

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA VI DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Claudio Marques de Oliveira (*); Cristina A.G. Nassar.

* Universidade Federal do Rio de Janeiro/Programa em Engenharia Ambiental – cmarques@poli.ufrj.br

RESUMO

A bacia hidrográfica do Rio São João, situada na região hidrográfica VI (RJ), desde o descobrimento de poços de petróleo no norte do estado do Rio de Janeiro, tem sofrido com o acelerado desenvolvimento econômico e social da região que acarretou em um elevado aumento populacional. A sobrecarga sobre os corpos hídricos pode comprometer a disponibilidade e a qualidade da água para a população humana, ecossistemas e atividades econômicas da região. Dentro deste contexto, este estudo descritivo propõe, através da pesquisa de campo, identificar as principais fontes geradoras de impactos ambientais, avaliar a qualidade da água superficial, além de propor ações para mitigar esses impactos, ao longo do baixo curso do Rio São João. O índice simplificado de avaliação ambiental relaciona o uso e ocupação dos solos com parâmetros físico-químicos e biológicos da água, e o índice de qualidade da água (IQA) identifica o impacto referente aos efluentes líquidos contaminantes. As coletas foram realizadas em duas campanhas (período seco e chuvoso), sendo amostradas e analisadas vinte amostras. A região do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São João está sendo afetada, principalmente, pelos seguintes fatores: lançamento de efluentes sem tratamento prévio em determinados pontos, degradação da mata ciliar e cobertura vegetal nativa em vários locais e a ocupação por propriedades urbanas e agrícolas em algumas regiões no entorno desse corpo hídrico. Como instrumento de Gestão Ambiental, os dois índices citados foram aplicados nesta região, sendo obtida, através da utilização do índice simplificado de avaliação ambiental, uma classificação de impacto entre “alto” e “moderado” na maioria dos pontos analisados, sendo mais críticos os pontos próximos à Foz do Rio São João e ao Canal dos Medeiros. Em relação à aplicação do IQA, os resultados mostraram uma classificação entre “razoável” e “boa” em relação ao IQA, na maioria dos pontos amostrados e analisados, sendo o ponto próximo ao Canal dos Medeiros apresentando uma categorização entre “muito ruim” e “ruim”. Portanto, conclui-se que existem determinadas fontes geradoras de impacto ambiental nesta região do Rio São João, como o desmatamento no entorno das áreas agrícolas e urbanas, perda de vegetação e biodiversidade, além da presença de poluição em águas superficiais, sendo propostas algumas ações para a mitigação desses impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Impacto, Qualidade da Água, Região Hidrográfica VI, Ambiental.

INTRODUÇÃO

Atualmente, verificamos que os recursos hídricos e os serviços essenciais que prestam, quando falamos de impacto no ecossistema, apresentam grande exposição às ações antrópicas. A bacia hidrográfica do Rio São João, pertencente à região hidrográfica VI do Estado do Rio de Janeiro, vem sendo influenciada por esta causa, podendo-se observar determinados efeitos, como a poluição provocada pela degradação da mata ciliar, o lançamento de efluentes sem tratamento, entre outros. O presente trabalho avalia os impactos ambientais da região do baixo curso do Rio São João, através da gestão ambiental, pela utilização do índice de análise ambiental simplificado, que relaciona o uso e ocupação dos solos com parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, e determinação da qualidade da água. Tiburtius e Zamora (2004) descrevem que o aumento populacional e, conseqüentemente, o aumento das atividades industriais, tem concorrido para os problemas ambientais da atualidade, em especial, no que se refere à preservação dos recursos hídricos. A qualidade da água pode ser definida por meio de parâmetros biológicos, físicos e químicos e a certeza desta qualidade é decisiva ao indicá-la para as mais diversas aplicações, como por exemplo, a utilização da água potável para a agricultura, recreação, entre outras (SARGAONKAR e DESHPANDE, 2003).

OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivos avaliar a qualidade da água e identificar as principais fontes geradoras de impactos ambientais ao longo do baixo curso do Rio São João, além de propor ações para mitigar os impactos ambientais neste trecho do rio.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Rio São João (Figura 1) possui comprimento total de 120 km, sendo 55 km desde a nascente (Cachoeiras de Macacu), até a Represa de Juturnaíba (Silva Jardim), e 65 km dessa até a foz, no distrito de Barra de São João - Casimiro de Abreu (PRIMO; VOLCKER, 2003), com área de bacia hidrográfica de 2.160 km². Devido à grande extensão e curso, são descritas as seguintes denominações para os três espaços: alto São João (5 km), da nascente até o ponto de junção dos rios; médio São João (50 km), da confluência até a represa de Juturnaíba; represa onde estão localizados os 13 km que foram alagados; baixo São João (65 km), desde a jusante da represa até a foz do rio, sendo o trecho de concentração para este estudo.



Figura 1: Região Hidrográfica do Rio São João e municípios da área de abrangência.

(Adaptação de Consórcio Lagos São João, 2012).

Segundo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 2013), a bacia hidrográfica do Rio São João é primordial para a existência do bioma mata atlântica e recursos hídricos dessa região, através da conservação dos seus recursos naturais, *hotspot* de biodiversidade. Porém, os ecossistemas dessa bacia, apesar de sua grande importância, são ameaçados, frequentemente, pela contaminação dos mananciais, desmatamento, ocupação desordenada, entre outros impactos. O Relatório de Situação do INEA, Ano I (2010/2011) descreve que, atualmente, uma maior utilização do recurso hídrico disponível dessa represa compromete a disponibilidade deste, e conseqüentemente podendo provocar divergências em relação ao uso da água, uma vez que possui vazão disponível igual a 2,0 m³/s, destacando que o cálculo do fluxo de água para a preservação dos ecossistemas dependentes deste não foi contemplado nesse estudo, considerando-se as demandas à jusante da represa de Juturnaíba. A área de atuação do Comitê de Bacias Hidrográficas Lagos São João constitui-se o território da Região Hidrográfica VI do Estado do Rio de Janeiro (Resolução CERHI-RJ N°18/2006), sendo esta dividida em quatro bacias e seus respectivos sistemas hidrográficos.

Na região hidrográfica Lagos São João, observa-se assentamento urbano maior na área de litoral, predominando as ocupações contínuas ao longo das lagoas de Araruama e Saquarema, além dos municípios de Cabo Frio, Armação de Búzios e Rio das Ostras. Há a predominância de pastagens e poucas atividades de agricultura e reflorestamento nas áreas planas da bacia hidrográfica Lagos São João, e nas regiões de maior altitude encontram-se as áreas de florestas, porém representando pequena proporção em relação à área total dessa bacia.

As coletas de amostras e as observações de impacto ambiental foram realizadas em cinco locais (Figura 2), cujas latitudes e longitudes em UTM (*Universal Transverse Mercator*) são as seguintes: Local A - Foz do Rio São João (1922809,78 m L e 7498043,81 m S da zona 24 K); Local B – Área de Cultivo de Ostras (192346,39 m L e 7499730,06 m S da zona 24 K); Local C - Canal dos Medeiros (192350,33 m L e 7500253,69 m S da zona 24 K); Local D - Canal

da Fazenda (806692,01 m L e 7500049,42 m S da zona 23 K); Local E - Canal da Vala da Pedra (798365,41 m L e 7501923,65 m S da zona 23 K).



Figura 2: Locais de avaliação e amostragens no Rio São João (Ponto A: Foz do Rio São João; Ponto B: Área de cultivo de ostras; Ponto C: Canal dos Medeiros; Ponto D: Canal da Fazenda; Ponto E: Canal da Vala da Pedra). (Fonte: Claudio Oliveira).

Coleta das amostras

As coletas foram realizadas em duas campanhas, sendo a primeira em novembro de 2014, caracterizada por período de seca moderada a severa sobre a região hidrográfica do Lagos São João, e a segunda em maio de 2015, durante período de chuvas.

Índice de Análise Ambiental Simplificado

Para a identificação das principais fontes geradoras de impacto ambiental, utilizou-se um índice simplificado de impacto ambiental, além da amostragem e análise de determinados parâmetros microbiológicos e físico-químicos para a determinação da qualidade da água. A abordagem metodológica utilizada para a aplicação do Índice de Análise Ambiental Simplificado consiste em três grandes áreas fundamentais para o manejo dos impactos ambientais, como segue: Identificação do problema e suas condições; Determinação da causa provável do problema e Seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos ambientais (Sardinha *et al.*, 2010). As etapas a seguir são: 1 - levantar e revisar as informações do uso atual dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João; 2- selecionar os indicadores visando a identificação dos problemas relevantes; 3 – conferir pesos para cada indicador e somar os respectivos pontos de cada parâmetro (mínimo de 0 e máximo de 24), sendo que, quanto maior a pontuação, menor o nível de impacto na região estudada. O valor entre 19 e 24 indica ser mínima ou pouca a presença de impacto, valores de 13 a 18 indicam moderada presença de impacto, valores de 7 a 12 indicam impacto alto ou preocupante e valores menores ou iguais a 6 indicam presença muito alta de impacto; 4 - avaliação de campo dos impactos e aplicação do Quadro 1 em cada ponto de amostragem; 5 – avaliar as causas, definindo estratégias de manejo para as áreas analisadas, utilizando-se o modelo de PER (Pressão- Estado-Resposta), de acordo com OECD (1994). Esse modelo baseia-se em três frentes, a pressão do homem, o estado do meio e a resposta da sociedade, servindo para a identificação das prováveis causas dos impactos ambientais e definição das estratégias de manejo. Para a caracterização dos aspectos ambientais foram consultadas, a Lei Nº 1.352, de 4 de março de 2010, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente de Casimiro de Abreu e a Resolução Nº 357 CONAMA, de 17 de março de 2005, que 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.

Quadro 1: Indicadores ambientais e seus respectivos pesos, aplicado na bacia hidrográfica do Rio São João/RJ (adaptado de Sardinha *et al.*, 2010).

INDICADORES BIOFÍSICOS	PESO	INDICADORES BIOFÍSICOS	PESO
Cobertura vegetal no entorno		Cor	
Sem vegetação	0	Forte	0
Com vegetação rasteira	1	Moderado	1
Com vegetação arbustiva	2	Fraco	2
Com vegetação arbórea	3	Ausente	3
Impactos na cobertura vegetal		Odor	
Muito impacto sem vegetação	0	Forte	0
Médio impacto -50% de vegetação	1	Moderado	1
Pouco impacto +50% de vegetação	2	Fraco	2
Sem impacto	3	Ausente	3
Fauna no entorno		Óleos	
Ausência de animais nativos	0	Alto	0
Pouca presença de animais nativos	1	Moderado	1
Moderada presença de animais nativos	2	Baixo	2
Grande presença de animais nativos	3	Ausente	3
Impactos na qualidade da água		Espumas	
Muita presença de poluição	0	Alto	0
Moderada presença de poluição	1	Moderado	1
Pouca presença de poluição	2	Baixo	2
Sem impacto na qualidade da água	3	Ausente	3

Parâmetros indicadores da qualidade da água

Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos utilizados nas duas campanhas para a determinação da qualidade da água foram: coliformes termotolerantes (NMP/100ml), temperatura (°C) e transparência (m). Para a determinação dos dados compilados através das análises das amostras de cada um dos locais, em relação à determinação dos valores de qualidade da água, adaptou-se a proposta de Brandalise *et al.* (2012), com a aplicação das informações de análise das variáveis: temperatura, transparência e características microbiológicas.

Considerando-se as normas internacionais de diferentes países, como também, as recomendações da Organização Mundial da Saúde e publicações relacionadas aos aspectos sanitários (PILOTTO, 2008), os valores de qualidade ambiental foram estabelecidos, além da determinação das respectivas curvas de qualidade para cada parâmetro aplicado.

Considerou-se a resolução CONAMA Nº 274/2000 (BRASIL, 2001) e as diretrizes do governo Uruguaio (Decreto Nº 253/1979 e suas atualizações) para a determinação da curva de qualidade da variável biológica, coliformes termotolerantes (CTT).

De acordo com os valores definidos para a determinação da qualidade ambiental em relação à variável biológica, coliformes termotolerantes (CTT), observa-se para o intervalo entre 50 e 75 uma classificação “satisfatória” para a qualidade, o que representa uma concentração de bactérias (CTT) entre 1000 e 500 NMP/100 ml (Figura 3).

Ainda, para valores inferiores a 50, considera-se uma classificação “ruim” para a qualidade, correspondente à concentração superior a 1000 NMP/100 ml de coliformes (CTT). A classificação “muito boa” para a qualidade da água é verificada para valores superiores a 75, representando uma concentração de bactérias menor do que 500 NMP/100 ml (CTT) em determinada amostra.

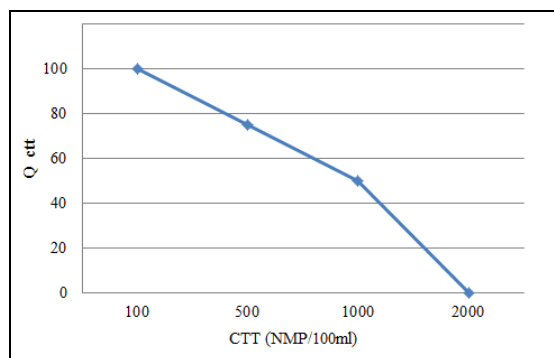


Figura 3 Curva de qualidade ambiental para coliformes termotolerantes (CTT)
(adaptado de Brandalise *et al.*, 2012).

Para a variável temperatura, foram consideradas as diretrizes do governo do Canadá (*Guidelines for Canadian Recreational Water Quality / 2012*), que considera como “aceitável” a temperatura entre 26°C e 30°C, limite a 30°C, e “perigosa” entre 34°C e 35°C, e as diretrizes do governo australiano (*The Guidelines for Managing Risks in Recreation Water / 2008*), que estabelece como “aceitável” a temperatura entre 16°C e 34°C, onde há risco de hipotermia a uma temperatura menor do que 16°C, e risco de hipertermia aquela superior a 34°C. Brandalise *et al.* (2012) utilizou-se destes padrões para o desenvolvimento do trabalho de avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Valle de Punilla, Argentina. Em função desses dados, considerou-se uma qualidade ambiental (Q) igual a 50 para 16°C e 34°C, e igual a 100 para a faixa de temperatura entre 20°C e 25°C.

O intervalo de temperatura entre 20°C e 25°C, representa um valor ótimo com qualidade ambiental (Q) igual a 100 (Figura 4).

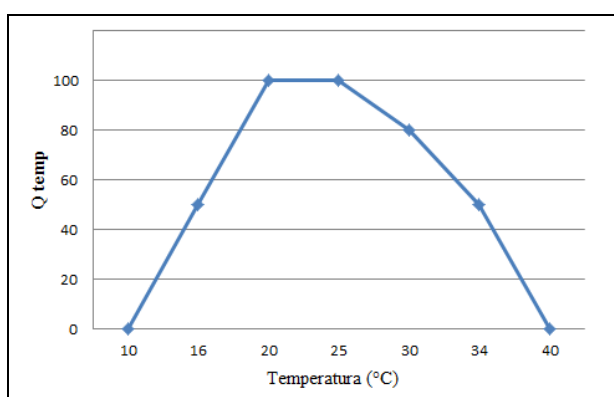


Figura 4: Curva de qualidade ambiental para temperatura (°C)
(adaptado de Brandalise *et al.*, 2012).

Utilizou-se a diretriz do governo canadense (*Guidelines for Canadian Recreational Water Quality/2012*) para a determinação da curva de qualidade da variável transparência. A profundidade mínima de 1,2 metros deve ser suficiente para a observação sobre riscos submersíveis. A curva de qualidade para a variável transparência, representada na Figura 5, apresenta valor de qualidade ambiental igual a 60 para a transparência de 1,2 metros, definida como limite para observações de riscos submersíveis. Os valores de qualidade (Q) para o intervalo entre 80 e 100 são considerados insatisfatórios para a qualidade ambiental relacionada à transparência.

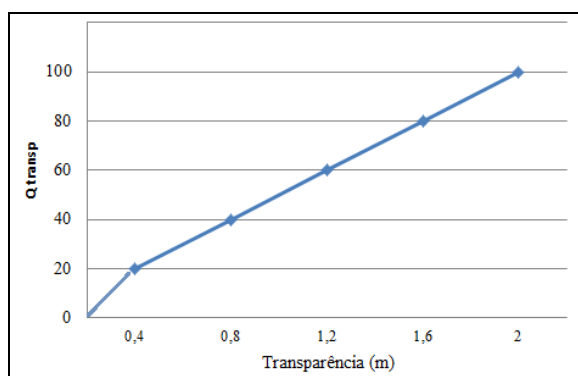


Figura 5: Curva de qualidade ambiental para transparência (m). (adaptado de Brandalise *et al.*, 2012).

Brandalise *et al.* (2012), descreve que para a realização dos cálculos de IQA, diferentes combinações de valores de fator de ponderação devem ser realizadas para, então, se observar aqueles que melhor se ajustam às diretrizes e legislação ambiental. A partir dos valores de fator de ponderação (P_i) e parâmetro de qualidade (Q_i), Quadro 2, obtemos a equação 1, para o cálculo de IQA:

$$IQA = Q_{temp} \times 0,045 + Q_{transp} \times 0,255 + Q_{microb} \times 0,700 \quad \text{equação (1)}$$

Quadro 2: Valores de fator de ponderação (P_i) para o cálculo de IQA. (adaptado de Brandalise *et al.*, 2012).

Variável	P_i
Temperatura	0,045
Transparência	0,255
Caract. Microbiológicas	0,700

O Quadro 3 apresenta as cinco classificações para o IQA, utilizadas para auxiliar nas ações e medidas de mitigação para gestão ambiental.

Quadro 3: Classificação da qualidade da água. (adaptado de Brandalise *et al.*, 2012).

Classificação	Resultado
Muito Boa	$90 < IQA \leq 100$
Boa	$75 < IQA \leq 90$
Razoável	$60 < IQA \leq 75$
Ruim	$30 < IQA \leq 60$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 30$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de realização da primeira campanha do trabalho, o índice de precipitação pluviométrica na região da bacia do Rio São João apresentou um índice negativo no mês de novembro/2014, com indicação de seca no período. Na segunda campanha, em maio/2015, a precipitação pluviométrica registrada indicou um índice positivo, caracterizando período chuvoso na região dessa bacia hidrográfica.

Índice simplificado de impacto ambiental

A Figura 6 a seguir apresenta os resultados dos cálculos do índice citado para cada um dos cinco locais de avaliação durante as referidas campanhas, em novembro 2014 e maio de 2015, não se observando mudanças significativas nos parâmetros analisados entre os dois períodos descritos.

Da avaliação simplificada de impactos ambientais realizada nesta região da bacia do Rio São João, constatou-se impacto "alto ou preocupante" em relação à degradação da mata ciliar em determinados locais, a moderada ocupação em alguns

pontos do entorno por propriedades agrícolas e urbanas, além da presença de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento no entorno dos recursos hídricos.

A avaliação do impacto ambiental no Ponto A, referente à Foz do Rio São João, apresentou um índice de impacto igual a 10, considerado “alto ou preocupante”. O resultado obtido neste ponto é observado, principalmente, pela grande influência antrópica em ambas as margens do Rio, com forte impacto na cobertura vegetal ciliar no entorno, além da pouca presença da fauna, observando-se, durante a avaliação de impacto, algumas garças brancas grandes (*Casmerodius alba*), além de alguns peixes, como o badejo (*Mycteroperca spp.*) e a tainha (*Mugil cephalus.*), na parte central do Rio São João, conforme informações recebidas dos pescadores locais.

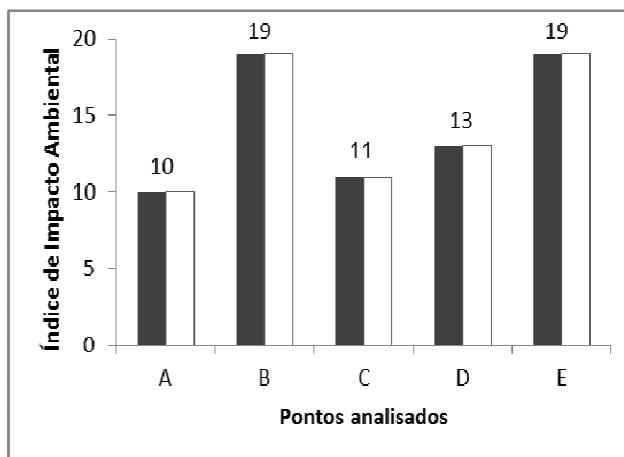


Figura 6: Resultados com o Índice Simplificado de Impacto Ambiental no Rio São João. (Classificação do impacto: 0 a 6 – Muito Alto; 7 a 12 – Alto ou Preocupante; 13 a 18 – Moderado; 19 a 24 – Mínimo ou Pouco). Coluna preta: mês seco; coluna branca: mês úmido. (Fonte: elaborado por Claudio Oliveira).

Este trecho do rio (foz) também é utilizado para embarque e desembarque em relação às atividades pesqueiras dessa região, além da grande utilização para as atividades de recreação, o que pode justificar a presença de pouca espuma e óleo neste ponto do rio. Essa também é uma região onde há expansão da área urbana, tanto do município de Barra de São João, quanto de Tamoios, distrito de Cabo Frio/RJ. Esta região também parece sofrer influência do Canal dos Medeiros e outros pontos, em função do lançamento de efluentes sem tratamento no corpo hídrico.

O resultado da avaliação do impacto ambiental para o Ponto B, Área de cultivo de ostras, indicou um índice de impacto igual a 19, classificado como “mínimo ou pouco”. É provável que este resultado encontrado esteja relacionado ao lançamento de efluentes provenientes do Canal dos Medeiros, pois a área de cultivo de ostras encontra-se a jusante deste canal. Segundo informações recebidas dos profissionais de pesca desta região, não há atualmente a criação de ostras em função da mortalidade verificada durante o cultivo. Outro fator importante de impacto ambiental observado e registrado no ponto B, na margem do lado oposto à área de cultivo de ostras, próximo à avenida beira-rio, foi o lançamento de efluentes líquidos, alertando para uma possível situação agravante em futuro próximo devido o crescimento populacional na região. Também, neste trecho da avenida, observa-se a expansão da área urbana do município de Barra de São João. Na margem próxima à área de cultivo de ostras, observou-se pouca presença da fauna, com a presença de algumas garças brancas grandes (*Casmerodius alba*), além de alguns badejos (*Mycteroperca spp.*) e tainhas (*Mugil cephalus.*) na parte central do rio. A vegetação ciliar, no entorno deste trecho, encontra-se preservada.

O Ponto C (Canal dos Medeiros) foi o terceiro analisado, apesar de apresentar “pouco” impacto ambiental na cobertura vegetal ciliar no entorno, encontra-se forte presença de poluição na água, inclusive com aparência turva e odor desagradável, diferentemente dos demais locais analisados nesta região da bacia hidrográfica. Os indicadores biofísicos influenciaram nos resultados para este ponto, que apresentou índice de impacto “alto ou preocupante”, com índice igual a 11. Conforme informações recebidas da população, este ponto recebe parte de despejo dos efluentes líquidos provenientes do município de Rio das Ostras, e estas observações servem de alerta para uma possível situação agravante no decorrer do tempo. Na margem do lado oposto a vegetação ciliar no entorno encontra-se preservada, além da presença de alguns animais nativos, como as garças brancas grandes (*Casmerodius alba*).

O resultado da avaliação do impacto ambiental para o Ponto D, Canal da Fazenda, indicou um índice igual a 13, classificado como “impacto moderado”. Este resultado está relacionado à degradação ambiental verificada durante as atividades de avaliação *in situ* na margem próxima ao canal, quando foi observado o impacto relacionado principalmente à cobertura vegetal no entorno, além da pouca presença de animais nativos. Na margem oposta a cobertura vegetal ciliar no entorno encontra-se preservada, além da presença moderada de animais nativos, como, por exemplo, a garça branca grande (*Casmerodius alba*).

Finalmente, o ponto E, referente ao Canal da Vala da Pedra, último ponto analisado, e, também, o mais distante da foz do Rio São João, bem como o mais próximo da represa de Juturnaíba. Neste trecho, o resultado encontrado para o impacto ambiental foi “mínimo ou pouco”, com índice igual a 19, porém existe perda da cobertura vegetal em pontos isolados em um dos entornos das margens do rio, além de moderada erosão em uma das margens. Neste ponto não há expansão da área urbana, e suas águas são mais transparentes do que os demais locais de amostragem, além da presença de animais nativos, como a garça branca grande (*Casmerodius alba*).

O lançamento de efluentes líquidos sem tratamento no entorno do rio ocorre, principalmente, na área próxima à avenida beira-rio, na margem oposta à “Área do cultivo de ostras”, bem como na região que recebe o fluxo de efluentes do Canal dos Medeiros. Este canal tem origem no município de Rio das Ostras, onde existe o lançamento de efluentes domésticos e industriais, que são despejados no baixo curso do Rio São João, segundo informações recebidas da população.

Indicadores de qualidade da água

Os resultados da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos caracterizados nas águas fluviáteis da bacia do Rio São João, e também utilizados na determinação dos valores de qualidade da água, são apresentados no Quadro 4, para as duas campanhas realizadas. Os resultados destacados em cinza indicam valores fora dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 (BRASIL, 2011) para cursos de águas salobras de classe 1 (salobra).

Quadro 4: Resultados da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos
(Fonte: adaptação de Labfz /IFFluminense/ Upea).

Parâmetros x Campanhas	1ª Campanha Novembro/2014					2ª Campanha Maio/2015					Limite CONAMA Classe 1 (salobra)
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Ponto E	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Ponto E	
Ph	8,14	8,06	7,58	7,95	7,21	8,58	8,40	8,20	8,29	7,25	6,5 a 8,5
Turbidez (NTU)	4,07	4,53	8,40	4,20	4,50	4,50	4,50	4,90	3,30	7,00	NA
Cond. Elétrica (µS/cm)	21140,00	26100,00	15660,00	18920,00	9840,00	34720,00	2223,00	2084,00	2146,00	4390,00	NA
Salinidade (‰)	13,50	16,70	10,00	12,11	6,30	22,22	1,42	1,33	1,37	2,81	NA
Sól. Dis. Totais (mg/L)	10864,00	13230,00	7874,67	9512,67	4948,00	16730,00	10778,00	13597,00	10416,00	2092,00	NA
Oxig. Dissolvido (mg/L)	9,17	8,97	7,47	8,37	9,00	6,50	6,70	6,70	6,00	7,30	≥ 5
Temperatura (°C)	18,90	18,90	18,97	20,03	20,03	21,60	21,10	20,90	21,00	21,00	NA
Cloreto Total (mg/L)	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	≤ 0,01
Coliformes Totais (NMP/100ml)	2419,60	2419,60	2419,60	2419,60	2419,60	1203,30	> 2419,6	> 2419,6	2419,60	1986,30	NA
Colif. Term. (NMP/100ml)	1119,00	48,05	1356,60	166,60	110,60	686,70	686,70	980,40	410,60	4,10	≤ 200 *
N° de desvios em relação à legislação	1	1	2	1	0	2	2	1	1	0	—

* segundo Resolução CONAMA N° 357/2005 para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Seguindo com a observação dos resultados obtidos, nota-se que em 80% do total das amostragens não foram atendidos por completo os limites estabelecidos pela legislação. Os resultados permitem observar ainda que, em 60% do total das amostragens, os parâmetros referentes às concentrações de coliformes não atenderam, também, a legislação específica.

As concentrações, em NMP/100ml, referente ao parâmetro Coliformes Termotolerantes, (*Qmicrob*) para cada ponto de amostragem em relação às duas campanhas *in situ*, estão representadas na Figura 8, a seguir. Este é um parâmetro de

grande influência nas pesquisas devido ao maior efeito nocivo à saúde e às diversas aplicações das águas (abastecimento da população, irrigação, entre outros), o que sugere valores de referência e outros de caráter obrigatório, de acordo com o tipo de exposição, direta ou indireta, no corpo hídrico.

Os demais parâmetros analisados, temperatura e transparência da água, apresentaram menor peso em relação à variável microbiológica, porém são fatores envolvidos no cálculo de qualidade da água. A transparência possui o segundo maior peso entre todos os parâmetros aplicados na pesquisa, mas se o resultado de determinada observação apresentar “baixa transparência”, as causas, todavia, não serão necessariamente sempre nocivas ao meio, disponibilizando-o, por exemplo, para o uso recreativo, considerando-se a profundidade, medida com o disco de Sechhi, mínima de 1,2 metros como a suficiente para a observação sobre os riscos submersíveis. A variável temperatura possui o menor peso entre os demais parâmetros, considerando-se como fator subjetivo o contato humano com a água, e relacionado, por exemplo, ao conforto durante o uso de determinado corpo hídrico.

Em relação ao ponto A (Foz do Rio São João), os dados parecem indicar que este local apresenta influência devido o lançamento de efluentes domésticos, agropecuários e industriais originados em outros municípios da região. Nas duas campanhas realizadas, os valores analisados em relação aos coliformes termotolerantes, neste local, e também no ponto C (Canal dos Medeiros), extrapolam aqueles determinados dentro dos limites aceitáveis pela legislação federal, segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (BRASIL, 2011), para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Os demais resultados, em relação a este e aos outros dois parâmetros, temperatura (Qtemp) e transparência (Qtransp), respectivamente, Figura 7, apresentaram classificação de qualidade da água entre “satisfatória” e “boa”, de acordo com as tabelas e curvas de qualidade ambiental em relação a essas variáveis, para as amostragens realizadas na região do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São João.

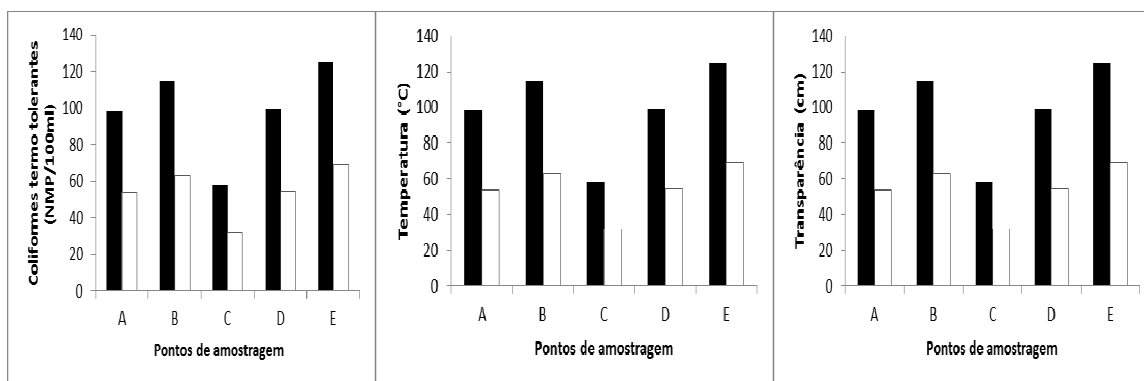


Figura 7: Distribuição da concentração de coliformes termotolerantes (em NMP/100ml), temperatura (°C) e transparência (cm) para cada ponto analisado no Rio São João. Coluna preta: mês seco; coluna branca: mês úmido. (Fonte: elaborado por Claudio Oliveira).

O Quadro 5 apresenta a classificação referente ao IQA e os resultados para cada parâmetro de qualidade da água (Qi) analisados em relação à temperatura, transparência e coliformes termotolerantes, para cada ponto amostrado durante a 1ª e 2ª campanhas realizadas *in situ*.

Quadro 5: Resultados dos parâmetros de qualidade de água (Qi) e IQA.
(Fonte: elaborado por Claudio Oliveira).

Qi	1ª Campanha					2ª Campanha				
	Local					Local				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Qtemp	75,00	75,00	76,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Qtransp	49,00	57,30	29,00	49,50	62,50	27,00	31,50	16,00	27,25	34,50
Qmicrob	40,00	102,97	25,76	95,97	99,27	65,28	65,28	47,96	81,57	105,56
IQA	43,87	90,00	28,85	84,30	89,93	57,08	58,23	42,15	68,55	87,19
Classificação	Ruim	Boa	Muito ruim	Boa	Boa	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável	Boa

Como mostra a tabela anterior, dentre os resultados obtidos para a qualidade da água (Qi), observa-se a existência de desvios em relação aos valores definidos para o parâmetro referente às bactérias termotolerantes (Qmicrob). Para os locais A (Foz do Rio São João) e C (Canal dos Medeiros), podemos verificar os valores de qualidade iguais a 40,00 e 25,76, respectivamente, na 1ª campanha, com IQA igual a 43,87 (classificação ruim). Na 2ª campanha é observado, para o ponto C (Canal dos Medeiros), o valor de 47,96 para o resultado da variável coliformes termotolerantes, classificando o local como “ruim” em relação à qualidade da água para a variável microbiológica (Qmicrob), de acordo com a tabela anterior e curva de qualidade ambiental para variável microbiológica.

Para o recente estudo, nas campanhas realizadas em novembro e maio, podemos observar existência de desvios em relação à legislação no ponto A (Foz), principalmente devido à influência dos parâmetros microbiológicos, descritos nas análises de laboratório, além de apresentar IQA com categorização “ruim”. Um impacto “alto” foi caracterizado durante a avaliação de impacto ambiental (AIA), em ambas as campanhas nesta região. Os resultados parecem indicar que este impacto pode estar relacionado com o lançamento de efluentes domésticos no corpo hídrico, como o esgoto sanitário, entre outros, uma vez que estes são fontes importantes de coliformes. Pode-se observar sobre a interação entre o índice simplificado de avaliação ambiental e o IQA, que apresentaram resultados, respectivamente, “impacto alto” e “IQA ruim”, verificando-se a ação dos fatores biofísicos na classificação de ambos os índices aplicados na pesquisa, sugerindo a integração de manejo e o planejamento ambiental para esta região. Na pesquisa de Veríssimo (2012), as campanhas realizadas em dezembro e maio, nos pontos 2 (Indaiassu) e 7 (Foz), respectivamente, apresentaram índice no limite inferior para a classificação “boa”, porém próximo à categorização “aceitável”.

Estratégias de manejo e monitoramento

Por meio dos resultados determinados pela avaliação de impacto ambiental simplificada, de forma global, foi observada uma distribuição igual a 60% de impacto entre “moderado e alto”, entre aqueles locais analisados no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São João. Os locais relacionados devem apresentar investigações complementares sobre as causas prováveis dos impactos, bem como estratégias de manejo. Posteriormente, será imprescindível o monitoramento contínuo nos locais determinados, o que não existe atualmente, e um planejamento efetivo já deveria estar em prática para a otimização do controle e redução dos impactos ambientais existentes nesta região.

Segundo Bidegain *et al.* (2005), na região ocupada pela bacia do Rio São João é possível verificar a utilização de diversas práticas relacionadas ao uso dos recursos hídricos, seja através das atividades agropecuárias até a exploração de petróleo, além da aquicultura e irrigação. As amostragens e análises da qualidade da água realizadas nessa bacia não possuem uma periodicidade determinada, sendo observados alguns monitoramentos por parte do órgão ambiental estadual.

O Quadro 6 apresenta, através do modelo Pressão-Estado-Resposta, algumas sugestões de estratégias de manejo para os pontos analisados em relação aos impactos observados na região do baixo curso do Rio São João.

Quadro 6: Estratégias de manejo elaboradas em função dos impactos verificados e suas causas prováveis. (Fonte: elaborado por Claudio Oliveira).

Indicador	Pressão	Estado	Resposta
-----------	---------	--------	----------

Cobertura vegetal no entorno	Desmatamento no entorno das áreas agrícolas e urbanas	Vegetação ausente ou composta por gramíneas, devido ação antrópica e erosão do solo	Cumprimento da legislação e conservação das áreas protegidas, recuperação de áreas degradadas, preservação e proteção de matas ciliares, e controle e planejamento adequado para a expansão urbana
Impactos na cobertura vegetal	Perda de vegetação	Presença de 50% de vegetação	Cumprimento da legislação e conservação das áreas protegidas, recuperação de áreas degradadas, controle e planejamento adequado para a expansão urbana
Fauna no entorno	Perda de biodiversidade	Pouca presença de animais nativos	Recuperação das áreas degradadas, e projeto de implantação, preservação e proteção de matas ciliares
Impactos na qualidade da água	Presença de poluição na água	Impactos significantes em alguns pontos	Sistema de tratamento de efluentes adequado e abrangente para os municípios do entorno da bacia hidrográfica, além da coleta e disposição adequada de resíduos
Cor	Alteração na cor da água	Pouca alteração na cor da água	Estudo apropriado para revelar as fontes causadoras de poluição
Odor	Alteração no odor da água	Pouca alteração no odor da água	Estudo apropriado para revelar as fontes causadoras de poluição
Óleos	Presença de poluição por óleos	Pouca presença de óleos em alguns pontos	Constante fiscalização e estudo apropriado para revelar as fontes causadoras da poluição
Espumas	Presença de poluição por espumas	Pouca presença de espumas em alguns pontos	Constante fiscalização e estudo apropriado para revelar as fontes causadoras da poluição

Além dessas sugestões para diminuir os impactos ambientais no baixo curso do Rio São João, ainda é possível citar mais algumas medidas que deveriam ser aplicadas, tais como: criar mecanismos para facilitar a interlocução do poder público com a sociedade; melhorar a colaboração entre os órgãos governamentais e os produtores rurais; fomentar atividades florestais sustentáveis; implantar programas de educação ambiental; aplicar técnicas de uso e conservação do solo; conhecer as comunidades locais e manter diálogos com regularidade para oportunizar seu crescimento; aumentar a qualidade ambiental através da implantação de unidades de conservação, projetos de educação e promover ações participativas com a sociedade; incentivar a participação dos moradores no desenvolvimento do ecoturismo responsável e capacitar mão-de-obra qualificada para atuação na área ambiental.

A população pode participar da proposta de minimização dos impactos descritos neste estudo, principalmente nos quesitos relacionados aos seguintes indicadores: lixo, saneamento, cobertura vegetal, fauna e danos ao atrativo. As respostas do Estado, para estes indicadores devem ser as seguintes, respectivamente: estruturação e sinalização do local para a coleta e disposição adequadas dos resíduos, sistema de tratamento de efluentes adequado e abrangente para os municípios da bacia do Rio São João, cumprimento legal e conservação das áreas de APP's, recuperação das áreas degradadas, controle e planejamento adequados à expansão urbana, além de constantes fiscalizações, sinalização adequada e restauração ao máximo do estágio natural.

CONCLUSÃO

A região do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São João está sendo afetada, principalmente, pelos seguintes fatores: lançamento de efluentes sem tratamento prévio em determinados pontos, degradação da mata ciliar e cobertura vegetal nativa em vários locais e a ocupação por propriedades urbanas e agrícolas em algumas regiões no entorno desse corpo hídrico. Dois locais apresentaram classificação de impacto "alto ou preocupante", na região próxima à foz do rio. O ponto D obteve a categorização de impacto "moderado", e em duas regiões podemos verificar impacto "mínimo ou pouco", sendo que o ponto E apresentou enquadramento total aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 357/2005 (BRASIL, 2011).

A avaliação da qualidade da água apresentou 72,5% dos resultados em conformidade com a mesma legislação. Nas duas campanhas os valores referentes aos coliformes termotolerantes estiveram superiores aos limites estabelecidos em legislação nos pontos A e C (qualidade da água "ruim"). Entretanto, para o ponto E foram observados valores de coliformes termotolerantes dentro dos limites recomendados pela legislação (qualidade "boa"). Em relação aos valores

de pH, apenas o ponto A, na segunda campanha, apresentou desvio acima do limite aceitável. Os demais locais analisados apresentaram enquadramento total aos limites definidos pela legislação.

Além das propostas discutidas para a mitigação dos impactos ambientais, sugere-se a continuidade dos estudos, também no alto e médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio São João.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bidegain, P. P.; Volker, C. M. **Bacias Hidrográficas dos Rios São João e das Ostras: Águas, Terras e Conservação Ambiental**. Consórcio Lagos São João. Rio de Janeiro. 180 p. 2003.
2. Brandalise, V. *et al.* **Índice de calidad de agua para uso recreativo en ambientes con cianobacterias**. I Encuentro de Investigadores en Recursos Hídricos. Buenos Aires, Argentina. 2012.
3. Brasil. **Resolução CONAMA Nº 274/2000**. Data da legislação: 29/11/2000. Publicada no DOU Nº 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71.
4. Brasil. **Resolução CONAMA Nº 357/2005**. Data da legislação: 17/03/2005. Publicação no DOU Nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009. Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011.
5. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). **Relatório de Situação – Ano I – 2011/2012 - Indicador 2 – Planejamento e Gestão**. Consórcio Lagos São João. Rio de Janeiro, 62 p, 2013.
6. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). **Relatório de Situação – Ano III – 2012/2013 - Indicador 2 – Planejamento e Gestão**. Consórcio Lagos São João. Rio de Janeiro, 83 p, 2013.
7. Minister of Health. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**. Prepared by the Federal-Provincial-Territorial Working Group on Recreational Water Quality of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment Ottawa, Ontario, Canada, April, 2012. Disponível em: <http://healthycanadians.gc.ca/publications>. Acessado em: 12 jul. 2015.
8. Pilotto, L. **Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs (Kenneth Hudnell)**, Chapter 29: Epidemiology of cyanobacteria and their toxins. 2008.
9. Primo, P. B. S.; Völcker, C. M. **Bacias hidrográficas dos Rios São João e das Ostras** Johnsson, R. M.; Lopes, P. D.(Org.). **Projeto marca d'água: seguindo as mudanças nas bacias hidrográficas do Brasil**. Caderno1: retrato 3x4 das bacias pesquisadas. Brasília: Finatec, 2003.
10. Sardinha, D. S.; Conceição F. T.; Godoy, L.H. Índice simplificado na avaliação de impacto ambiental nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeirão do Meio, Leme, São Paulo, Brasil. **Augmdomus**, v. 2:82-97..2010.
11. Sargaonkar, A.; Deshpande, V. **Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context**. Environ. Monit. Assess., n.º 89, p.43-67, 2003.
12. Tiburtius, L. E. R.; Peralta-Zamora, P. **Contaminação de águas por BTXS e processos utilizados na remediação de sítios contaminados**. Química Nova, volume 27, n.º 03, p. 441-446, 2004.
13. URUGUAI. **Decreto 253/79 (Con las modificaciones de los Decretos 232/88, 698/89 y 195/91 incluidas)**. Disponível na INTERNET via: <http://www.ecotech.uy/docs/agua/DECRETO N 253 079.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2015.