Relatório Síntese*. Rio de Janeiro, RJ, 2014. p. 125. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zeww/mdcx/~edisp/inea0071539.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

JONES, B. Oxygen: The Most Important Water Quality Parameter? *Indiana Clean Lakes Program - Water Column*. Bloomington, Indiana, v. 23, n. 1, p. 6, Spring 2011.

PRADO, R. B. et al. *Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu*: Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 86. ISBN 1517-2627.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Ampliação da rede de monitoramento quali-quantitativo das bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul: Relatório Conjuntura*. Caxias do Sul: Instituto de Saneamento Ambiental, 2014. p. 211.

TRENTIN, P. S.; BOSTELMANN, E. Programa Interlaboratorial Para Sólidos Totais Dissolvidos e em Suspensão em Amostras de Água. *Metrologia e Instrumentação*, dez. 2010.

VON SPERLING, E. Estudo sobre Influência na Qualidade da água Decorrente da Implantação da Barragem de Santo Hipólito, Rio das Velhas - MG. Belo Horizonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2009.

VON SPERLING, E. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 3. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-, 2005. 452p.