



PROGRAMA ÁGUA AZUL

REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO
DA QUALIDADE DA ÁGUA

PROJETO ESTUDO DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE

**Avaliação das Condições de Balneabilidade e Qualidade das
Águas de Alguns Reservatórios Hídricos do Rio Grande do
Norte no Período de 07/03 a 25/04/2010**



NATAL-RN, ABRIL DE 2010



PROGRAMA ÁGUA AZUL
REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO
DA QUALIDADE DA ÁGUA
PROJETO ESTUDO DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE

Avaliação das Condições de Balneabilidade e Qualidade das Águas
de Alguns Reservatórios Hídricos do Rio Grande do Norte
no Período de 07/03 a 25/04/2010

Governo do Estado do Rio Grande do Norte
Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - SEMARH
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN - IDEMA
Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte - IGARN
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte - EMPARN
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRRN
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

COORDENAÇÃO GERAL

SÉRGIO LUIZ MACÊDO - IDEMA
Eng^o Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Núcleo de Monitoramento Ambiental – NMA / IDEMA

NELSON CÉSIO FERNANDES SANTOS- IGARN
Eng^o Civil, Mestre em Recursos Hídricos, Coordenador de Gestão Operacional – IGARN

MANOEL LUCAS FILHO- UFRN
Eng^o Civil, Doutor e Pós Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos, Professor e Diretor do Centro de Tecnologia da UFRN

COORDENAÇÃO DO ESTUDO DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO RIO G. DO NORTE

RONALDO FERNANDES DINIZ
Geólogo, Doutor em Geologia Costeira e Ambiental – DIETREN / IFRRN



PROGRAMA ÁGUA AZUL
REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO
DA QUALIDADE DA ÁGUA
PROJETO ESTUDO DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE (PEBPRN)

Avaliação das Condições de Balneabilidade e Qualidade das Águas
de Alguns Reservatórios Hídricos do Rio Grande do Norte
no Período de 07/03 a 25/04/2010

EQUIPE TÉCNICA DO IFRN (EXECUTORA DO PEBPRN)

ANDRÉ LUIS CALADO ARAÚJO
Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Sanitária, University of Leeds, England

ANDRÉA LESSA DA FONSECA
Engenheira Química, Doutora em Engenharia Química, UFRN

DOUGLISNILSON DE MORAES FERREIRA
Químico - UFRN

LUIZ EDUARDO LIMA DE MELO
Biólogo, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFPB

MILTON BEZERRA DO VALE
Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Sanitária, UFRN

RONALDO FERNANDES DINIZ
Geólogo, Doutor em Geologia Costeira e Ambiental, UFBA

HUGO PAIVA TAVARES DE SOUZA
Aluno do Curso Técnico de Geologia e Mineração, IFRN

MIRLENE NEYCE SOARES PEREIRA
Aluna do Curso Técnico de Controle Ambiental, IFRN

PALOMA DE PAULA GOMES
Aluna do Curso Técnico de Controle Ambiental, IFRN

ISAAC GUIMARÃES UBARANA
Aluno do Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental, IFRN

RENATA FERREIRA MOURA
Aluna do Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental, IFRN

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os resultados da “Avaliação das Condições de Balneabilidade das Águas de Alguns Reservatórios Hídricos do Rio Grande do Norte”, no período de 07 de março a 25 de abril de 2010, assim compreendendo a classificação dos mananciais estudados quanto às suas condições de balneabilidade e o estudo da qualidade físico-química e microbiológica da água dos mesmos.

Este estudo é parte integrante do projeto “**Estudo de Balneabilidade das Praias do Estado do Rio Grande do Norte**”, inserido no Programa Estadual “**Água Azul**”, executado conjuntamente pelo IDEMA (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte) e IFRN (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

I. INTRODUÇÃO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), através de ações desenvolvidas juntamente com o Governo do Estado do Rio Grande do Norte, nas quais participam a sua Secretaria de Recursos Hídricos, representada principalmente pelo IDEMA (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte), vem realizando o projeto “Estudo de Balneabilidade das Praias do Estado do Rio Grande do Norte”, este inserido no programa estadual “Água Azul”.

O objetivo maior do projeto acima mencionado é a identificação das condições de balneabilidade das principais praias norte-riograndenses, classificando-as em *PRÓPRIA* ou *IMPRÓPRIA* para o banho, conforme especificação da Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do meio Ambiente) nº 274/2000.

Os Açudes e Barragens do interior do Rio Grande do Norte, normalmente utilizados pela população para diversos usos, tais como o abastecimento público de água, pesca, dessedentação de animais e irrigação, também são utilizados nos finais de semana para lazer, principalmente banhos. A maior frequência de banhistas é registrada nos maiores reservatórios de água potiguares, notadamente naqueles situados mais próximos aos centros urbanos.

Este estudo compreendeu o monitoramento de 05 (cinco) reservatórios hídricos da Região Oeste Potiguar: (i) Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves; (ii) Barragem Santa Cruz do Apodi; (iii) Barragem de Pau dos Ferros; (iv) Açude Professor Cortez Pereira; e (v) o Açude de Lucrecia; e o monitoramento de 04 (quatro) reservatórios hídricos da Região Seridó Potiguar: (i) Barragem Boqueirão de Parelhas; (ii) Barragem Passagem das Traíras; (iii) Açude Itans e (iv) Açude Gargalheiras.

Os parâmetros avaliadores da balneabilidade para água doce usados foram as bactérias coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli*, por estarem presentes frequentemente nos meios hídricos usados para fins recreacionais, como também pelo seu potencial de disseminação de doenças. Esses organismos, quando presentes na água dos mananciais indicam a contaminação fecal de seres humanos e animais de sangue quente.

A água contaminada pode causar doenças de veiculação hídrica, tais como: como gastroenterite, verminoses, doenças de pele e até doenças mais graves como hepatite, cólera e febre tifóide. Além disso, a presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, são capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável à recreação. O pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; a floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; e outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente o exercício da recreação de contato primário podem definir a impropriedade da água para o banho e/ou consumo.

Para avaliar a qualidade físico-química dos mananciais estudados, foram analisados os seguintes parâmetros: cor, turbidez, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, nitrogênio orgânico, nitrogênio total, fósforo total. A avaliação da contaminação por tóxicos utilizou-se de alguns metais pesados (Ag, Al, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn), é feita uma comparação dos parâmetros avaliados com os padrões da legislação ambiental, através da resolução 357 do CONAMA.

Também foi realizado um monitoramento da quantidade de cianobactérias (também denominados como cianofíceas ou algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo). A maior importância do controle das cianobactérias está relacionada à capacidade destas células produzirem toxinas que, em grande quantidade, afetam a saúde humana e o equilíbrio do ambiente aquático.

Esses parâmetros nos permitem avaliar a qualidade da água dos mesmos mostrando um diagnóstico da qualidade físico-química da água dos mesmos, quanto à concentração de matéria orgânica, nutrientes e substâncias inorgânicas prejudiciais a saúde (metais pesados), além de qualidade biológica da água do manancial.

Outra forma de monitorar a qualidade das águas superficiais é a utilização do cálculo do Índice de Qualidade das Águas – IQA. A CETESB utiliza desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

As principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade.

II. METODOLOGIA

2.1. Localização e Amostragem

Os mananciais superficiais foram avaliados através de análises biológicas, bacteriológicas e físico-químicas, realizadas segundo procedimentos recomendados pela APHA-AWWA-WPQCF (APHA *et al*, 1998). Os locais de coleta foram determinados levando-se em conta o fluxo de banhistas e a proximidade de saídas de corpos d'águas, tais como valas, rios, riachos, isto é, todos os locais com maiores riscos de contaminação. A Figura 1 mostram a localização dos nove mananciais superficiais no estado do Rio Grande do Norte com seus respectivos municípios.

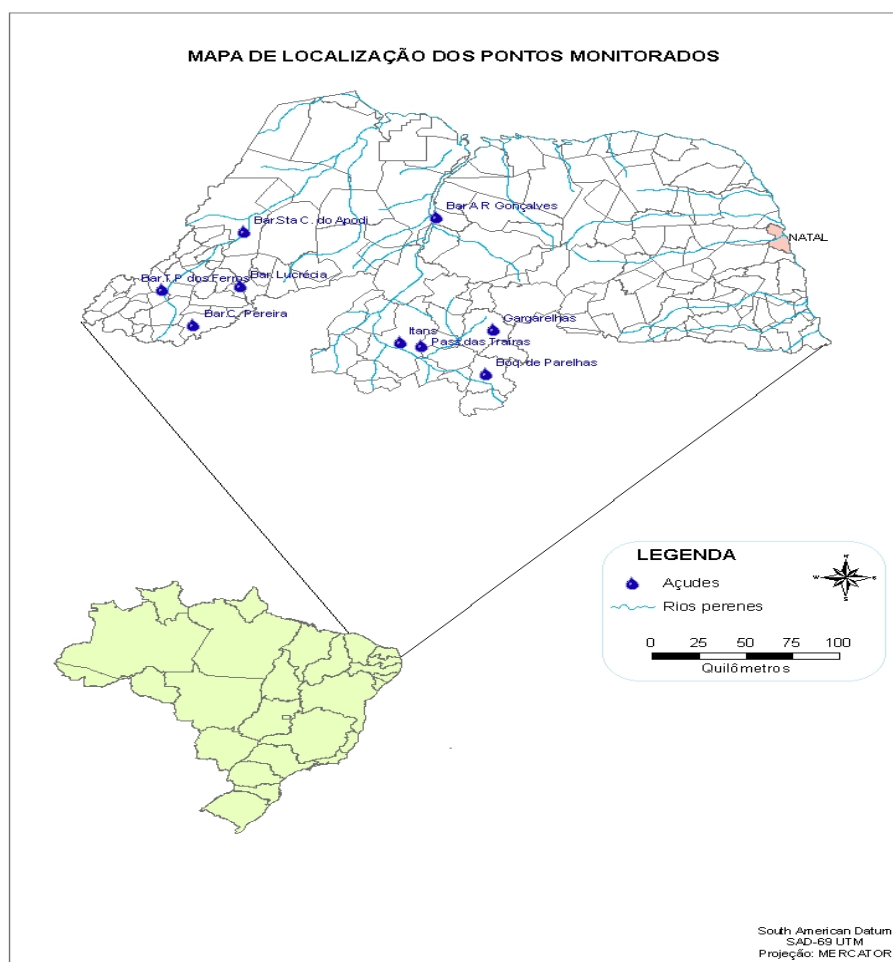


Figura 1. Localização dos reservatórios de água interiores monitorados.

Foi escolhido um ponto de coleta para cada reservatório (Figuras 2 a 10), referenciado com o uso de GPS (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição e localização dos Pontos de Coleta.

Ponto	Açude	Município	Coordenadas (UTM)
1	Açude Prof. Cortez Pereira	Alexandria	605945 9294500
2	Barragem de Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	589297 9320400
3	Barragem Santa Cruz do Apodi	Apodi	632793 9362886
4	Açude de Lucrecia	Lucrecia	631033 9323480
5	Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Itajá	735334 9373036
6	Barragem Boqueirão de Parelhas	Parelhas	762135 9259088
7	Barragem Passagem das Traíras	Jardim do Seridó	727715 9279278
8	Açude de Itans	Caicó	715891 9282138
9	Açude Gargalheiras	Acari	0765529 9291258



Figura 2. Vista do ponto de coleta no Açude Prof. Cortez Pereira (Alexandria-RN).



Figura 3. Vista do ponto de coleta na Barragem de Pau dos Ferros (Pau dos Ferros-RN).



Figura 4. Vista do ponto de coleta na Barragem de Santa Cruz do Apodi (Apodi-RN).



Figura 5. Vista do ponto de coleta no Açude de Lucrécia (Lucrécia-RN).



Figura 6. Vista do ponto de coleta na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Itajá-RN).



Figura 7. Vista do ponto de coleta na Barragem Boqueirão de Parelhas (Parelhas-RN)



Figura 8. Ponto de coleta na Barragem Passagem das Traíras (Jardim de Seridó-RN).



Figura 9. Vista do ponto de coleta no açude Itans (Caicó-RN).



Figura 10. Vista do ponto de coleta no Açude de Gargalheiras (Acari-RN).

As amostragens foram realizadas sempre nos mesmos pontos pré-estabelecidos, durante 05 (cinco) semanas distribuídas no período de 05/03 a 25/04/2010, sempre aos domingos e geralmente no período da manhã, entre as 09h00 e 12h00, numa profundidade média de 1,0 m para balneabilidade e de 30 cm para as análises físico-químicas. Para cada amostra foram coletados 100 mL de água em frascos esterilizados para balneabilidade e dois 02 litros para análises físico-químicas. Nos frascos com destino a contagem de células, foram adicionados 3 mL de solução lugol, em 300 mL de amostra. Imediatamente após cada coleta, estas amostras foram conservadas sob refrigeração, até suas entregas para determinações no Laboratório de Análise de Águas do IFRN.

2.2. Determinação de coliformes termotolerantes

Na necessidade de métodos mais rápidos para a detecção e quantificação de Coliformes termotolerantes, foi usada técnica de tubos múltiplos, com a inoculação no meio de cultura A₁.

O Standard methods (US-EPA) for examination of water and wastewater, em sua 21^a edição, recomenda este método com meio A₁ para análises de água de fonte, águas marinhas e águas residuárias tratadas.

Emprega-se um procedimento simplificado, com inoculação direta da amostra do meio A₁, e incubação a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. A produção de gases (hidrogênio e dióxido de carbono) e de ácido, a partir da fermentação da lactose do meio A₁, é prova confirmativa positiva para a presença de bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes.

2.3. Classificação da balneabilidade

Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade e de acordo com a Resolução N^o 274 de 29 de novembro de 2000 do CONAMA, são estabelecidos critérios para a classificação das águas destinadas a balneabilidade (recreação de contato primário), avaliada nas categorias **PRÓPRIA** e **IMPRÓPRIA**, considerada a densidade de coliformes termotolerantes de um conjunto de amostras, em cada uma de cinco semanas anteriores e consecutivas. As águas consideradas **PRÓPRIAS** poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- (i) **Excelente:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- (ii) **Muito Boa:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- (iii) **Satisfatória:** quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

As águas serão consideradas **IMPRÓPRIAS**, sendo desaconselhadas para recreação de contato primário, quando no trecho avaliado for verificada uma das seguintes ocorrências:

- (i) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- (ii) Valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- (iii) Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- (iv) Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- (v) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- (vi) Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- (vii) Outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

2.4. Determinação de Cianobactérias

As cianobactérias foram realizados somente ensaios quantitativos (contagem de células de cianobactérias (cel/mL)). A contagem de células de cianobactérias, foi realizada em microscópio binocular, na câmara de Sedgwick - Rafter, com retículo de Whipple acoplado na ocular. Seguindo a Norma Técnica CETESB L5 303.

2.5. Determinações físico-químicas das águas

Nos nove pontos de coleta semanalmente foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, nitrogênio orgânico.

2.4.1 Procedimentos analíticos

O Quadro 1 discrimina os parâmetros analisados e os seus respectivos métodos e referências bibliográficas.

Quadro 1 - Parâmetro analisados e seus respectivos métodos e referências.

Parâmetros	Métodos	Referências
DBO ₅	Incubação com diluição/iodométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Turbidez	Espectrofotométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
nitrato	Espectrofotométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Oxigênio Dissolvido	iodométrico de Winkler	APHA <i>et al.</i> (2005)
Temperatura	Termômetro filamento de mercúrio	APHA <i>et al.</i> (2005)
pH	Eletrométrico/potenciométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Sólidos totais	gravimétrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Nitrito	Espectrofotométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Fósforo total	Espectrofotométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Metais	Espectrofotometria absorção atômica	APHA <i>et al.</i> (2005)

2.5. Determinação do Índice de Qualidade da Água – IQA

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos nove parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

A expressão matemática utilizada para o cálculo do IQA é dada pela equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

- IQA = índice de qualidade das águas, é um número entre zero a cem
- n = número de parâmetros selecionados
- q_i = índice de qualidade do i ésimo parâmetro (zero a cem)
- w_i = peso relativo do i ésimo parâmetro (numero menor que 1)

Os parâmetros adotados possuem pesos (w), conforme a Quadro 2.

Quadro 2: pesos para calculo do IQA, segundo a CETESB.

Nº	Parâmetro	Unidade	Peso (w)
1	Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	0,15
3	pH	-	0,12
4	Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg O ₂ /L	0,10
5	Nitrogênio Total	mg N/L	0,10
6	Fósforo Total	mg P/L	0,10
7	Temperatura de desvio	°C	0,10
8	Turbidez	uT	0,08
9	Sólidos Totais	mg P/L	0,08

Segundo a CETESB, 2010, a partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme Quadro 3.

Quadro 3. Classificação da qualidade das águas do IQA, segundo CETESB.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

III. RESULTADOS

3.1 Qualidade Microbiológica - Balneabilidade

Os resultados obtidos das amostras analisadas, assim como a média obtida nas cinco semanas do estudo para quantificação de Coliformes Termotolerantes nos corpos d'água dos cinco reservatórios da região Oeste são apresentados na tabela 2 e dos quatro reservatórios da região do Seridó na tabela 3.

Segundo os dados obtidos durante o presente estudo, todos os pontos analisados apresentaram-se **PRÓPRIOS** para banho.

Tabela 2. Valores de Coliformes Termotolerantes e médias (NMP/100 mL) determinados nos pontos amostrados nos mananciais da Região Oeste.

Reservatório Hídrico	Semana 01 07/03/10	Semana 02 14/03/10	Semana 03 28/03/10	Semana 04 11/04/10	Semana 05 18/04/10	Média	Classif. de Balneabilidade (Resolução CONAMA nº 274/2000)
Açude Prof. Cortez Pereira	49	23	13	70	11	33	PRÓPRIA
Barragem de Pau dos Ferros	79	49	2400	49	23	520	PRÓPRIA
Barragem Santa Cruz do Apodi	130	79	23	13	240	101	PRÓPRIA
Açude de Lucrécia	350	920	11	70	49	280	PRÓPRIA
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	350	33	10	46	9	109	PRÓPRIA

Tabela 3. Valores de Coliformes Termotolerantes e médias (NMP/100 mL) determinados nos pontos amostrados nos mananciais da Região Seridó.

Reservatório Hídrico	Semana 01 07/03/10	Semana 02 28/03/10	Semana 03 04/04/10	Semana 04 11/04/10	Semana 05 25/04/10	Média	Classif. de Balneabilidade (Resolução CONAMA nº 274/2000)
Barragem de Boqueirão	79	79	130	23	7	66	PRÓPRIA
Barragem de Passagem de Traíras	13	170	23	13	7	45	PRÓPRIA
Açude Itans	1100	140	110	33	8	278	PRÓPRIA
Açude Gargalheiras	22	23	5	5	2	11	PRÓPRIA

3.2. Qualidade biológica – densidade de Cianobactérias

Uma síntese dos resultados obtidos nas amostras analisadas, assim como a média obtida nas cinco semanas do estudo para quantificação de densidade de Cianobactérias (cel/mL), nos corpos d'água dos reservatórios das regiões Oeste e Seridó são apresentados nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

Como se pode observar na tabela abaixo, as barragens Armando Ribeiro Gonçalves e de Pau dos Ferros apresentaram valores semanais e médios de densidade de cianobactérias muito acima do limite da Resolução CONAMA nº 357/2005, para mananciais da Classe 2 (caso destes citados), que é de 50.000 cel/mL, enquanto os demais mananciais estudados apresentaram densidade de cianobactérias em valores abaixo desse limite.

Tabela 4. Valores de Contagem de Cianobactérias (cel/100 mL) determinados nos pontos amostrados nos mananciais da Região Oeste.

Contagem de Cianobactérias (Cel /mL)						
Data	Lucrécia	Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	Alexandria	Santa Cruz do Apodi	Pau dos Ferros	Limite Classe 2 (Resolução CONAMA nº 357/2005 – art. 14)
01/03/09	2.500	64.500	50	100	45.230	20.000
08/03/09	150.000	39.000	0	0	21.300	20.000
15/03/09	55.000	11.900	0	0	43.600	20.000
29/03/09	75.000	78.400	120	0	28.500	20.000
05/04/09	12.400	43.200	70	40	20.120	20.000
MÉDIA	58.980	47.400	48	28	31.750	20.000

Tabela 5. Valores de Contagem de Cianobactérias (cel/100 mL) determinados nos pontos amostrados nos mananciais da Região Seridó.

Contagem de Cianobactérias (Cel /mL)					
Data	Passagem Traíras	Gargalheiras	Boqueirão	Itans	Limite Classe 2 (Resolução CONAMA nº 357/2005 – art. 14)
07/03/10	40.650	102.350	9.750	14.150	20.000
28/03/10	12.450	56.000	1.850	28.800	20.000
04/04/10	24.600	19.300	5.700	25.850	20.000
11/04/10	34.500	12.100	2.340	23.670	20.000
55/04/10	15.620	67.400	3.750	18.300	20.000
Média	25.560	50.960	4.678	22.154	20.000

Os mananciais Boqueirão, Alexandria e Santa Cruz apresentaram valores médios muito abaixo do limite da pela Resolução CONAMA nº 357/2005 - para mananciais da Classe 2, que é 20.0000 (Cel/mL), mas os mananciais Passagem das Traíras, Itans apresentaram valores pouco acima do limite, no entanto os mananciais: Açude de Lucrécia, Gargalheiras e Eng. Armando Ribeiro apresentaram valores muito acima do limite da referida Resolução.

3.3. Qualidade física e química das águas dos reservatórios

Os resultados obtidos das análises realizadas com vistas à avaliação da qualidade da água do ponto de vista físico-químico, no período de 07/03 a 25/04/2010, incluindo como parâmetros temperatura, turbidez, pH, oxigênio dissolvido OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, sólidos totais estão apresentados a seguir:

- **Turbidez**

As Figuras 11 e 12 representam os valores encontrados para turbidez para os reservatórios estudados.

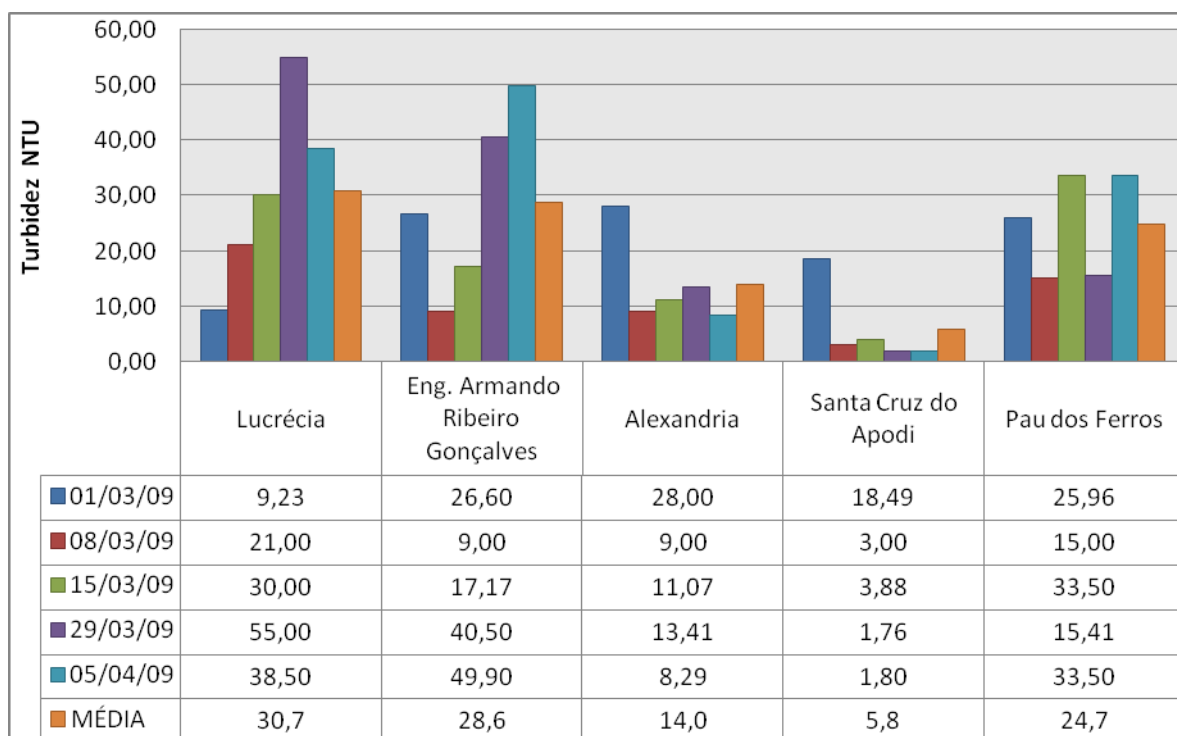


Figura 11. Resultados da turbidez das águas dos reservatórios da Região Oeste.

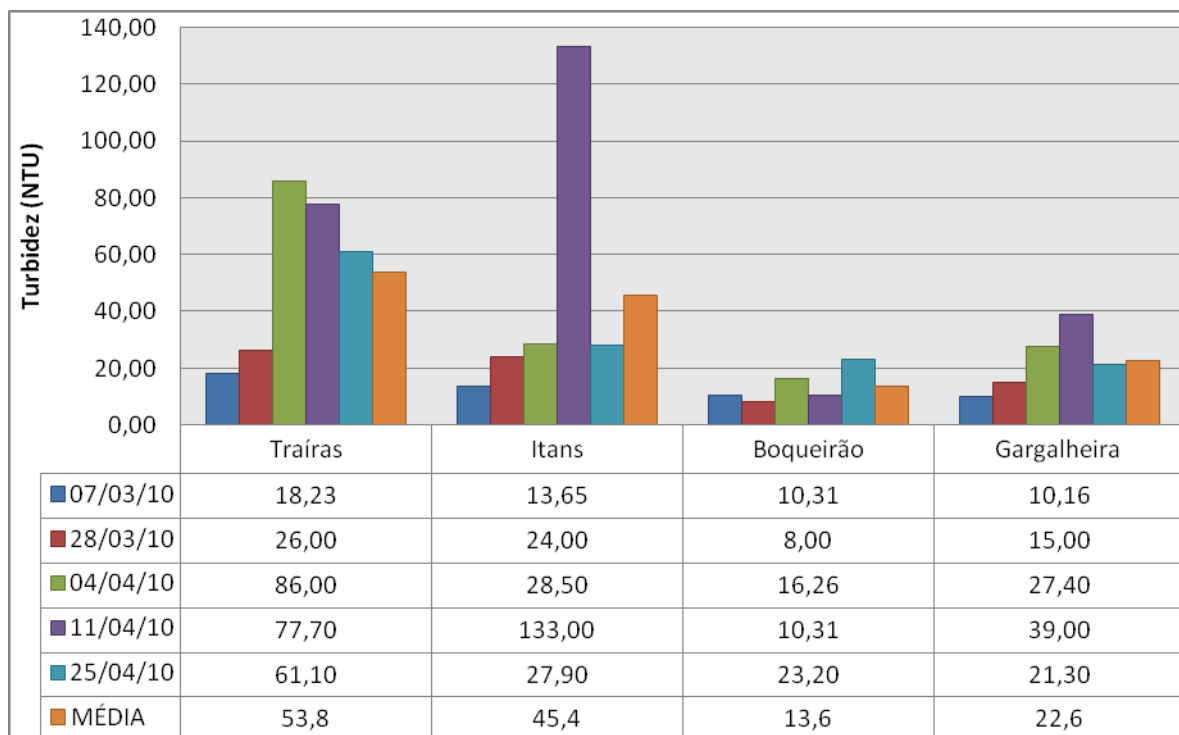


Figura 12. Resultados da turbidez das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Quanto ao material em suspensão (turbidez), todos os mananciais apresentaram, em todo o período de estudo, turbidez média abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 - para mananciais da Classe 2, que é turbidez igual a 100 NTU

- **Temperatura**

As Figuras 13 e 14 representam os valores encontrados para temperatura para os reservatórios estudados.

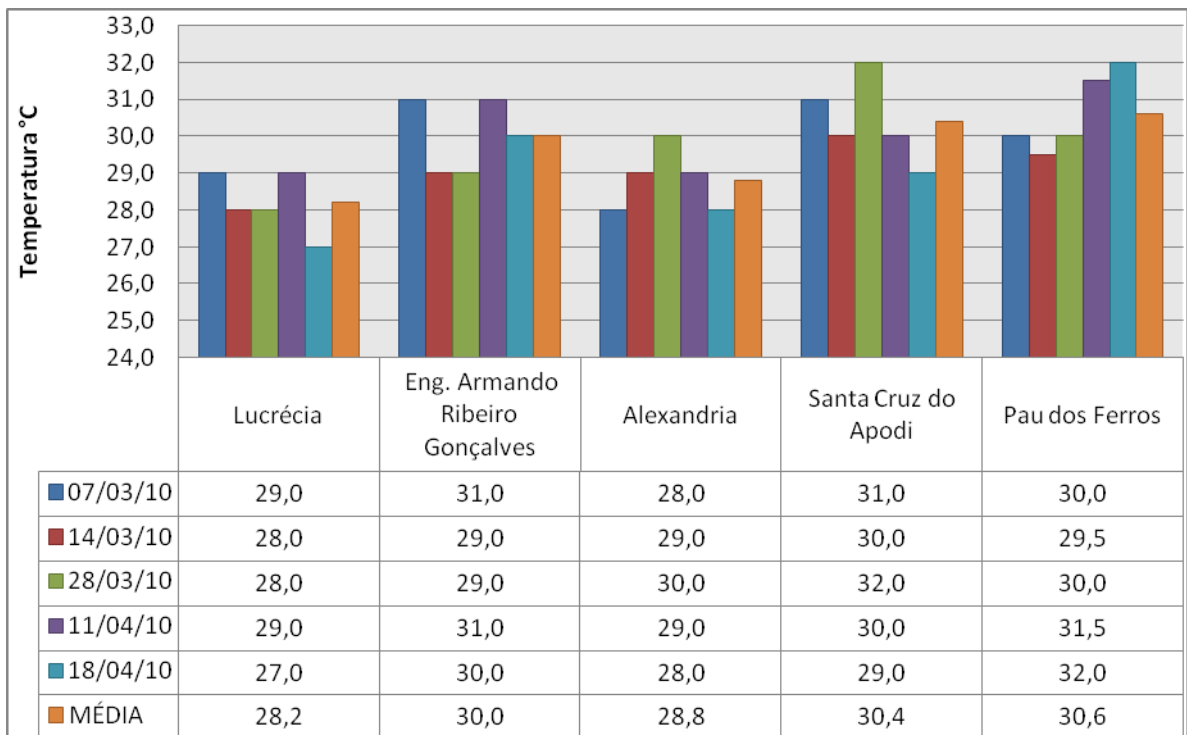


Figura 13. Resultados da temperatura das águas dos reservatórios da Região Oeste.

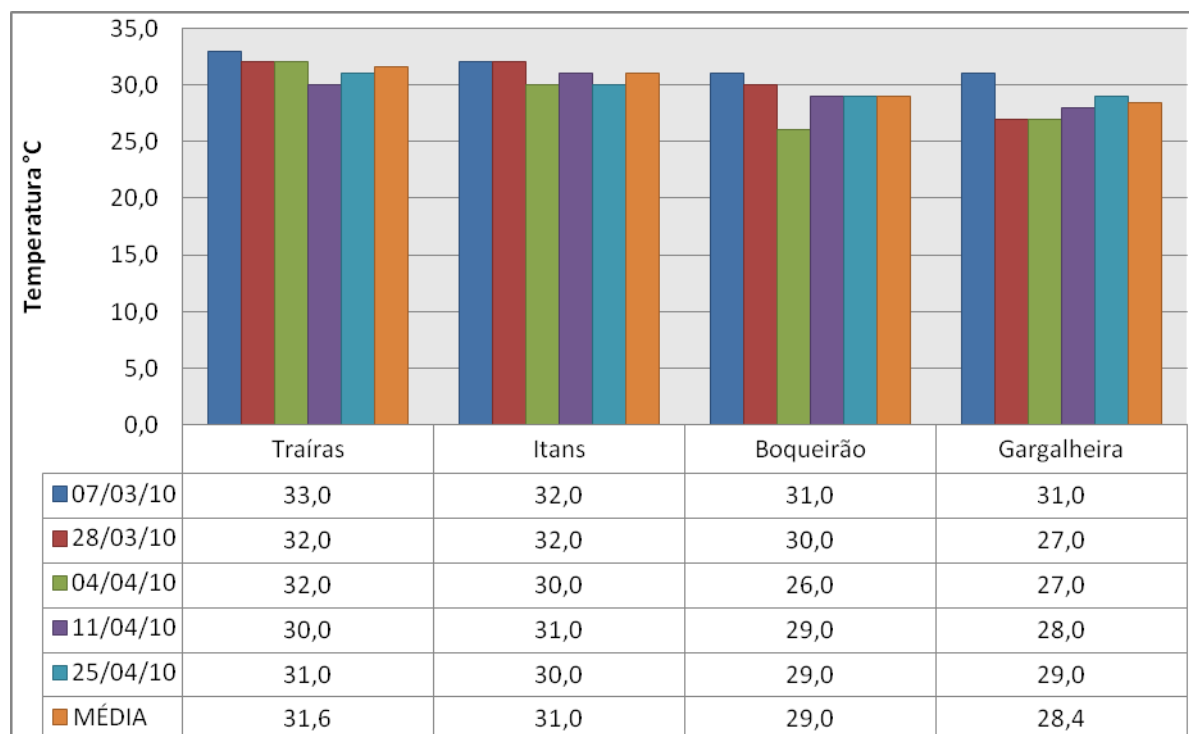


Figura 14. Resultados da temperatura das águas dos reservatórios da Região Seridó.

A temperatura variou de 27 a 33° C e nos açudes do Seridó, e nos corpos de água do Alto Oeste a temperatura da água variou de 27 a 32° C, sendo reflexo da temperatura média na Região que chegou a temperatura média de 40° C (EMPARN 2010).

- pH

As Figuras 15 e 16 representam os valores encontrados para pH para os reservatórios estudados.

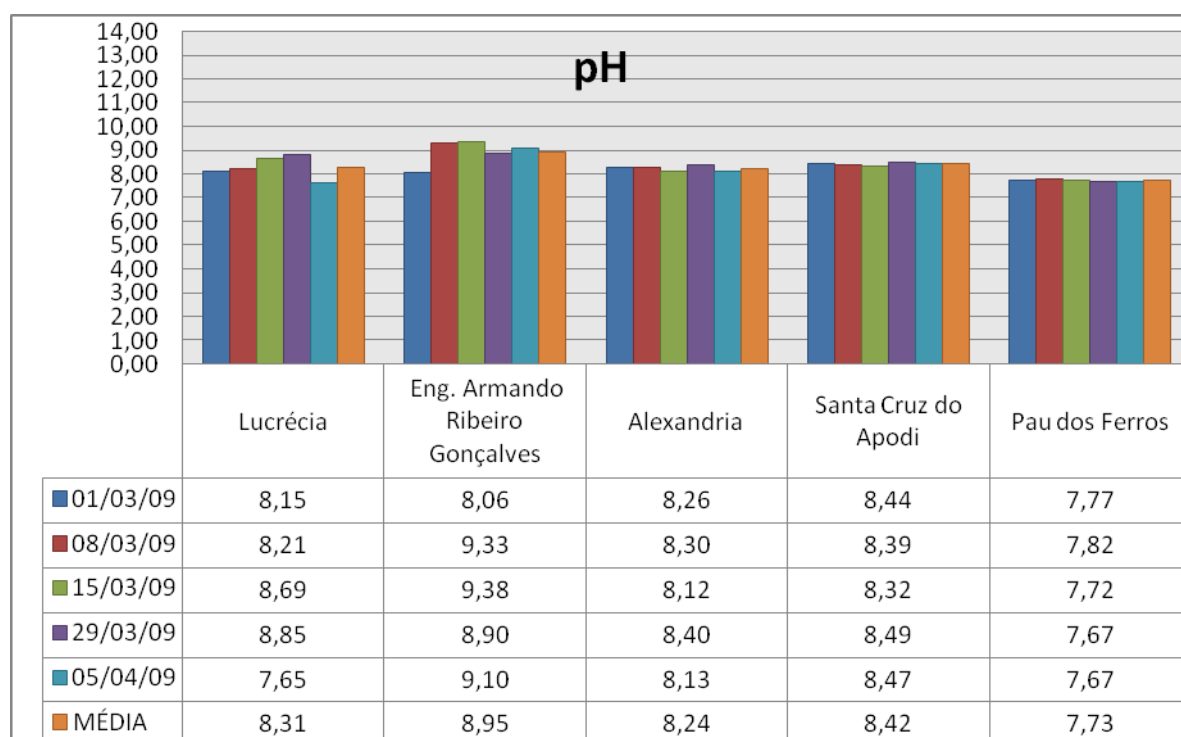


Figura 15. Resultados da pH das águas dos reservatórios da Região Oeste.

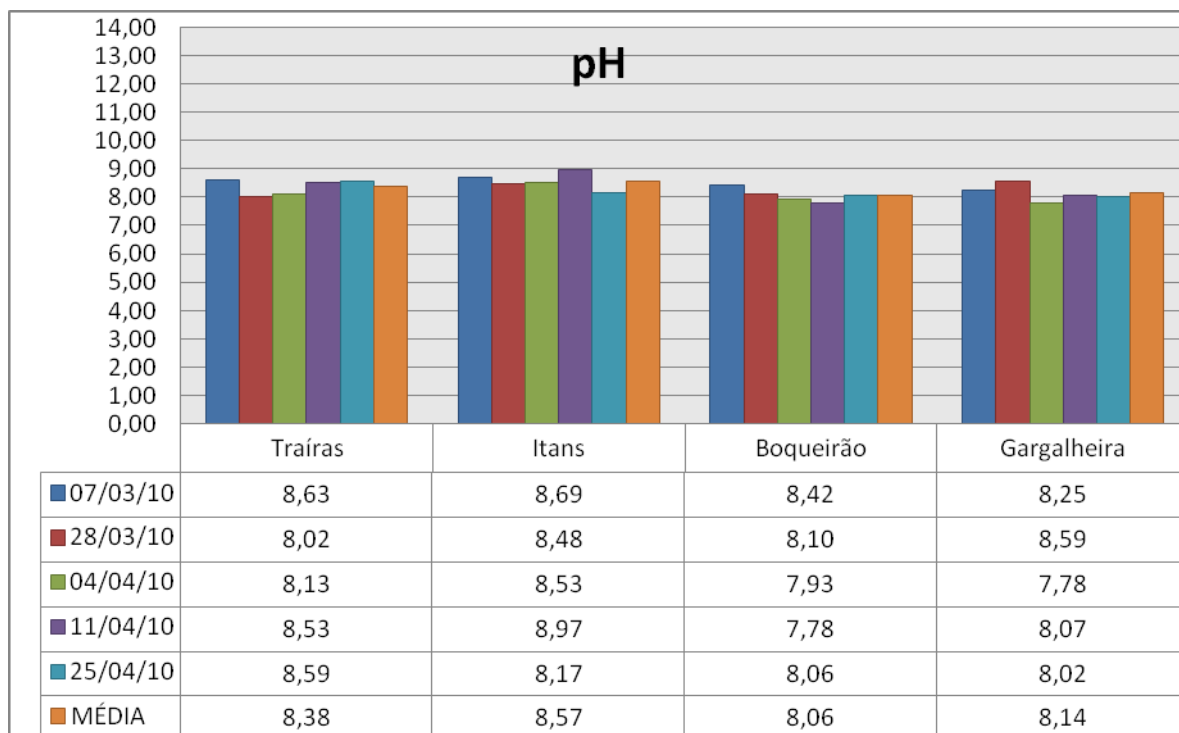


Figura 15. Resultados da pH das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Os resultados mostraram que todos os mananciais estudados apresentaram pH de tendência básica, sempre acima de 7,5 (sete e meio) e inferior a 9 (nove) e, portanto, estando dentro da faixa recomendada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2, que é pH de 6,5 a 9,0.

- **Oxigênio Dissolvido - OD**

As Figuras 17 e 18 representam os valores encontrados para oxigênio dissolvido (OD) para os reservatórios estudados.

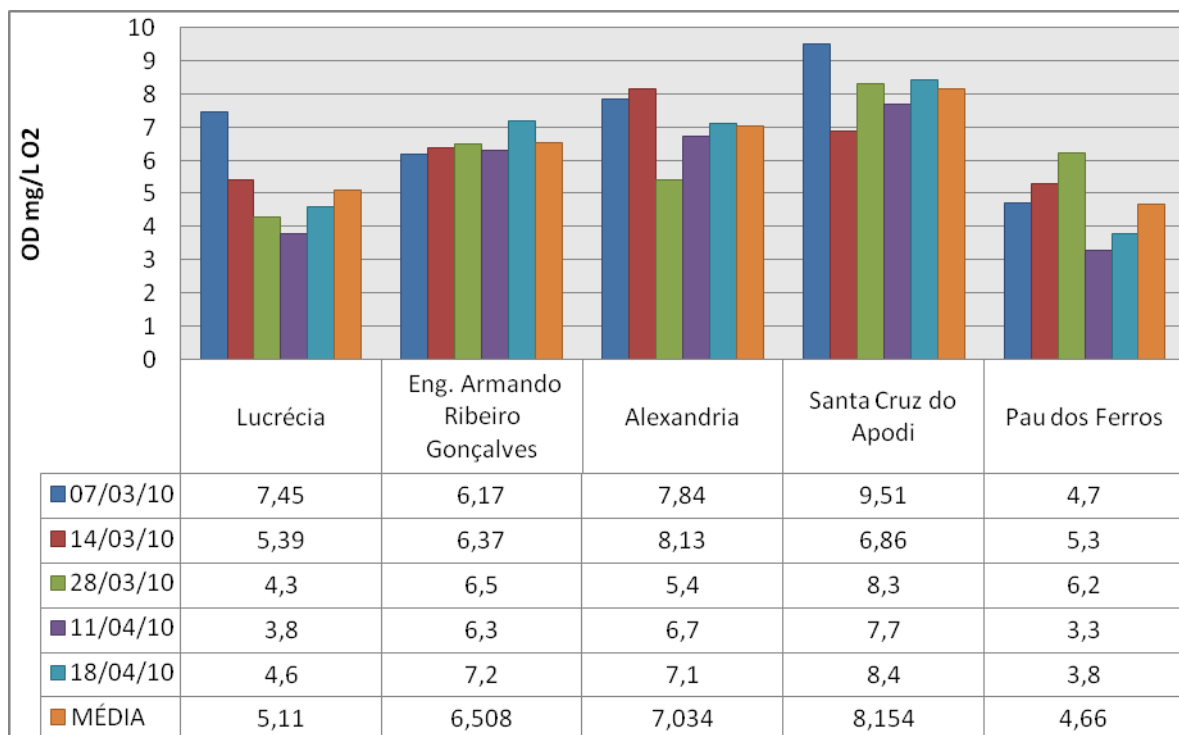


Figura 17. Resultados de oxigênio dissolvido das águas dos reservatórios da Região Oeste.

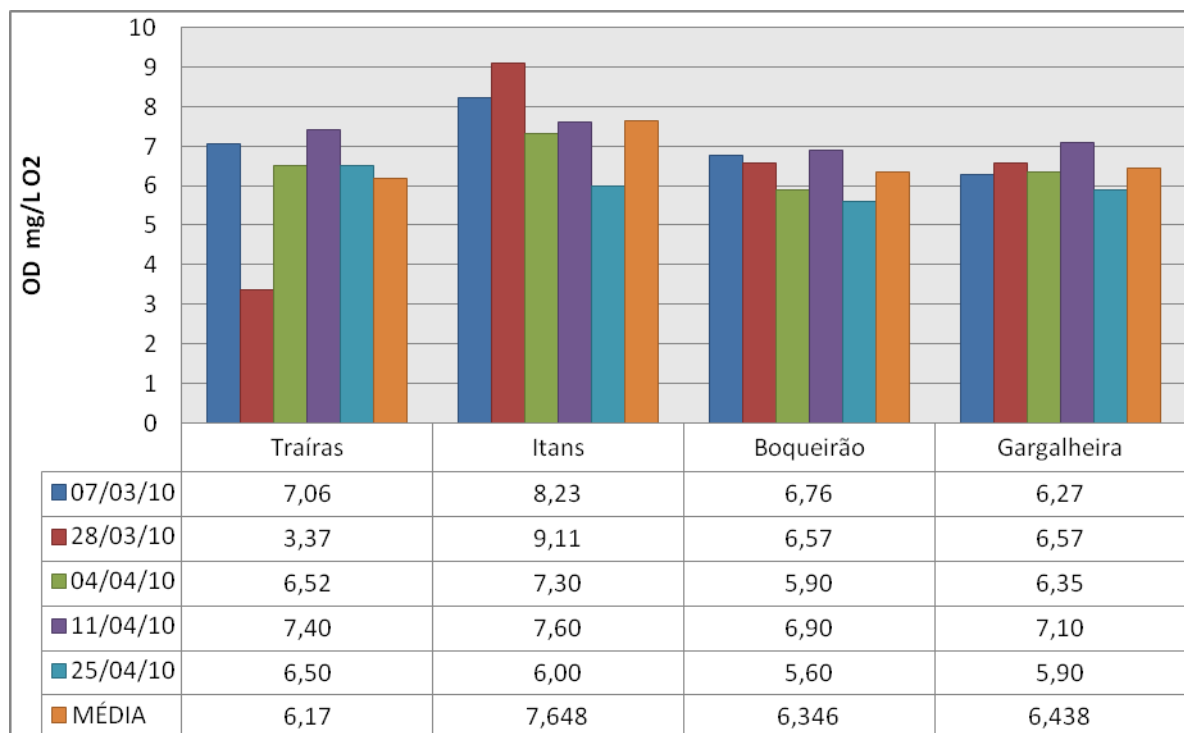


Figura 18. Resultados de oxigênio dissolvido das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Quanto à concentração de oxigênio dissolvido (OD), todos os mananciais estudados apresentaram concentrações médias maiores que a concentração limite de oxigênio dissolvido recomendada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2 (caso destes citados, que é OD = 5 mg/L), com exceção da Barragem de Pau dos Ferros, que apresentou media abaixo (4,6 mg/L) e valores baixos na faixa de 3,3 mg/L.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO**

As Figuras 19 e 20 representam os valores encontrados para demanda bioquímica de oxigênio para os reservatórios estudados.

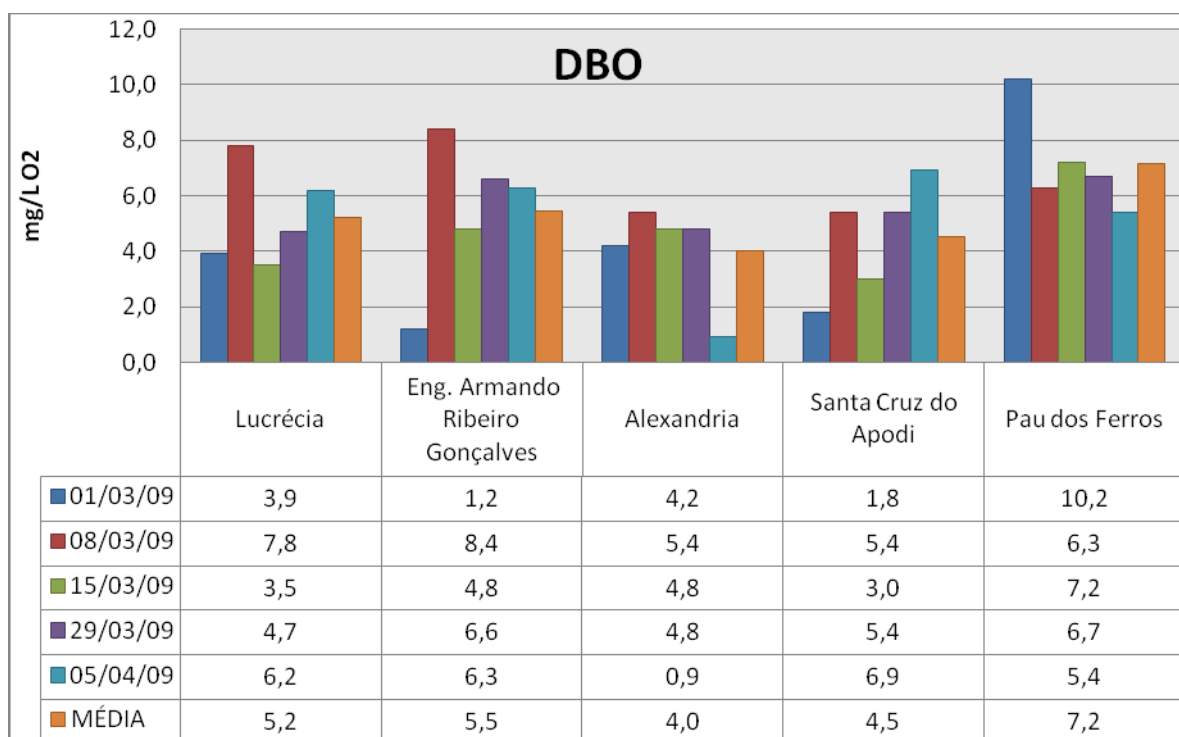


Figura 19. Resultados da DBO das águas dos reservatórios da Região Oeste.

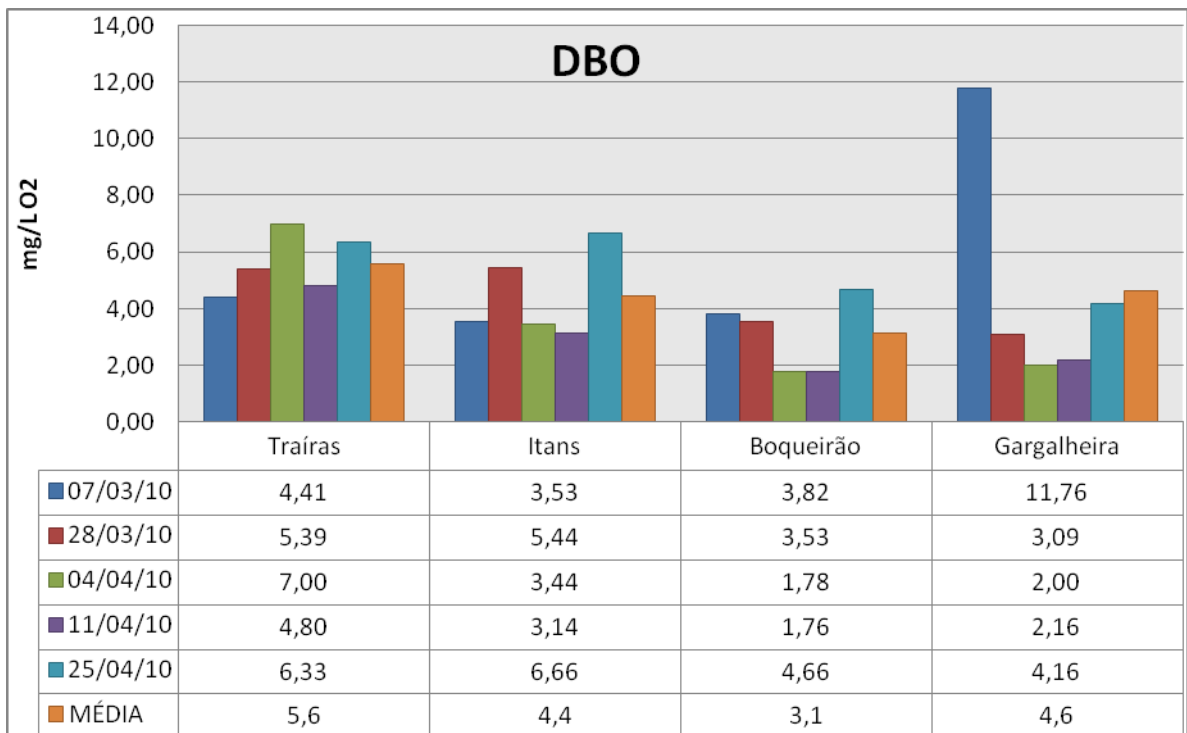


Figura 20. Resultados da DBO das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Quanto à concentração de matéria orgânica biodegradável (DBO_5), todos os mananciais estudados apresentaram concentrações médias inferior ou próximas da concentração limite de oxigênio dissolvido recomendada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2 (caso destes citados, que é $DBO_5 = 5$ mg/L), com exceção da Barragem de Pau dos Ferros, que apresentou media acima (7,26 mg/L) e valores altos (10,2 mg/L).

- **Fósforo Total**

As Figuras 21 e 22 representam os valores encontrados para fósforo total para os reservatórios estudados.

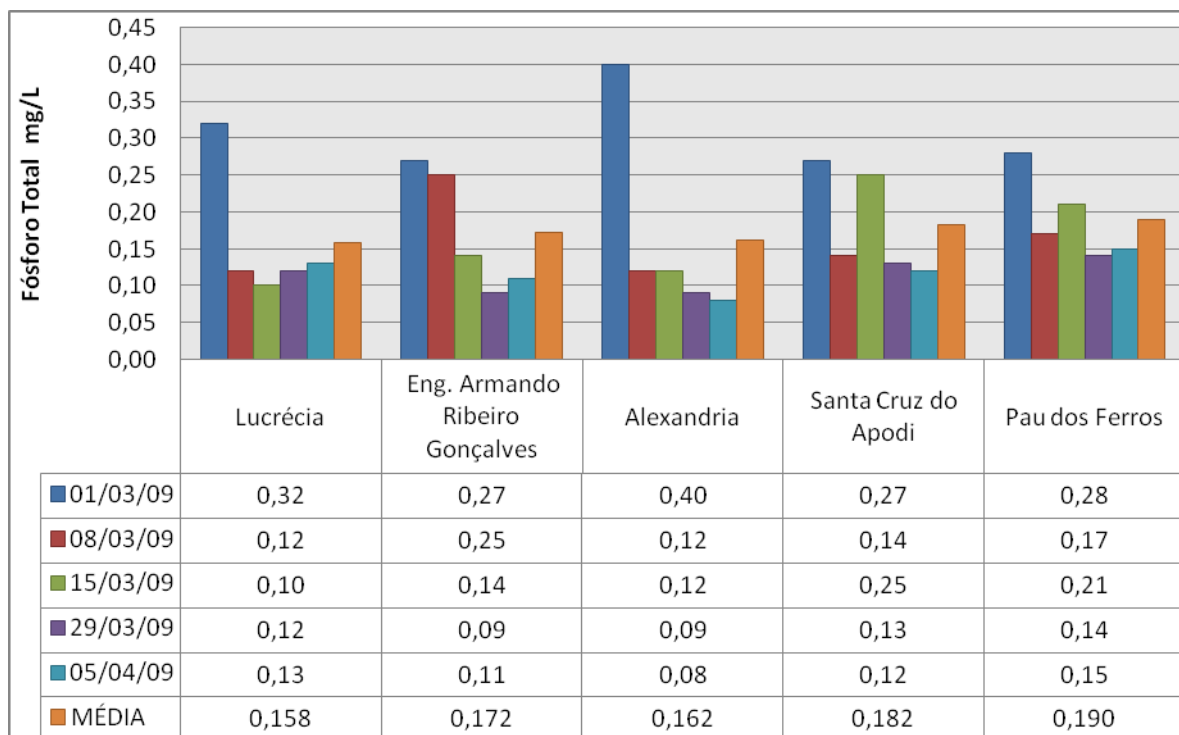


Figura 21. Resultados de fósforo total das águas dos reservatórios da Região Oeste.

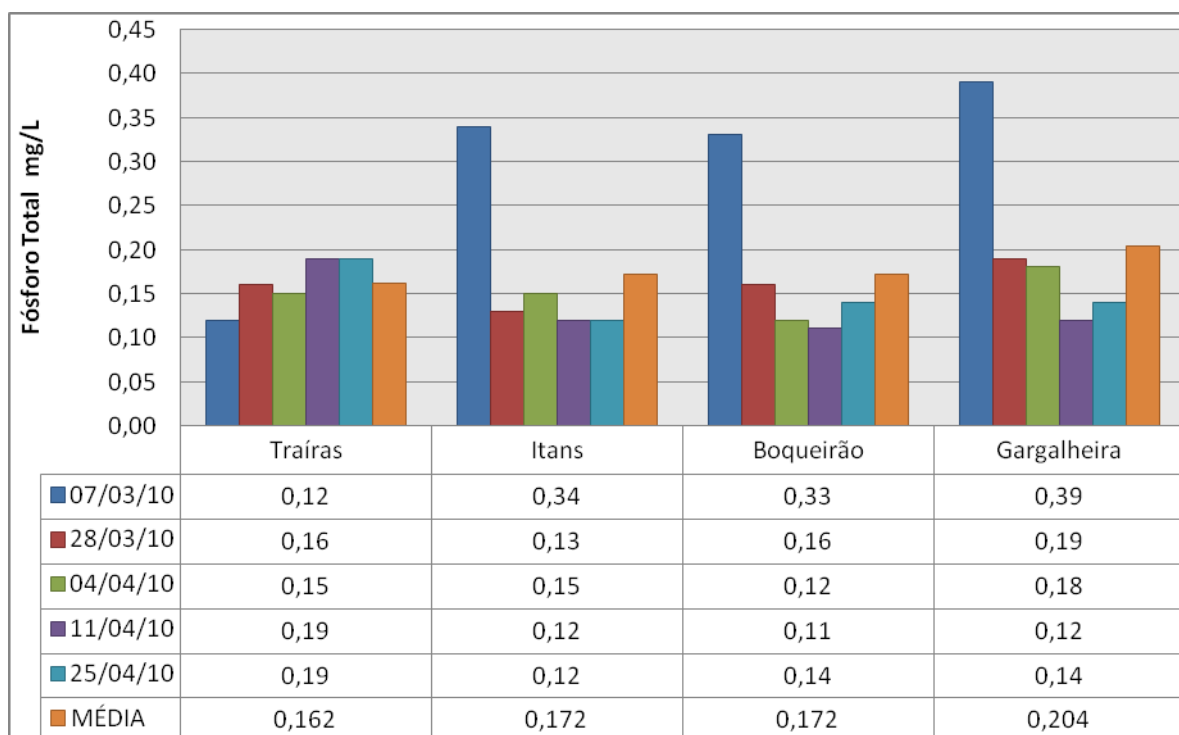


Figura 22. Resultados de fósforo total das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Em relação ao Fósforo Total todos os mananciais estudados apresentaram em todas as análises concentrações inferiores ao recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2 para o fósforo total, que é 0,030 mg/L.

- **Nitrito**

As Figuras 23 e 24 representam os valores encontrados para nitrito para os reservatórios estudados.

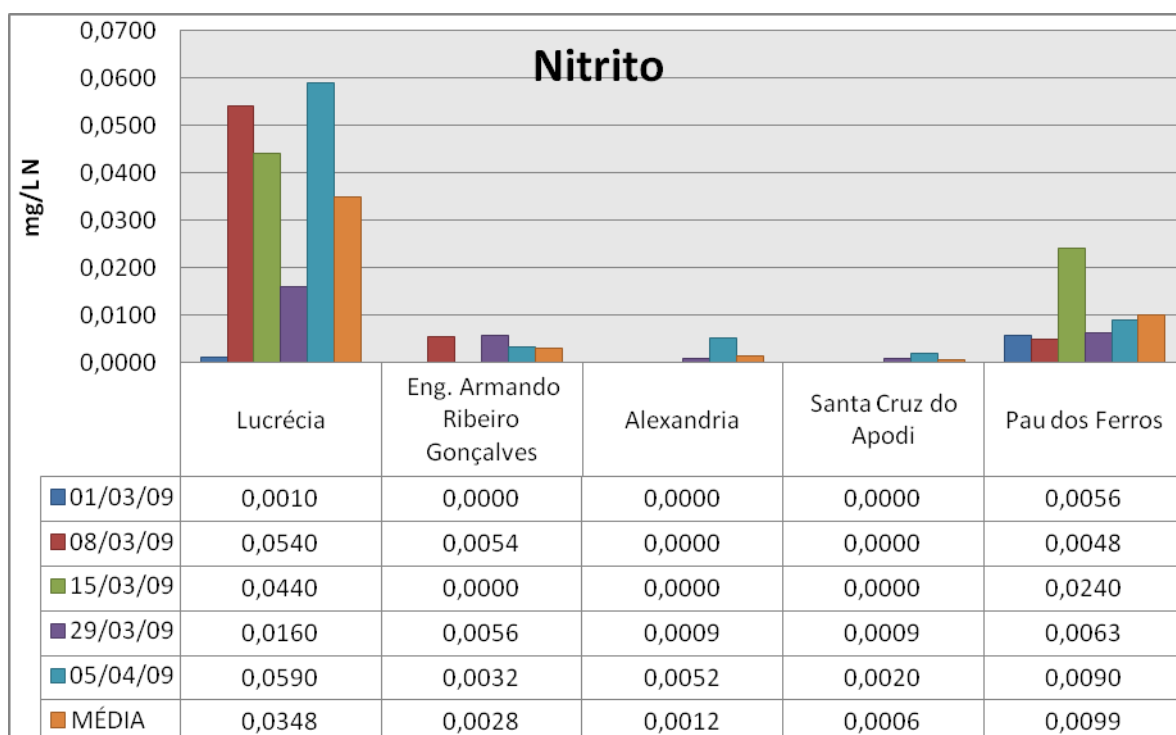


Figura 23. Resultados de nitrito das águas dos reservatórios da Região Oeste.

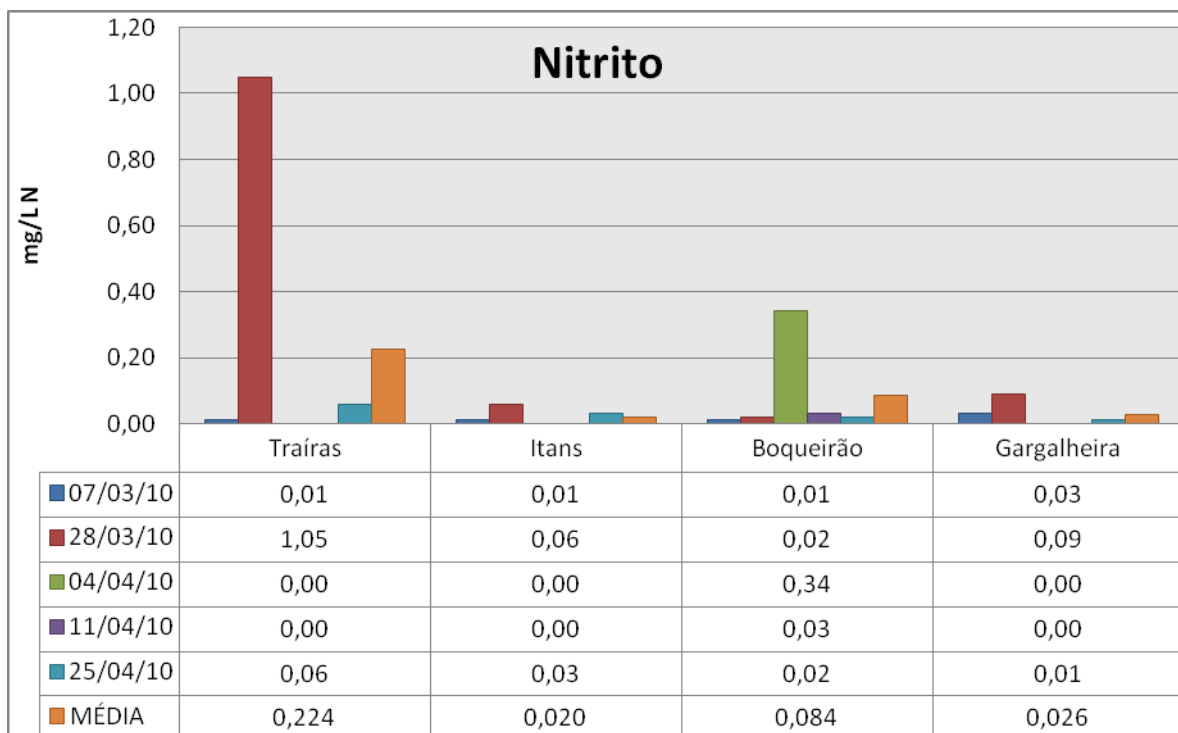


Figura 24. Resultados de nitrito das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Em relação ao nitrito inclusive todos os mananciais estudados apresentaram em todas as análises concentrações inferiores ao recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2, que é de 1,0 mg/L.

- **Nitrato**

As Figuras 25 e 26 representam os valores encontrados para nitrato para os reservatórios estudados.

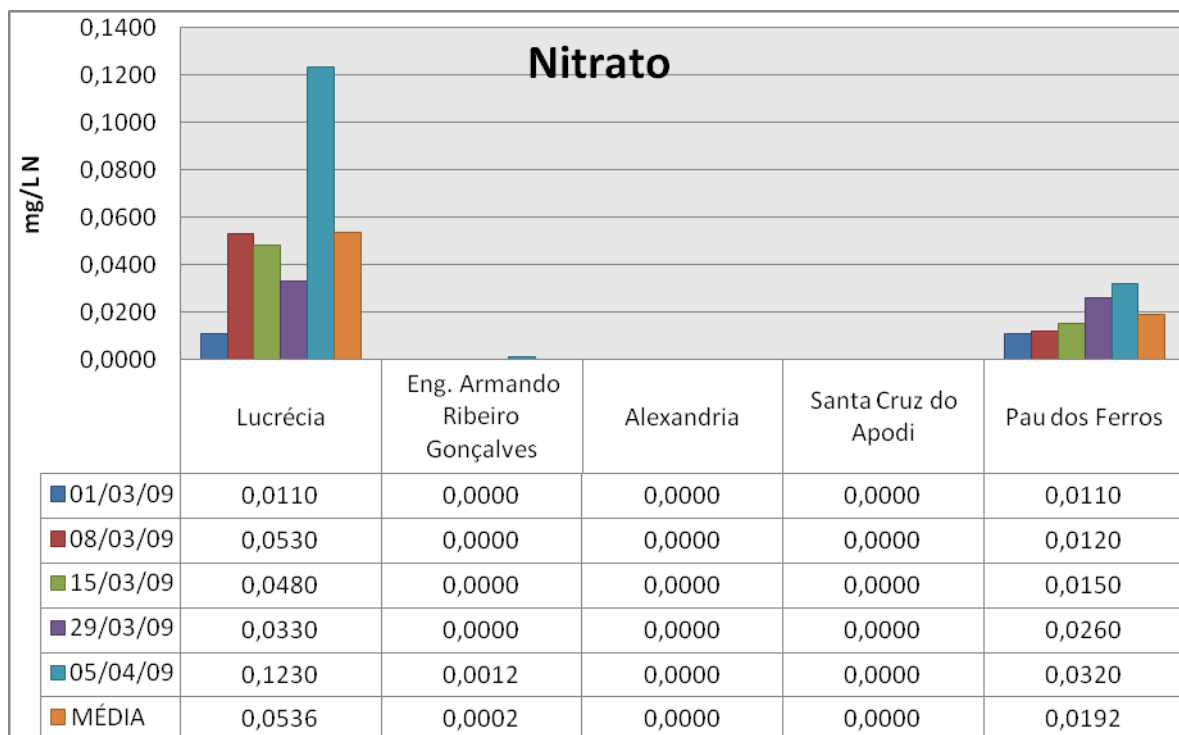


Figura 25. Resultados de nitrato das águas dos reservatórios da Região Oeste.

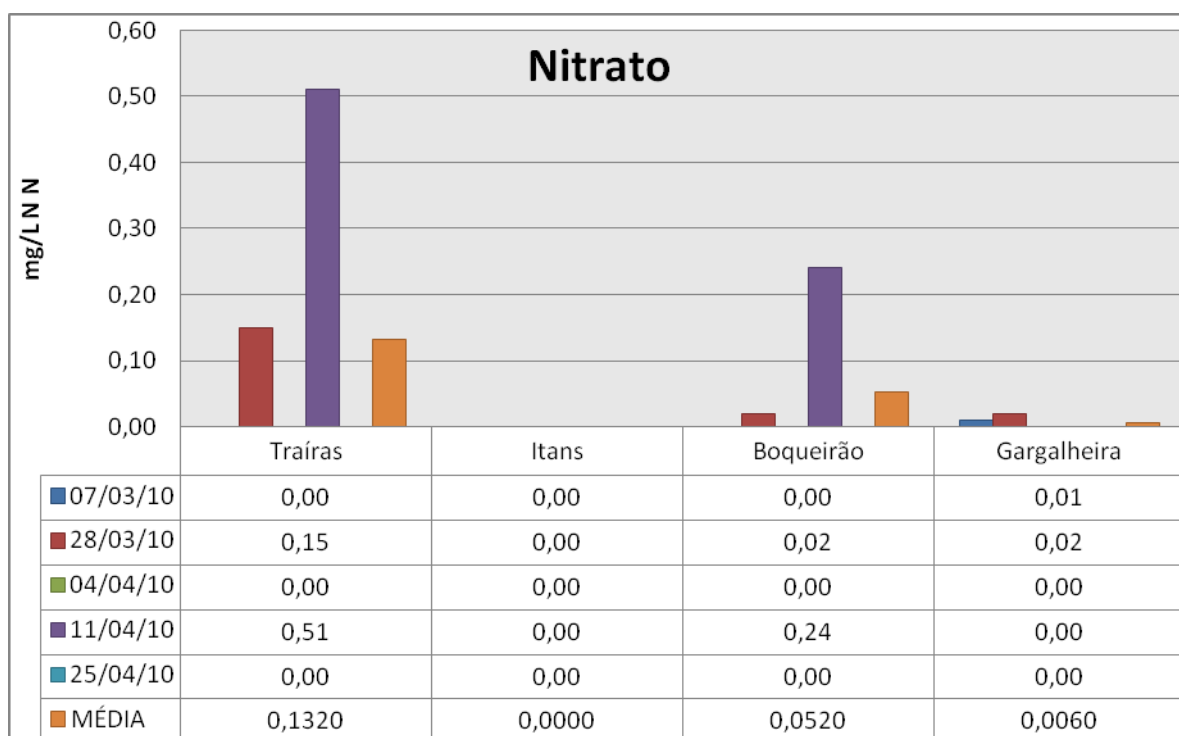


Figura 26. Resultados de nitrato das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Em relação ao nitrato inclusive todos os mananciais estudados apresentaram em todas as análises concentrações inferiores ao recomendado, que é 10 mg/L pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2.

- **Nitrogênio Amoniacal**

As Figuras 27 e 28 representam os valores encontrados para nitrogênio amoniacal para os reservatórios estudados.

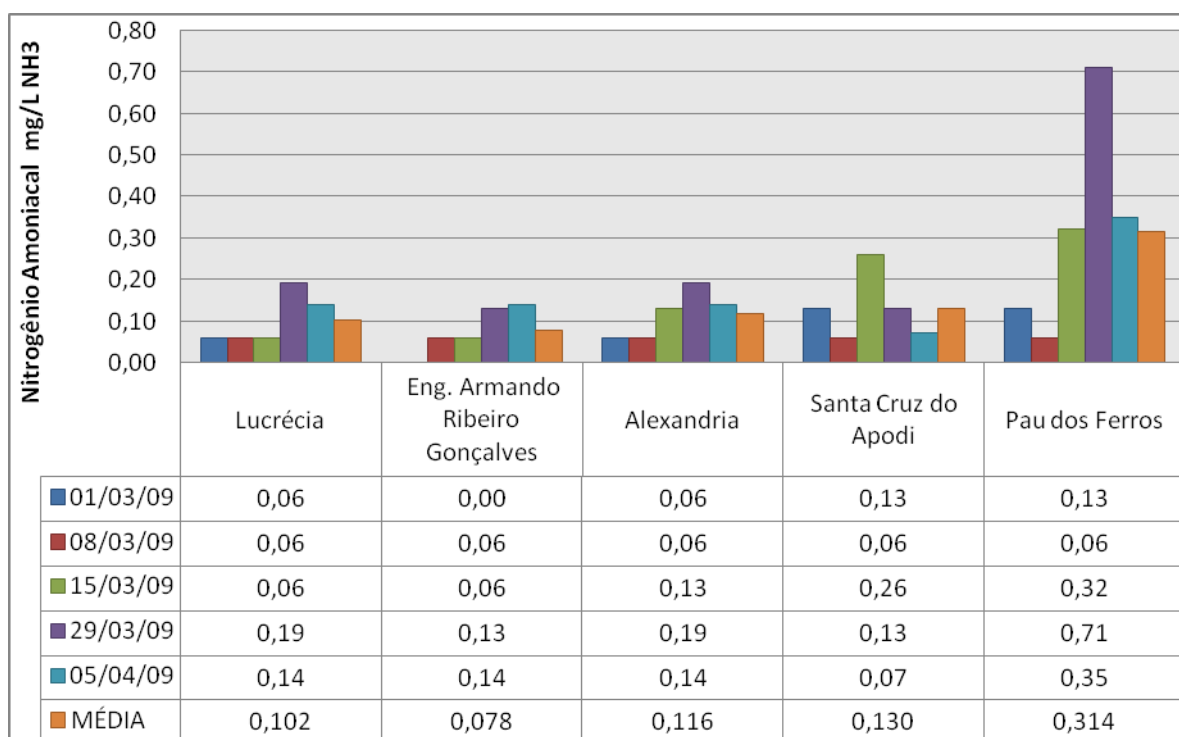


Figura 27. Resultados de nitrogênio amoniacal das águas dos reservatórios da Região Oeste

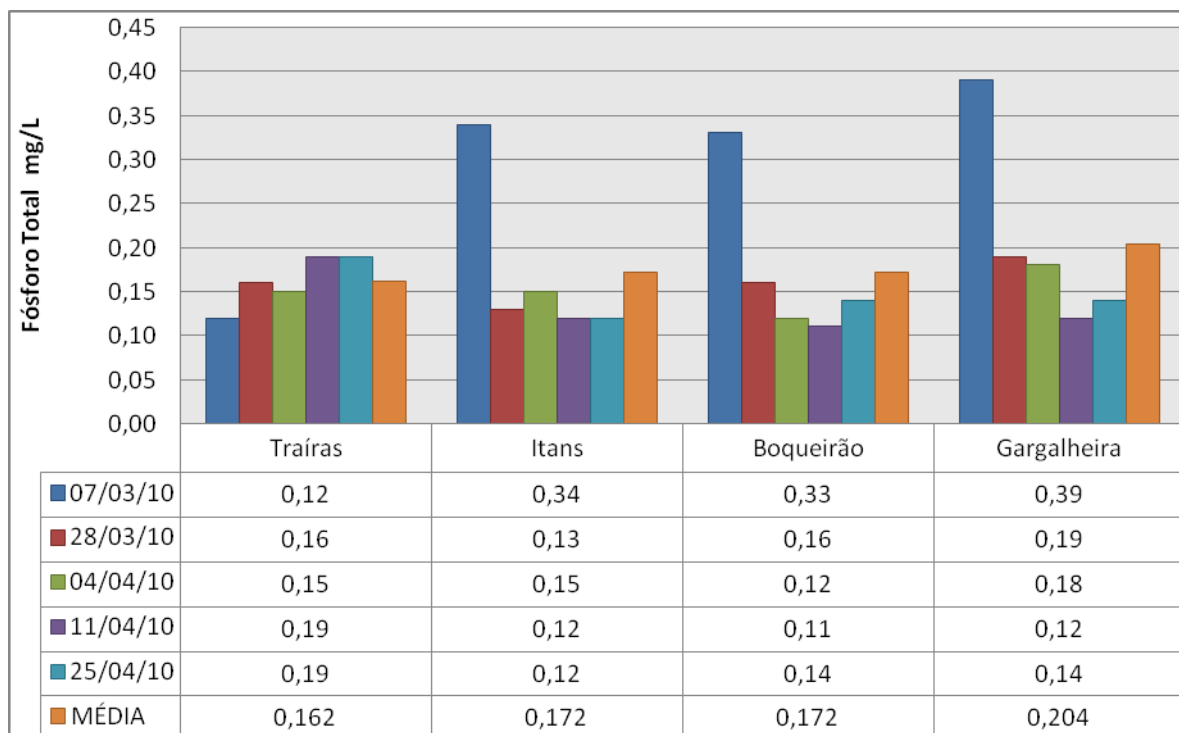


Figura 28. Resultados de nitrogênio amoniacal das águas dos reservatórios da Região Seridó.

Em relação ao nitrogênio amoniacal todos os mananciais estudados apresentaram em todas as análises concentrações inferiores ao recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2, que é de Nitrogênio amoniacal 3,7 mg/L para $\text{pH} < 3,7$, 2,0 mg/L quando $7,7 < \text{pH} < 8,0$, 1,0 mg/L quando $8 < \text{pH} < 8,5$ e para $\text{pH} > 8,5$.

- **Nitrogênio Orgânico**

As Figuras 27 e 28 representam os valores encontrados para nitrogênio orgânico para os reservatórios estudados.

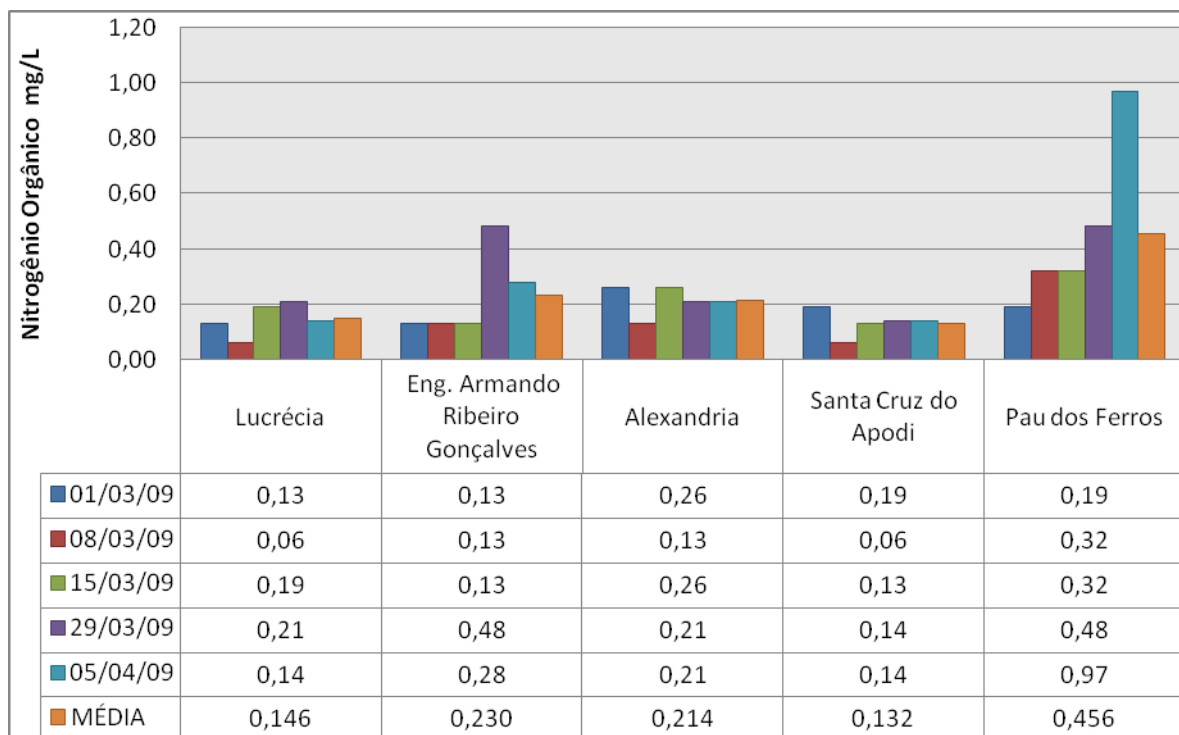


Figura 27. Resultados de Nitrogênio Orgânico das águas dos reservatórios da Região Oeste.

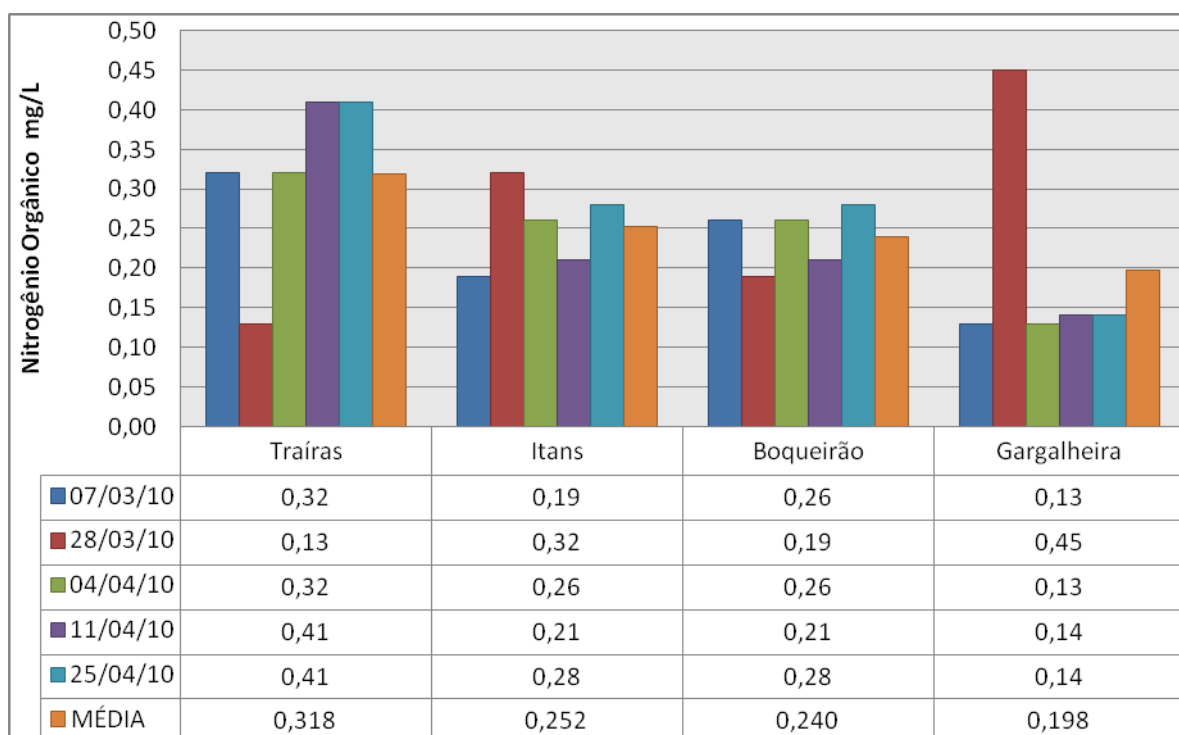


Figura 28. Resultados de Nitrogênio Orgânico das águas dos reservatórios da Região Seridó.

O nitrogênio total em todos os mananciais estudados teve valor mínimo de 0,07 mg/L a máximos de 0,318 mg/L, com média de 0,27 mg/L.

- **Sólidos Totais**

As Figuras 29 e 30 representam os valores encontrados para sólidos totais para os reservatórios estudados.

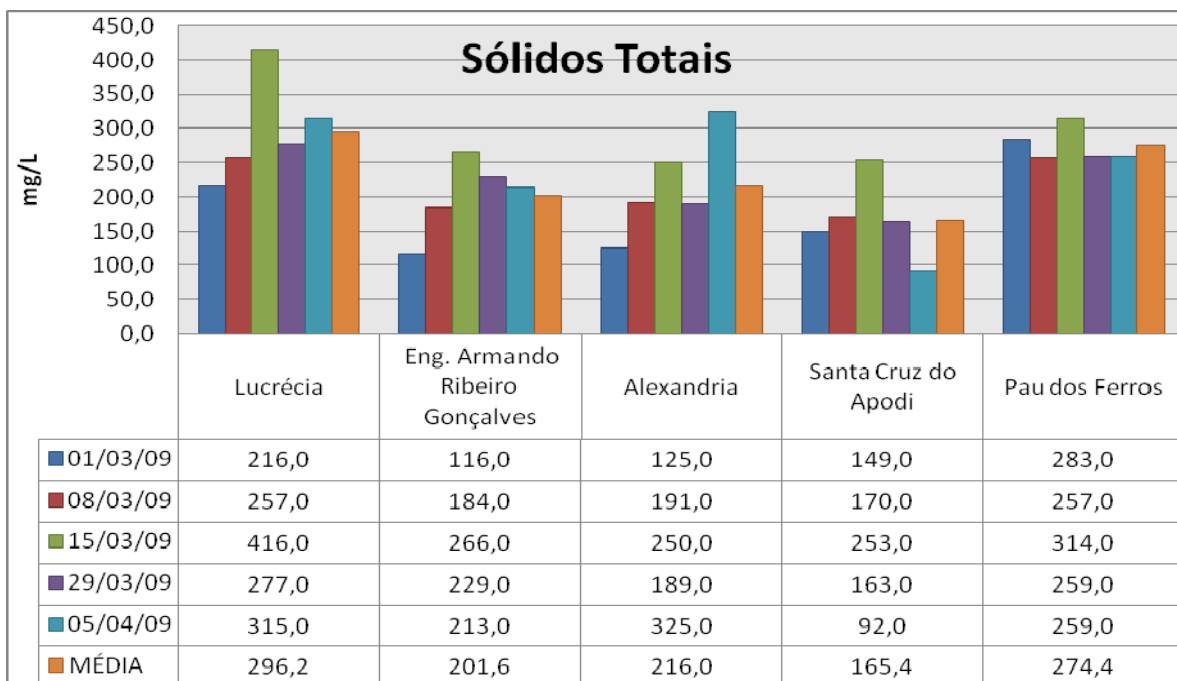


Figura 29. Resultados de sólidos totais das águas dos reservatórios da Região Oeste.

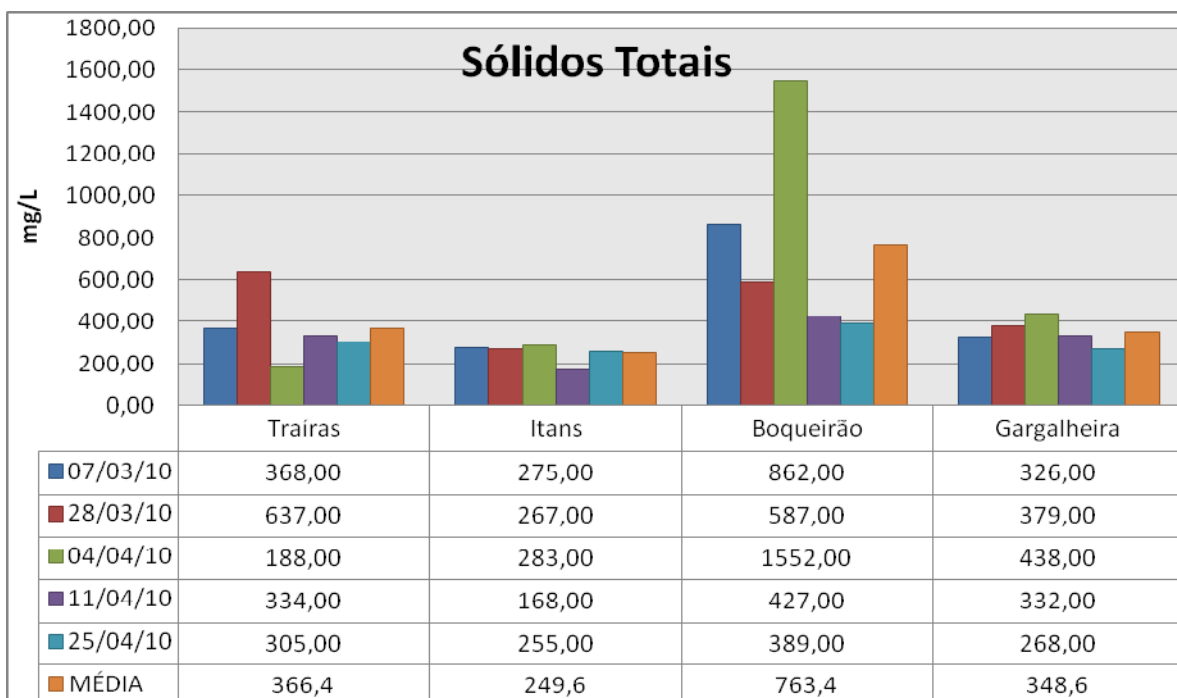


Figura 30. Resultados de sólidos totais na água dos reservatórios da Região Seridó.

Os sólidos totais em todos os mananciais estudados onde variou de mínimo de 0,07 mg/L a máximo de 763,00 mg/L, com média de 342,00 mg/L

3.4. Cálculo do IQA

De acordo com a classificação do IQA da CETESB, o cálculo efetuado com os resultados médios dos parâmetros temperatura, turbidez, nitrogênio total, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais e coliformes termotolerantes a classificação das águas brutas dos nove reservatório em estudo, estão representados na Tabela 6.

Tabela 6. Classificação do IQA dos 9 reservatório em estudo.

Reservatório	Valor do IQA	Classificação
Lucrécia	72,0	BOA
Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	75,7	BOA
Alexandria	84,0	ÓTIMA
Santa Cruz do Apodi	88,1	ÓTIMA
Pau dos Ferros	65,5	BOA
Passagem da Traíras	71,6	BOA
Itans	71,2	BOA
Boqueirão	77,7	BOA
Gargalheiras	82,0	ÓTIMA

Como o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos, sendo assim, temos poluição em pequena escala nesses reservatórios.

3.4. Qualidade físico-química: metais pesados

Os resultados obtidos das análises físico-químicas de metais pesados das águas dos mananciais superficiais da Região Oeste, encontra-se na Tabela 6 e os resultados dos mananciais superficiais da Região Seridó, encontra-se na Tabela 7.

Tabela 6. Quantidade de metais pesados encontrados nas águas superficiais analisadas da Região Oeste.

Local	Data	Parâmetros (concentrações em mg/L)								
		Al	Cd	Cu	Pb	Cr	Mn	Ni	Ag	Zn
Lucrécia	07/03/09	0,000	0,000	0,004	0,000	0,012	0,036	0,040	0,000	0,016
	28/03/09	0,220	0,004	0,000	0,000	0,000	0,044	0,040	0,000	0,000
	04/04/09	0,320	0,004	0,008	0,040	0,008	0,096	0,040	0,000	0,016
	11/04/09	0,040	0,004	0,004	0,000	0,000	0,072	0,040	0,000	0,020
	25/04/09	0,132	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,040	0,000	0,004
	Média	0,142	0,002	0,003	0,008	0,004	0,058	0,040	0,000	0,011
Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	07/03/09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,016
	28/03/09	0,044	0,000	0,000	0,040	0,048	0,040	0,040	0,000	0,036
	04/04/09	0,200	0,004	0,008	0,000	0,004	0,020	0,000	0,000	0,000
	11/04/09	0,248	0,004	0,000	0,000	0,032	0,016	0,000	0,000	0,016
	25/04/09	0,472	0,008	0,000	0,080	0,000	0,276	0,000	0,000	0,020
	Média	0,193	0,003	0,002	0,024	0,017	0,074	0,008	0,000	0,018
Alexandria	07/03/09	0,480	0,000	0,000	0,000	0,004	0,020	0,000	0,016	0,016
	28/03/09	0,440	0,000	0,004	0,000	0,028	0,056	0,000	0,000	0,008
	04/04/09	0,344	0,008	0,008	0,000	0,012	0,056	0,040	0,000	0,008
	11/04/09	0,211	0,008	0,000	0,000	0,000	0,096	0,000	0,000	0,028
	25/04/09	0,320	0,000	0,000	0,040	0,000	0,044	0,000	0,000	0,012
	Média	0,334	0,003	0,002	0,008	0,009	0,054	0,008	0,003	0,014
Santa Cruz do Apodi	07/03/09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,072	0,000	0,000	0,024
	28/03/09	0,140	0,004	0,004	0,000	0,042	0,048	0,000	0,000	0,000
	04/04/09	0,048	0,008	0,008	0,040	0,008	0,264	0,000	0,000	0,076
	11/04/09	0,016	0,008	0,000	0,000	0,020	0,004	0,000	0,000	0,024
	25/04/09	0,056	0,004	0,004	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,012
	Média	0,052	0,005	0,003	0,007	0,016	0,079	0,000	0,000	0,027
Pau dos Ferros	07/03/09	0,160	0,004	0,000	0,000	0,008	0,012	0,000	0,000	0,024
	28/03/09	0,428	0,004	0,008	0,000	0,004	0,016	0,000	0,000	0,008
	04/04/09	0,636	0,008	0,008	0,000	0,004	0,060	0,000	0,000	0,000
	11/04/09	0,016	0,000	0,004	0,080	0,012	0,080	0,000	0,000	0,024
	25/04/09	0,176	0,000	0,008	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,012
	Média	0,176	0,003	0,006	0,012	0,006	0,038	0,000	0,000	0,014
Limite CONAMA Resolução 35.705		0,100	0,001	0,009	0,010	0,050	0,100	0,025	0,010	0,180

Legenda: Al – Alumínio; Cd – Cádmiu; Cu – Cobre; Pb – Chumbo; Cr – Cromo; Mn – Manganês; Ni – Níquel; Ag – Prata; Zn – Zinco.

Tabela 7. Quantidade de metais pesados encontrados nas águas superficiais analisadas da Região Seridó.

Local	Data	Parâmetros (concentrações em mg/L)								
		Al	Cd	Cu	Pb	Cr	Mn	Ni	Ag	Zn
Barragem Passagem da Traíras	07/03/10	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,056	0,000	0,000	0,008
	28/03/10	0,200	0,000	0,004	0,040	0,000	0,080	0,000	0,000	0,024
	04/04/10	0,876	0,008	0,008	0,000	0,004	0,084	0,040	0,000	0,000
	11/04/10	0,456	0,012	0,000	0,040	0,000	0,076	0,000	0,000	0,020
	25/04/10	0,012	0,000	0,008	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,012
	Média	0,333	0,004	0,004	0,016	0,001	0,062	0,008	0,000	0,013
Açude Itans	07/03/10	0,640	0,000	0,000	0,000	0,008	0,044	0,000	0,000	0,012
	28/03/10	0,000	0,000	0,004	0,040	0,008	0,180	0,000	0,000	0,036
	04/04/10	0,260	0,008	0,012	0,000	0,004	0,000	0,040	0,000	0,000
	11/04/10	0,480	0,004	0,000	0,080	0,008	0,024	0,000	0,000	0,028
	25/04/10	0,036	0,004	0,004	0,012	0,008	0,016	0,000	0,000	0,012
	Média	0,283	0,003	0,004	0,026	0,007	0,053	0,008	0,000	0,018
Barragem de Boqueirão	07/03/10	0,080	0,000	0,008	0,080	0,000	0,036	0,040	0,000	0,032
	28/03/10	0,000	0,004	0,004	0,040	0,000	0,028	0,040	0,000	0,020
	04/04/10	0,104	0,012	0,008	0,040	0,004	0,028	0,040	0,000	0,000
	11/04/10	0,140	0,008	0,004	0,160	0,000	0,016	0,000	0,000	0,028
	25/04/10	0,252	0,000	0,008	0,000	0,000	0,052	0,000	0,000	0,020
	Média	0,115	0,005	0,006	0,064	0,001	0,032	0,024	0,000	0,020
Açude de Gargalheiras	07/03/10	0,520	0,000	0,004	0,000	0,000	0,028	0,040	0,000	0,020
	28/03/10	0,556	0,008	0,008	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,008
	04/04/10	0,728	0,008	0,008	0,000	0,008	0,012	0,040	0,000	0,000
	11/04/10	0,408	0,008	0,008	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,036
	25/04/10	0,048	0,000	0,016	0,000	0,000	0,008	0,040	0,000	0,028
	Média	0,520	0,005	0,009	0,000	0,002	0,010	0,024	0,000	0,018
Limite CONAMA Resolução 35705		0,1	0,001	0,009	0,010	0,050	0,100	0,025	0,010	0,180

Quanto à concentração de Alumínio Total, pode-se constatar que todos os mananciais estudados, exceto a Barragem de Santa Cruz do Apodi, apresentaram concentrações médias acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2 (caso destes citados), que é Al = 0,1 mg/L.

Em relação ao Cádmio Total, pode-se constatar que todos os mananciais apresentaram concentrações médias acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA acima referida, que para mananciais da Classe 2 (caso destes citados) é Cd = 0,001 mg/L.

Em relação ao Cobre Total, constatou-se que nenhum manancial apresentou concentração média acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é Cu = 0,009 mg/L.

Quanto ao Chumbo Total, a maioria dos mananciais estudados apresentaram concentrações médias acima do limite recomendado pela CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é $Pb = 0,01\text{mg/L}$.

Todos os mananciais estudados apresentaram concentrações semanais e média de Cromo Total abaixo do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é $Cr = 0,05\text{ mg/L}$.

Todos os mananciais estudados apresentaram concentrações semanais e média de Manganês Total abaixo do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é $Cr = 0,1\text{ mg/L}$.

Também em relação ao Níquel, somente o Açude de Lucrécia apresentou concentração média acima dos limites recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é $Ni = 0,025\text{ mg/L}$.

Quanto aos metais Prata e Níquel, todos os mananciais apresentaram-se dentro do limite recomendado pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que são respectivamente $Ag = 0,010\text{ mg/L}$ e $Zn = 0,18\text{ mg/L}$.

3.4. Qualidade das águas dos mananciais em relação algumas propriedades organolépticas

Os parâmetros Materiais Flutuantes, Óleos e Graxas, Substâncias Causando Odor e Sabor, Resíduos Sólidos Objetáveis e Corantes Artificiais são apresentados na tabela abaixo (Tabela 5). Todos os mananciais apresentaram esses parâmetros virtualmente ausentes conforme a Tabela 5, com exceção dos mananciais de Prof. Cortez Pereira, Lucrécia e Barragem de Pau dos Ferros (presença materiais flutuantes) e mananciais Santa Cruz e Eng. Armando Ribeiro Gonçalves presença de óleos e graxas foram constatadas *in loco*.

Tabela 5. Outros parâmetros encontrados da água analisada no período de 07/03 a 25/04/2010.

OUTROS PARÂMETROS	Materiais flutuantes	Óleos e Graxas	Substâncias causando odor e sabor	Resíduos sólidos objetável	Corantes artificiais	Limite CONAMA 357/2005 **VA /VP
Açude Prof. Cortez Pereira	VP	VA	VA	VA	VA	VA
Barragem de Pau dos Ferros	VP	VA	VA	VA	VA	VA
Barragem Santa Cruz do Apodi	VA	VP	VA	VA	VA	VA
Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	VA	VP	VA	VA	VA	VA
Açude de Lucrécia	VP	VA	VA	VA	VA	VA
Açude Boqueirão	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Açude Itans	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Barragem Passagem das Traíras	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Açude Gargalheiras	VA	VA	VA	VA	VA	VA

** VA - Virtualmente ausente; VP - Virtualmente Presente.

IV. CONCLUSÕES

Todos os reservatórios hídricos monitorados no período de 07/03 a 25/04/2009 apresentaram-se com águas próprias para banho, segundo critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, com valores de coliformes termotolerantes inferiores a 1.000 NMP/100mL em todas as cinco etapas de amostragens.

Todos os reservatórios hídricos estudados apresentaram os parâmetros gerais: cor, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, matéria orgânica dissolvida (DBO₅) e nutrientes fósforo total e nitrogênio (amoniaco, nitrito e nitrato) dentro dos limites estabelecidos para corpos d'água da Classe 2, segundo Resolução CONAMA N^o 357/2005, com exceção da Barragem de Pau dos Ferros, esse fato pode ser atribuído à ocorrência de lançamentos de esgotos domésticos e/ou decomposição de material orgânico proveniente de vegetal, fezes de animais e adubos.

Dessa forma pode-se afirmar que, como os parâmetros gerais apresentaram resultado satisfatório, esse fato se reflete no resultado de IQA que para todos os mesmos, apresentaram bom índice de qualidade, sendo destaque para os mananciais de Santa Cruz, prof. Cortez Pereira e Gargalheiras que tiveram qualidade excelente. Esses resultados indicam, que os mananciais no período do estudo foram submetidos a cargas de poluição orgânica baixa.

Quanto à qualidade biológica os mananciais: Açude Lucrécia, Barragens Eng. A. Ribeiro Gonçalves, Pau dos Ferros e Açude Gargalheiras apresentaram densidade de cianobactérias muito acima do limite da Resolução (20.000 cel/mL) sendo indicativo do fenômeno de eutrofização. Esses dados caracterizam um problema grave e muito preocupante, uma vez que esses mananciais são responsáveis pelo abastecimento de água na região do Seridó, município de Pau dos Ferros e sistemas de adutoras Sertão Central Cabugi. Os demais mananciais apresentaram-se dentro da normalidade. Nos mananciais estudados, os metais pesados apresentaram valores pouco acima dos limites da Resolução, esse fato pode ser atribuído a um fenômeno natural geológico dessas regiões, compostas na sua maioria por rochas cristalinas, ou podem estar sendo gerados por outros fatores como: o uso de agrotóxicos (plantações de fumo, etc.), efluentes de indústrias têxteis, mineradoras, processo de beneficiamento de couro, etc. ou no "chorume" de lixões, aterros controlados, que são carreados para os tributários, sendo necessários estudos mais aprofundados para apontar essas ocorrências anômalas.

BIBLIOGRAFIA

Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1 Introduction. Arch. Hydrobiol. Suppl. 71, Algological Studies, 38/39, 291-302.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York: 21^a ed., 1134 p., 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA N^o 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). Coleta e Preservação de Amostras de Água. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, 53 p. 2003.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). Estudo de desenvolvimento e adaptação de IQA -índice de qualidade das águas que incorpora nove variáveis relevantes ao IQA da National Sanitation Foundation (1970). Secretaria do Meio Ambiente, 123 p. 1980.

CONAMA – Resolução CONAMA N^o 274, de 29 de novembro de 2000. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente, 2000.

IQA. CETESB. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 25/04/2010.

Norma Técnica CETESB L5 303 e Lawton *et al.* (1999).

UTERMÖHL, H., Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton metodik. Mitt Int. Rer Theor. Argrew. Limnol. 9: 1-38, 1958.

VOLLENWEIDER, R.A., A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. 2 ed. Oxford: IBP, 1974.

Prof. Andréa Lessa da Fonseca
Eng. Química, Doutora em Engenharia Química

Douglisnilson de Moraes Ferreira
Químico

Prof. Milton Bezerra do Vale
Eng. Químico, Mestre em Engenharia Química

Prof. Ronaldo Fernandes Diniz
Geólogo, Doutor em Geol. Costeira e Ambiental
Coordenador do Projeto
(ronaldo.diniz@ifrn.edu.br)

Natal(RN), Junho de 2010.