

MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO SISTEMA LAGUNAR URBANO DE ITAIPU PIRATININGA - NITERÓI-RJ

Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro*, Thatiana Santolia de Carvalho, Lohana Cristina Medeiros dos Santos, Larissa Lima Dias, Gabriel Macedo Frota dos Santos.

*UFRJ, padu.aragon@ppe.ufrj.br

RESUMO

Neste artigo são apresentados e analisados a partir de pesquisas bibliográficas e através da análise dos resultados do monitoramento quali-quantitativo realizado pelo órgão gestor ambiental, a situação da rede de monitoramento e da qualidade da água do Sistema Lagunar Itaipu Piratininga, Niterói-RJ, avaliando o comportamento do resultado dos Índices de Qualidade das Águas (IQA), utilizados pelo órgão gestor ambiental, posteriormente identificando quais são as potencialidades e fragilidades no monitoramento de qualidade da água em um sistema lagunar urbano.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento, qualidade da água, sistema lagunar, IQA.

INTRODUÇÃO

O monitoramento é ferramenta essencial à gestão ambiental, já que propicia uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental. No Estado do Rio de Janeiro o monitoramento é um serviço público realizado desde a década de 1960, produzindo informações para as instâncias decisórias do Poder Público, comunidade científica e público em geral. O trabalho consiste na coleta e análise de amostras para posterior tratamento estatístico e elaboração de diagnósticos (Inea, 2021). Um monitoramento ambiental deve ser capaz de avaliar as tendências e alterações ao longo do tempo em uma área estudada para dar suporte ao planejamento e resultados de ações ambientais.

Este trabalho apresenta o resultado do monitoramento dos corpos de água no Sistema Lagunar de Itaipu Piratininga, ambiente costeiro no município de Niterói – RJ, no período de 2012 a 2020.

O monitoramento sistemático na área de estudo é realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente – Inea, órgão gestor ambiental responsável por operacionalizar a rede de monitoramento de qualidade da água no estado do Rio de Janeiro. De maneira a apresentar as informações resultantes do monitoramento sistemático de qualidade de água em uma linguagem acessível ao público, estas são divulgadas através de boletins anuais baseados em Índices de Qualidade de Água, que sintetizam diversas características e parâmetros da qualidade das águas em um único valor que pode ser facilmente interpretado pelo público e tomadores de decisões para entenderem as condições de qualidade ambiental do corpo hídrico, padronizando e facilitando a comparação da qualidade das águas de diversos corpos hídricos.

Para avaliar a qualidade da água dos corpos hídricos contribuintes ao sistema lagunar, o Inea utiliza o Índice de Qualidade da Água da *National Sanitation Foundation* – IQA_{NSF}, criado na década de 70 pela NSF por especialistas e pesquisadores americanos, e baseado em parâmetros considerados mais representativas em relação à qualidade de água. Já para avaliar a qualidade dos pontos de monitoramento situados nas lagoas, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água Canadense – IQA_{CCME}, criado no final da década de 1990 pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME) com a finalidade de informar, de forma simplificada, a qualidade das águas ao público geral e identificar as bacias hidrográficas que necessitavam de ações prioritárias (Inea, 2021).

OBJETIVOS

Avaliar a situação atual da rede de monitoramento do Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga e o comportamento dos Índices de Qualidade das Águas adotados pelo órgão gestor ambiental durante o intervalo de tempo de disponibilidade de dados, identificando potencialidades e fragilidades no monitoramento de qualidade de água em um sistema lagunar urbano.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE MONITORAMENTO

A área de interesse do monitoramento localiza-se na Região Oceânica do município de Niterói – RJ. O sistema Lagunar de Itaipu e Piratininga é um ambiente costeiro no município de Niterói, que se inicia na Ponta do Elefante, no limite do município de Maricá, até a vertente oceânica do Forte Imbuí. É constituído de duas lagoas de água salobra (Laguna de Piratininga e Laguna de Itaipu), interligadas pelo canal de Camboatá, cujos espelhos d'água somam 3,85 km². Esse

sistema é formado por rios, valas e canais naturais de drenagem, contribuintes às lagunas de Itaipu e Piratininga, além de áreas úmidas e águas subterrâneas (COIMBRA *et al.*, 2021).

A área de abrangência do Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga coincide com a delimitação político-administrativa do Subcomitê do Sistema Lagunar Itaipu-Piratininga – CLIP, parte integrante do Comitê da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá (CBH-BG), órgão colegiado de Estado com atribuições normativa, deliberativa e consultiva, integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem como objetivo principal promover a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos em sua área de atuação, integrando esforços do poder público, dos usuários de recursos hídricos e da sociedade civil organizada, para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos d'água, viabilizando o uso sustentado dos recursos naturais, a recuperação ambiental e a conservação dos corpos hídricos quanto aos aspectos de quantidade e qualidade das águas da região hidrográfica da Baía de Guanabara.

Na área de abrangência do Sistema Lagunar de Itaipu Piratininga, o Inea conta com uma rede de monitoramento que contempla sete estações de amostragem: uma estação nos principais contribuintes da Laguna de Itaipu (Rio João Mendes, Rio da Vala), uma estação nos principais contribuintes da Laguna de Piratininga (Rio Jacaré, Rio Arrozal, Rio Santo Antônio), todas em ponto próximo ao deságue da sua respectiva laguna, uma estação no canal da Laguna de Itaipu, e outra no Canal da Laguna de Piratininga. De acordo com o órgão gestor, para as estações de amostragem da qualidade das águas interiores a frequência de monitoramento é trimestral. A Figura 1 a seguir apresenta a localização da área de estudo, além da distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea no sistema lagunar de Itaipu e Piratininga.

A Tabela 1 abaixo apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem de qualidade das águas do Sistema Lagunar Itaipu Piratininga operadas pelo Inea e a Figura 1 apresenta a localização da área de estudo, além da distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea no sistema lagunar de Itaipu e Piratininga.

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem de qualidade das águas operadas pelo Inea.
Fonte: Inea, 2021.

CORPO HÍDRICO (LOCALIZAÇÃO)	PONTO DE COLETA	LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE
Rio Arrozal	AZ100	22°56'20,09"	43°04'08,38"	-22,93891389	-43,06899444
Rio Jacaré	JC200	22°56'30,23"	43°03'53,56"	-22,94173056	-43,06487778
Rio Santo Antônio	SA720	22°56'55,36"	43°03'27,40"	-22,94871111	-43,05761111
Rio João Mendes	JM300	22°56'43,40"	43°02'01,17"	-22,94538889	-43,03365833
Rio da Vala	VL350	22°56'55,56"	43°01'48,42"	-22,94876667	-43,03011667
Laguna de Piratininga (Canal)	PR002	22°56'55,66"S	43° 3'48,21"O	-22,948794444	-43,063391666
Laguna de Itaipu (Canal)	PR003	22°57'58,50"S	43° 2'43,10"O	-22,96625000	-43,04530556

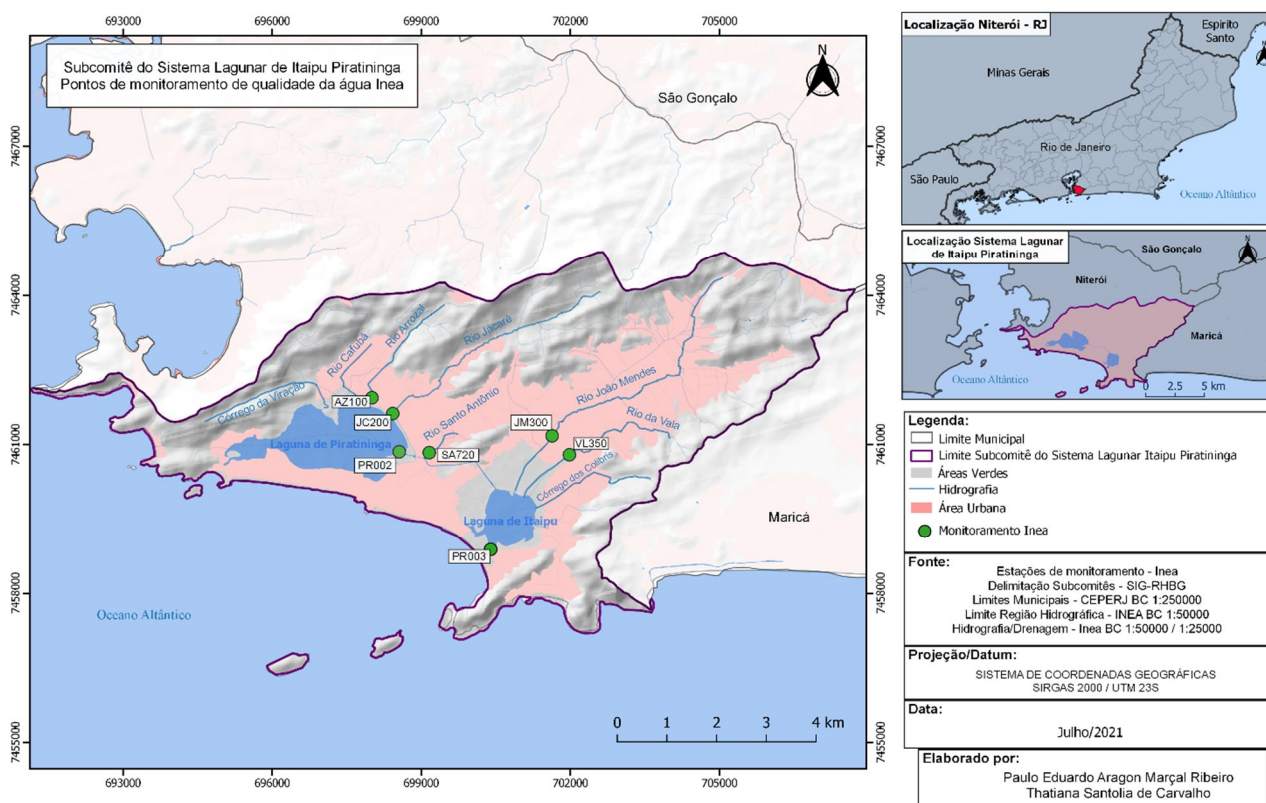


Figura 1: Distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea. Fonte: Autor do Trabalho.

A Prefeitura Municipal de Niterói contratou entre 2018 e 2019 a empresa HIDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL para elaboração de estudos para análise da condição ambiental do sistema Perilagunar Piratininga-Itaipu, como parte do programa Pró-Sustentável. Dentre os serviços contratados compreendeu-se o monitoramento da qualidade da água do sistema lagunar, entre 2018 e 2019. Durante esse período, a empresa realizou campanhas semestrais, quinzenais e trimestrais para análise das variáveis físico-químicas da qualidade da água do sistema lagunar Piratininga-Itaipu. Foram realizadas campanhas de monitoramento tanto nos rios contribuintes das lagoas do Sistema Lagunar Itaipu-Piratininga (Córrego da Viração, Canal do Cafubá, Rio Arrozal, Rio Jacaré, Rio Santo Antônio, Rio João Mendes, Rio da Vala e Córrego dos Colibris), quanto no próprio espelho d'água das lagoas e no Canal de Camboatá, totalizando 12 pontos de monitoramento no espelho d'água e 2 pontos no canal de Camboatá.

O Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá – CBH-BG, percebendo que o órgão gestor ambiental, apesar de já realizar o monitoramento nos principais rios que desaguam nas lagoas, não monitora o espelho d'água lagunar, apenas os canais, percebeu a importância de realizar o monitoramento da água através da complementação da rede de monitoramento existente do órgão ambiental estadual, e por isso deliberou pela contratação de instituição especializada para o monitoramento quali-quantitativo da água a partir do segundo semestre de 2021. A frequência de monitoramento é mensal. A Tabela 2 abaixo apresenta os parâmetros de monitoramento da qualidade da água das campanhas operacionalizadas pelo Inea e por empresa contratada pelo CBH-BG.

Tabela 2: Parâmetros de monitoramento da qualidade da água das campanhas operacionalizadas pelo Inea e por empresa contratada pelo CBH-BG. Fonte: Autor do Trabalho.

PARÂMETROS MONITORADOS	CBH-BG	Contribuintes - Inea	Lagunas (canal) - Inea
Oxigênio dissolvido (OD)	✓	✓	✓
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	✓	✓	
Fósforo Total (PT)	✓	✓	✓
Nitrato (NO3)	✓	✓	✓
Potencial Hidrogeniônico (pH)	✓	✓	✓
Turbidez	✓	✓	
Coliformes Termotolerantes	✓	✓	✓
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	✓	✓	
Temperatura da Água	✓	✓	
Temperatura do Ar	✓	✓	
Nitrogênio Total	✓		
Condutividade Elétrica	✓		
Salinidade	✓		

A Figura 2 a seguir, apresenta a distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea e dos pontos que serão monitorados pela empresa contratada pelo Comitê de Bacia da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (CBH-BG), para o espelho d'água das lagunas de Itaipu e Piratininga.

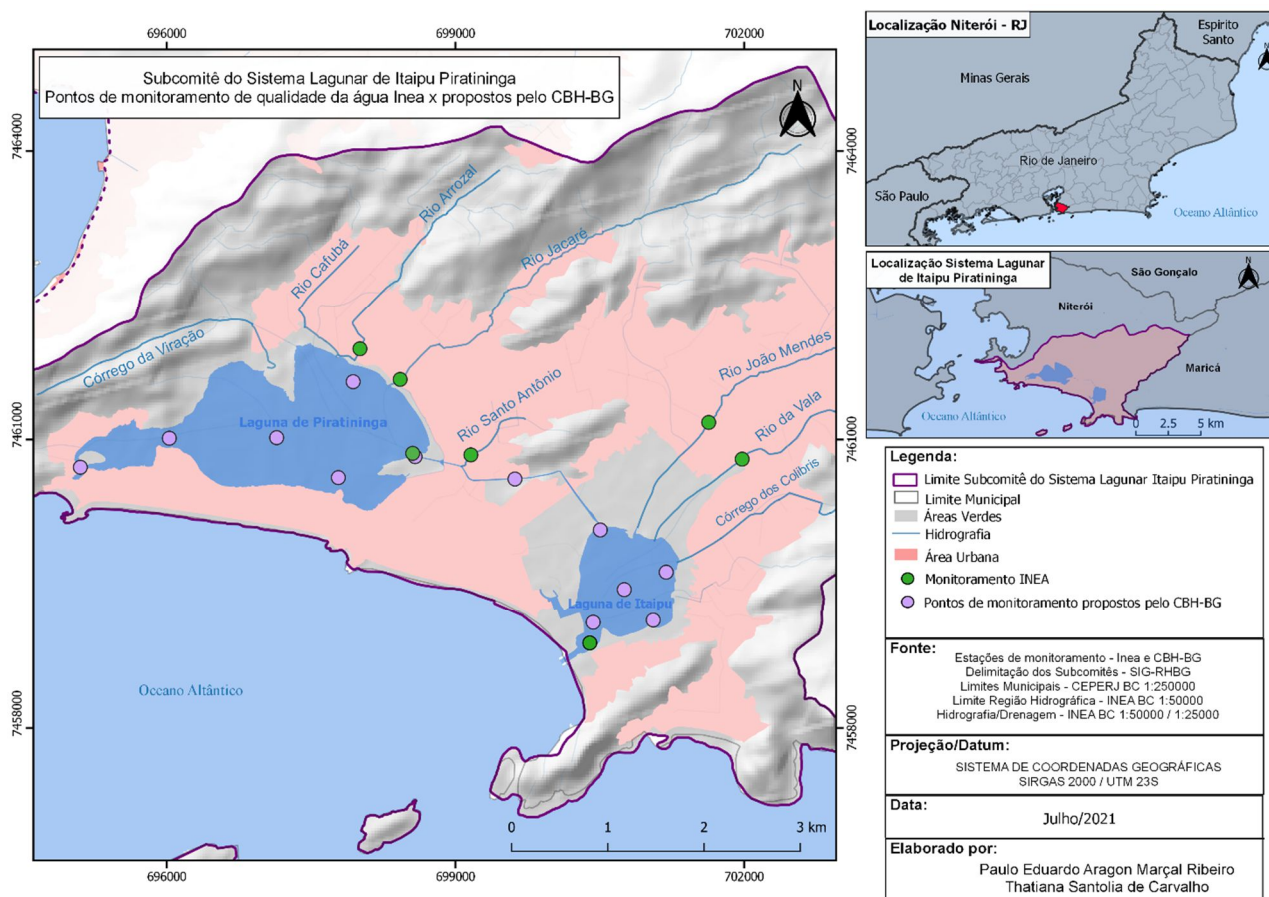


Figura 2: Distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea e dos pontos que serão monitorados pela empresa contratada pelo CBH-BG. Fonte: Autor do Trabalho.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do monitoramento qualitativo das águas superficiais, além de estudos sobre o lançamento de efluentes e a qualidade das águas do Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga. Além disso, foram verificados os resultados das análises de qualidade do corpo hídrico feitas pelo Inea entre janeiro de 2012 e dezembro de 2020. Os dados coletados foram tabulados com o auxílio de planilha eletrônica, e posteriormente representados através de gráficos e analisados.

Para avaliar a qualidade do corpo hídrico foi utilizado Índice de Qualidade da Água da *National Sanitation Foundation* – IQ_{NSF}, que consolida em um único valor os resultados dos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Nitrato (NO₃), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (T), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Temperatura da Água, Temperatura do Ar e Coliformes Termotolerantes. Segundo o Inea, as faixas “excelente”, “boa” e “média” estão mais próximas dos níveis naturais ou desejáveis, enquanto nas faixas “ruim” e “péssima”, as condições se desviam dos níveis naturais ou desejáveis, caracterizando-se inclusive como águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados. Os dados de IQ_{NSF} são divulgados anualmente.

Para avaliar a qualidade dos pontos de monitoramento situados nas lagoas, foi utilizado Índice de Qualidade da Água Canadense – IQ_{ACCME}, que para avaliação da qualidade das águas de baías e lagoas do Estado do Rio de Janeiro, consolida em um único valor os resultados dos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal Total (NH₄), Nitrogênio Nitrito (NO₂), Nitrogênio Nitrato (NO₃), Potencial Hidrogeniônico (pH), Coliformes Termotolerantes e/ou Enterococos e o parâmetro Fitoplâncton, representado através do Índice de Diversidade de ShannonWeaver. Segundo o Inea, as faixas de “ótima”, “boa” e “regular” são consideradas águas protegidas, mais próximas dos níveis naturais ou desejáveis, enquanto nas faixas “ruim” e “péssima”, as condições geralmente se desviam dos níveis naturais ou desejáveis. Os dados de IQ_{ACCME} são divulgados tri anualmente.

A partir dos resultados obtidos pelo IQA tem-se a classificação em faixas, apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação da qualidade da água. Fonte: Inea, 2021.

Categoria de Resultados	EXCELENTE	BOA	MÉDIA	RUIM	MUITO RUIM
IQ_{NSF}	100 ≥ IQA ≥ 90	90 > IQA ≥ 70	70 > IQA ≥ 50	50 > IQA ≥ 25	25 > IQA ≥ 0

Categoria de Resultados	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
IQ_{ACCME}	100 ≥ IQA > 95	95 ≥ IQA > 80	80 ≥ IQA > 65	65 ≥ IQA > 45	45 ≥ IQA ≥ 0

RESULTADOS

No que concerne à qualidade ambiental dos Sistemas Lagunar de Itaipu e Piratininga, em Niterói, o monitoramento mostra que há indícios de lançamento de matéria orgânica nos seus rios contribuintes, tais como os rios Arrozal, Jacaré, Santo Antônio, João Mendes e da Vala. Todos apresentam classificação Ruim de acordo com a média do IQA.

Nas Tabelas 4 e 5 a seguir, são apresentados os resultados da média dos IQAs nos pontos monitorados pelo Inea.

Tabela 4: Resultado da análise dos resultados das estações de monitoramento do Inea nas águas interiores das lagoas do Sistema Lagunar Itaipu Piratininga, de acordo com o IQ_{NSF}. Fonte: Inea, 2021.

Estações de Monitoramento	Corpo Hídrico	IQA NSF 2013	IQA NSF 2014	IQA NSF 2015	IQA NSF 2016	IQA NSF 2017	IQA NSF 2018	IQA NSF 2019	IQA NSF 2020	Média IQA NSF 2013-2020
AZ100	Rio Arrozal	36,0	32,8	37,9	58,5	31,6	33,6	37,7	35,3	37,9
JC200	Rio Jacaré	36,0	29,4	33,3	44,4	25,8	31,1	29,4	31,7	32,6
JM300	Rio João Mendes	25,6	26,1	29,4	45,0	34,9	27,1	35,3	35,5	32,4
SA720	Rio Santo Antônio	21,6	20,8	38,4	18,8	25,6	27,1	37,7	38,6	28,6
VL350	Rio da Vala	41,1	44,2	39,8	46,6	25,2	27,6	34,7	40,7	37,5

Tabela 5: Resultado da análise dos resultados das estações de monitoramento do Inea no espelho d'água das lagoas do Sistema Lagunar Itaipu Piratininga, de acordo com o IQACCME. Fonte: Inea, 2021.

Estações de Monitoramento	Corpo Hídrico	IQA CCME 2012	IQA CCME 2013	Média IQA CCME 2014 - 2016	Média IQA CCME 2017 - 2019	Média IQA CCME 2012 - 2019
PR002	Laguna de Piratininga (canal)	28,7	15,7	20,4	31,4	24,1
PR003	Laguna de Itaipu (canal)	32,5	30,5	29,4	61,5	38,5

Na Figura 3 é possível observar os Índices de Qualidade de Água (IQA) das amostras coletadas entre os anos de 2013 e 2020 para os corpos hídricos contribuintes ao sistema lagunar, operados pelo Inea.

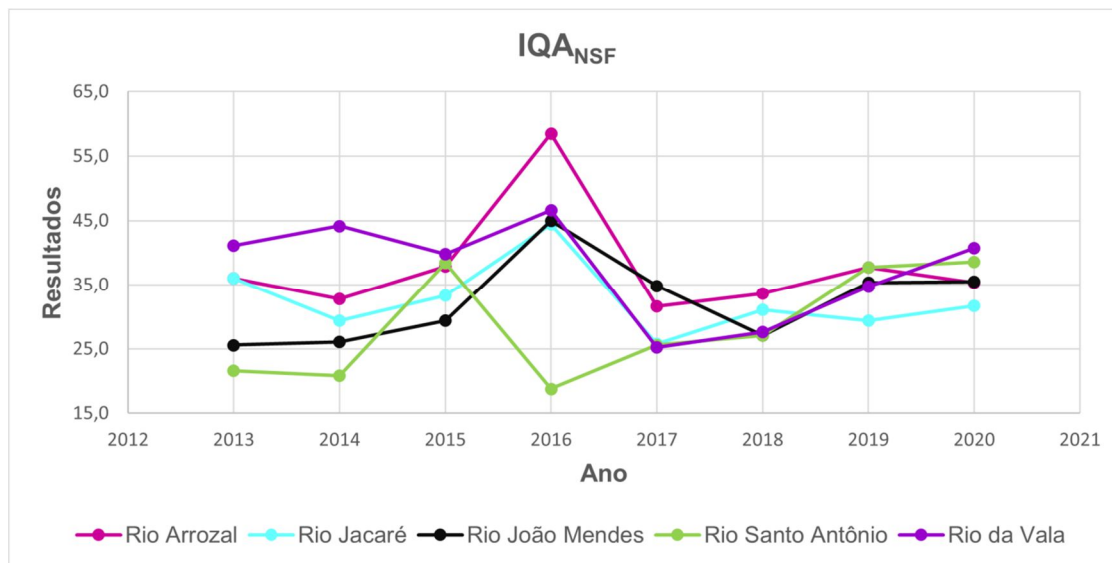


Figura 3: IQA_{NSF} dos pontos monitorados nos contribuintes ao sistema lagunar. Fonte: Autor do Trabalho.

De acordo com os resultados do Índice de Qualidade da Água das amostras coletadas, observa-se que o ponto AZ100, no rio Arrozal, obteve o valor de 58,5, considerado o IQA mais alto dentro dos anos de 2013 a 2020, sendo classificado como “médio”. No ano seguinte, o índice caiu consideravelmente, apresentando o valor de 31,6, considerado o pior resultado para este ponto, e depois estabilizando entre os valores 30 e 40. De 2013 a 2017, o ponto SA720, no rio Santo Antônio, obteve os piores valores do IQA, sendo classificado como “muito ruim”. Todavia, observou-se uma tendência de crescimento a partir do ano de 2017, com o ponto estabilizando-se entre os valores 35 e 45 entre 2019 e 2020.

Os demais pontos estão estabilizados como “ruim” dentro do intervalo de disponibilidade de dados, variando entre os valores de 25 a 50. A partir do ano de 2017 foi observada uma leve tendência de crescimento, mas ainda insuficiente para mudança de faixa.

Na Figura 4 é possível observar os Índices de Qualidade de Água (IQA) das amostras coletadas entre os anos de 2012 e 2019 para os pontos de monitoramento situados nas lagoas (canal), operados pelo Inea.

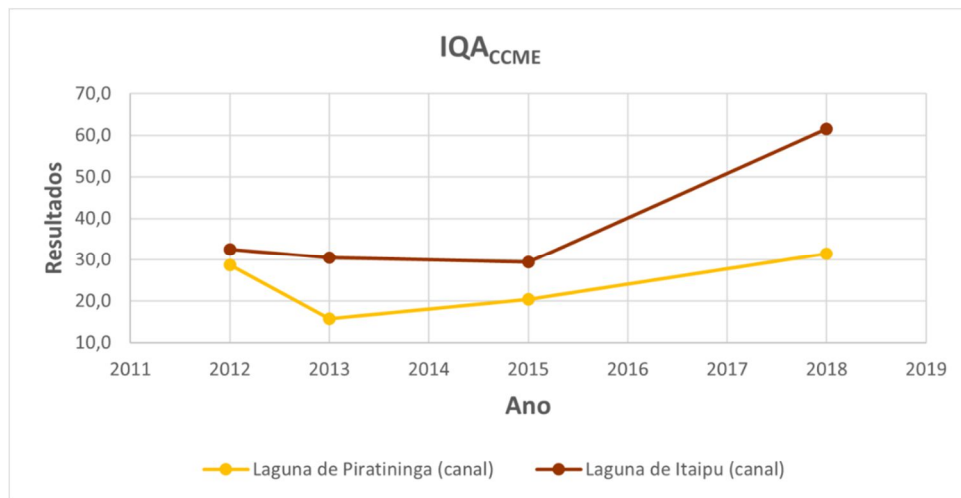


Figura 4: IQ_{ACCME} dos pontos monitorados nas lagoas. Fonte: Autor do Trabalho.

No ponto PR003, situado na Laguna de Itaipu (canal), observa-se que até 2015 o IQA vinha mantendo-se numa tendência de estabilidade, na faixa de IQA “péssimo”, atingindo no triênio de 2016-2018 o valor de 61,5, considerado o mais alto para os pontos situados nas lagoas, sendo classificado como “ruim”.

O ponto PR002, situado na Laguna de Piratininga (canal), manteve-se relativamente estável na faixa de IQA “péssimo” dentre os anos de 2012 a 2018, apesar da leve tendência de crescimento observada no último triênio.

Na Figura 5 é apresentada a distribuição espacial dos pontos monitorados pelo Inea de acordo com o resultado da média do resultado do IQ_{NSF} e do IQ_{ACCME}.

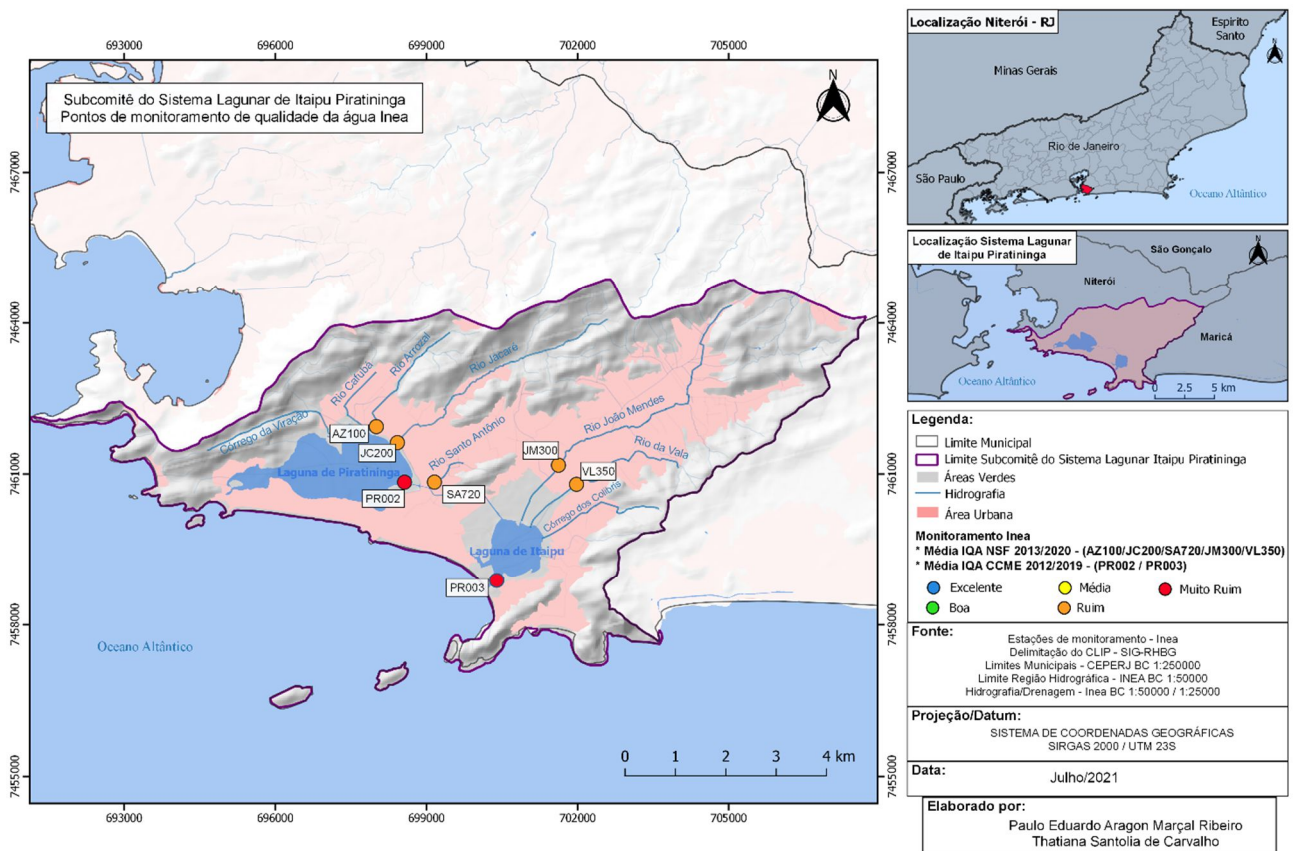


Figura 5: Distribuição espacial dos pontos monitorados do Sistema Lagunar Itaipu Piratininga operados pelo Inea – média do IQ_{NSF} e IQ_{ACCME}. Fonte: Autor do Trabalho.

CONCLUSÃO

Ao longo das últimas décadas o processo de urbanização e ocupação da região oceânica do município de Niterói resultou na transformação de diversas características originais do local, principalmente por conta do maior aporte de esgoto doméstico lançado diretamente nos corpos d'água pela população que foi se estabelecendo em seu entorno.

O monitoramento sistemático do Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga vem sendo realizado pelo órgão gestor do meio ambiente, que utiliza de índices de qualidade da água para apresentar as informações sobre o monitoramento. A avaliação da qualidade da água obtida por tais índices apresenta limitações, já que estes consideram principalmente parâmetros indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos, e não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água. Apesar disso, não há funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras na região do Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga, e dessa forma a principal fonte de contaminação do sistema lagunar é o despejo irregular de esgoto sanitário nas lagoas e em seus contribuintes, de maneira que os índices adotados são representativos em relação à qualidade de água no sistema lagunar.

A análise dos resultados para as estações de monitoramento das águas interiores revela rios deteriorados e com condições precárias de saúde ambiental no sistema lagunar.

O órgão gestor ambiental já realiza o monitoramento nos principais rios que desaguam nas lagoas, porém não há monitoramento no espelho d'água lagunar, apenas nos canais, portanto recomenda-se expandir a rede de monitoramento para o espelho d'água das lagoas. Diante disso, destaca-se como positiva a iniciativa do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara de realizar o monitoramento da água através da complementação da rede de monitoramento existente do órgão ambiental estadual, através da contratação de instituição especializada para o monitoramento quali-quantitativo da água, com recursos provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Além disso, apesar da principal fonte de contaminação do sistema lagunar ser o despejo irregular de esgoto sanitário, monitoramentos independentes, como as campanhas realizadas pela empresa Hydrosience, contratada pela Prefeitura de Niterói para a realização de estudos ambientais entre os anos de 2018 e 2019, apontam que o ecossistema também é alvo de contaminação por metais pesados em sedimentos de fundos e plantas aquáticos, portanto recomenda-se que sejam analisados outros parâmetros além dos que atualmente são contemplados pelos índices adotados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COIMBRA, João Paulo Paulino et al. Atlas da Região Hidrográfica V: Baía de Guanabara e sistemas lagunares de Maricá e Jacarepaguá. Resende: AGEVAP, 2021.
2. INEA, Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em < <http://www.inea.rj.gov.br/>>. Acessado em 28 de julho de 2021.
3. HYDROSCIENCE SOLUÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. Evolução Histórica dos Usos do Sistema Lagunar e Seu Entorno. Porto Alegre, RS. 2018.
4. CBH-BG, Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá. Disponível em < <http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/>>. Acessado em 28 de julho de 2021.