

# 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 DA REGIÃO OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE  
NO PERÍODO DE 01/03 A 12/04/2009



Natal-RN  
Abril de 2009

**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 DA REGIÃO OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE  
NO PERÍODO DE 01/03 A 12/04/2009**

**NATAL/RN, ABRIL DE 2009**

## ***EQUIPE TÉCNICA:***

### **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, Doutorando em Ciência e Engenharia de Petróleo, UFRN.

### **Milton Bezerra do Vale**

Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Sanitária, UFRN.

### **Ronaldo Fernandes Diniz**

Geólogo, Doutor em Geologia Sedimentar, UFBA.

**Hugo Paiva Tavares de Souza** (Aluno do Curso Técnico de Geologia e Mineração, CEFET-RN).

**Mirlene Neyce Soares Pereira** (Aluna do Curso Técnico de Controle Ambiental, CEFET-RN).

**Paloma de Paula Gomes** (Aluna do Curso Técnico de Controle Ambiental, CEFET-RN).

**Raoni Dantas Brandão Marinho** (Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, CEFET-RN).

**Prof. Dr. Ronaldo Fernandes Diniz**

Coordenador do Projeto

## APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os resultados da “Avaliação das Condições de Balneabilidade das Águas de Alguns Reservatórios Hídricos da Região Oeste do Rio Grande do Norte”, no período de 01 de março a 12 de abril de 2009, 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**”, executados 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 Lucrécia.

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

gastrenterite, 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  $\text{pH} < 6,0$  ou  $\text{pH} > 9,0$  (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, fósforo total e metais pesados.

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.

## II. METODOLOGIA

### 2.1. Localização e Amostragem

Os mananciais 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'água, tais como valas, rios, riachos, isto é, todos os locais com maiores riscos de contaminação. Foi escolhido um ponto de coleta para cada reservatório (Figuras 1 a 6), que foram referenciados com o uso de GPS (Tabela 1).

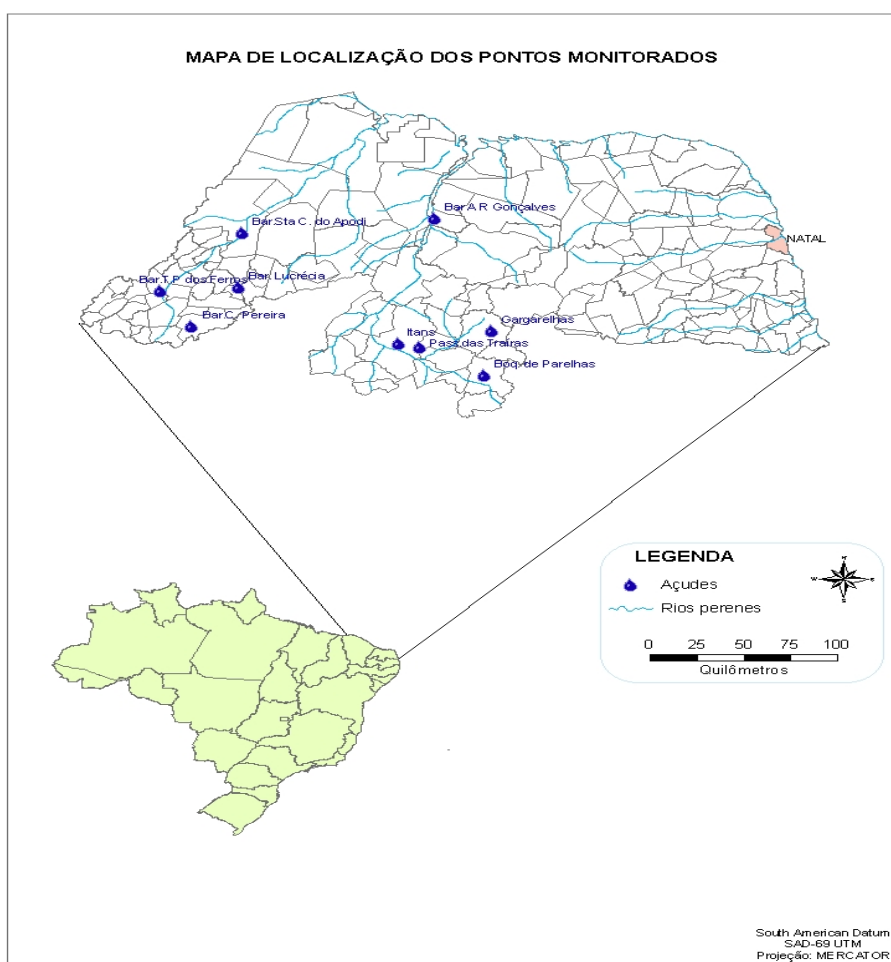


Figura 1. Localização dos reservatórios de água interiores monitorados.

**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

As amostragens foram realizadas sempre nos mesmos pontos pré-estabelecidos, durante 05 (cinco) semanas distribuídas no período de 01/03 a 12/04/2009, 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. Imediatamente após cada coleta, estas amostras foram conservadas sob refrigeração, até suas entregas para determinações no Laboratório de Análise de Águas do IFRN.



**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).

## 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 A<sub>1</sub>.

O Standard methods (US-EPA) for examination of water and wastewater, em sua 19ª edição, recomenda este método com meio A<sub>1</sub> para análises de água de fonte, águas marinhas e águas residuárias tratadas.

Emprega-se um procedimento simplificado, com inoculação direta da amostra do meio A<sub>1</sub>, 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 A<sub>1</sub>, 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<sup>o</sup> 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 coletadas com rede de fitoplâncton, com abertura de malha de 25 µm para estudos qualitativos. A identificação das cianobactérias foi feita com o auxílio de bibliografia especializada.

### 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 estudados são apresentados na tabela 2.

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 estudados.

Reservatório Hídrico	Semana 01 01/03/09	Semana 02 08/03/09	Semana 03 15/03/09	Semana 04 05/04/09	Semana 05 12/04/09	Média	Classif. de Balneabilidade (Resolução CONAMA nº 274/2000)
Açude Prof. Cortez Pereira	33	8	17	23	122	16	PRÓPRIA
Barragem de Pau dos Ferros	23	23	11	17	350	85	PRÓPRIA
Barragem Santa Cruz do Apodi	17	23	13	8	23	17	PRÓPRIA
Açude de Lucrécia	23	4,5	33	70	110	48	PRÓPRIA
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	79	48	7	33	103	54	PRÓPRIA

### 3.2. Qualidade biológica – densidade de Cianobactérias

Os 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 estudados são apresentados na tabela 3.

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.

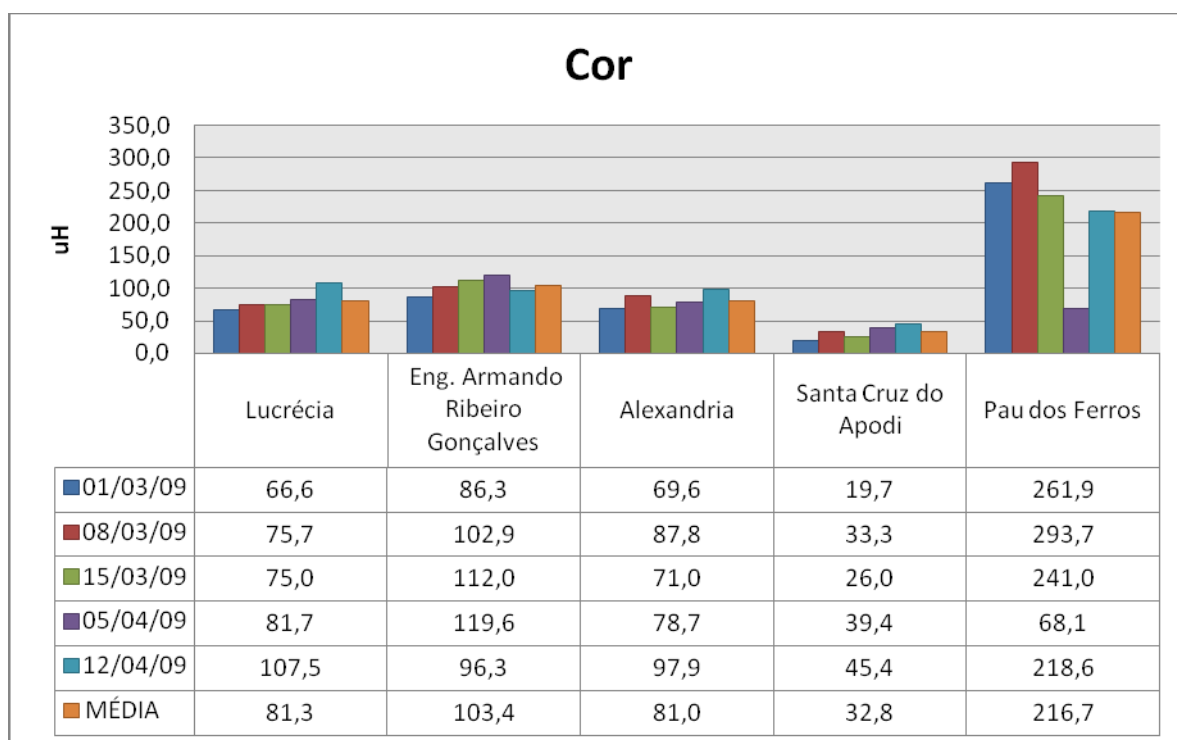
**Tabela 3.** Densidade de Cianobactérias (cel/mL) encontradas nos pontos monitorados.

Reservatório Hídrico	Semana 01 01/03/09	Semana 02 08/03/09	Semana 03 15/03/09	Semana 04 05/04/09	Semana 05 12/04/09	Média	Classif. de Balneabilidade (Resolução CONAMA nº 357/2005) Classe 2
Açude Prof. Cortez Pereira	5.628	6.335	5.210	4.608	3.750	5.106	50.000
Barragem de Pau dos Ferros	186.000	116.404	91.504	62.500	73.834	106.048	50.000
Barragem Santa Cruz do Apodi	2019	3.606	2.681	1.570	1.430	2.261	50.000
Açude de Lucrécia	34.560	27.230	41.500	19.645	14.101	27.407	50.000
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	355.000	247.500	280.000	125.000	142.500	230.000	50.000

### 3.3. Qualidade físico-química geral

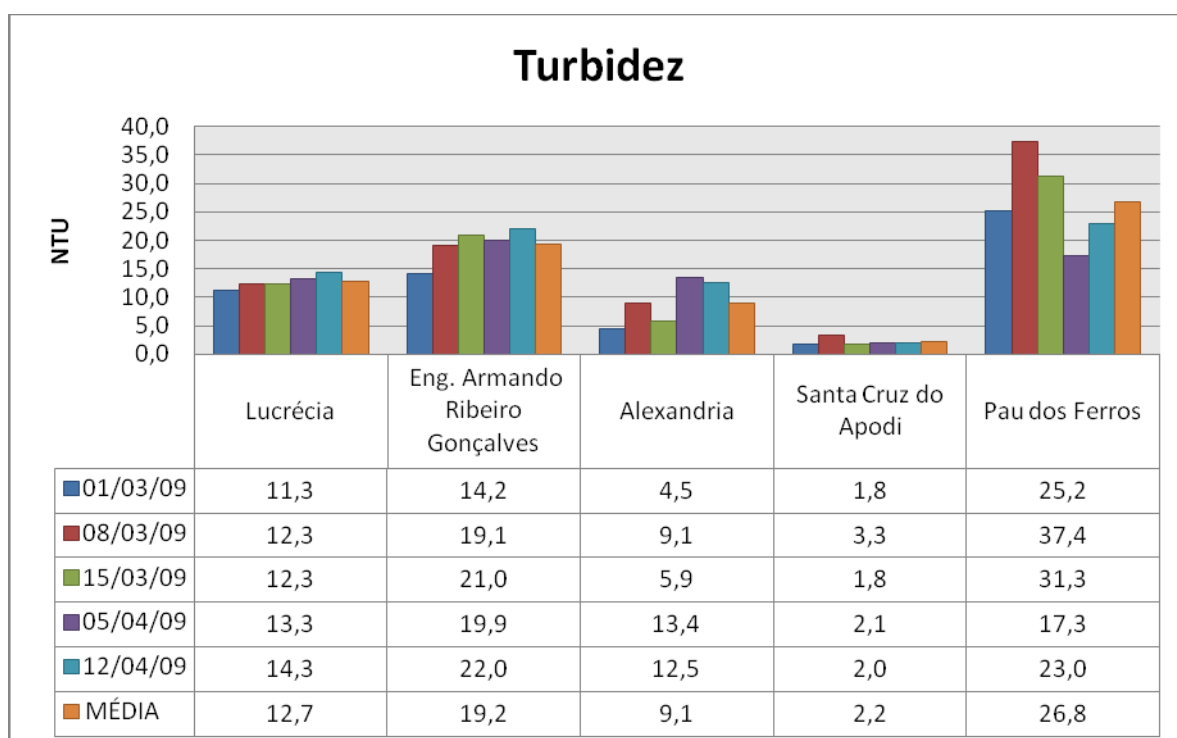
Os resultados obtidos das análises realizadas com vistas à avaliação da qualidade da água do ponto de vista físico-químico, no período de 01/03 a 12/04/2009, incluindo como parâmetros gerais a cor, a turbidez e o pH, estão apresentados a seguir (Figuras 7 a 9).

Quanto a cor (material dissolvido), somente a Barragem de Santa Cruz do Apodi apresentou valores semanais e médios dentro do limite natural estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados - que é cor até 75 uH), encontrando-se os demais acima desse limite (Figura 7).



**Figura 7.** Resultados da cor da água dos reservatórios analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

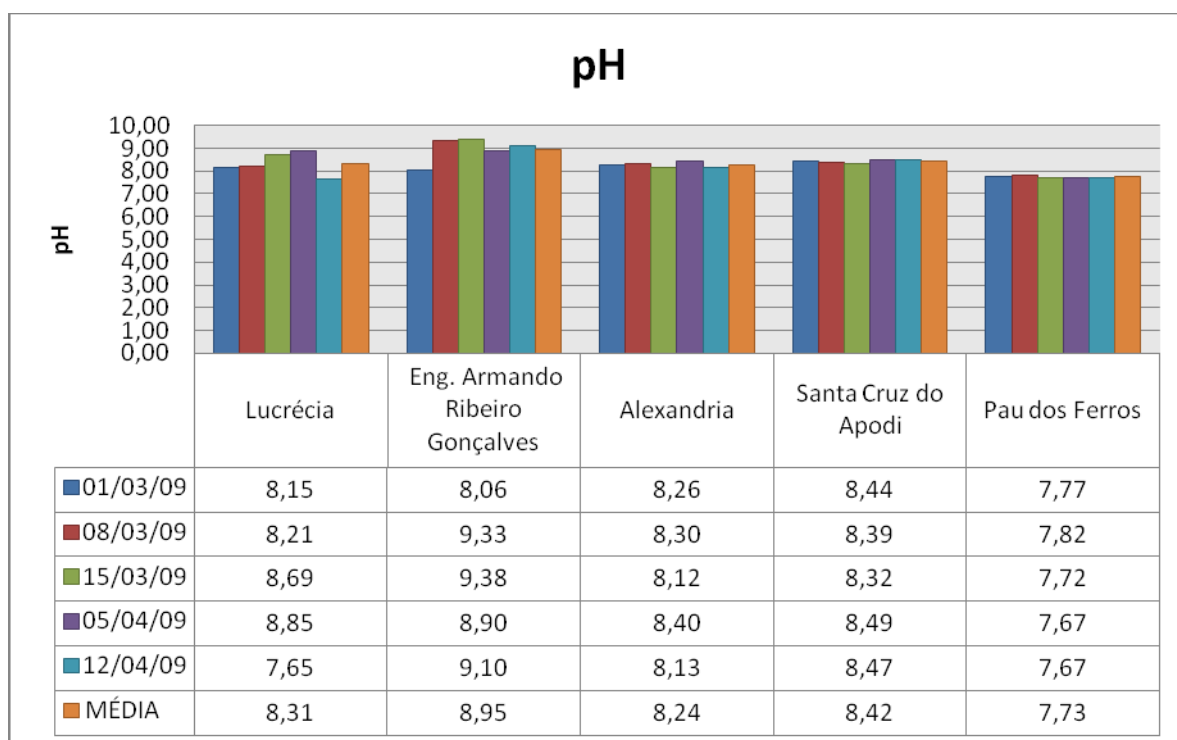
Quanto ao material em suspensão (turbidez), todos os mananciais apresentaram, em todo o período de estudo, turbidez abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 - para mananciais da Classe 2, que é turbidez igual a 100 NTU (Figura 8).



**Figura 8.** Resultados da turbidez da água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

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 (Figura 9).





**Figura 9.** Resultados do pH da água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

Quanto à concentração de oxigênio dissolvido (OD), todos os mananciais estudados apresentaram concentrações semanais e 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)(Figura 10).

As Barragens Armando Ribeiro Gonçalves, Pau dos Ferros e o Açude de Lucrécia, apresentaram concentrações de matéria orgânica biodegradável (DBO) elevada, praticamente durante todo o período de estudo, inclusive com média acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2, que é DBO = 5,0 mg/L. Por outro lado, a Barragem de Santa Cruz do Apodi apresentou concentrações de matéria orgânica comumente baixas, enquanto o Açude Prof. Cortez Pereira sempre mostrou DBO inferiores a este limite estabelecido pelo CONAMA (Figura 11).

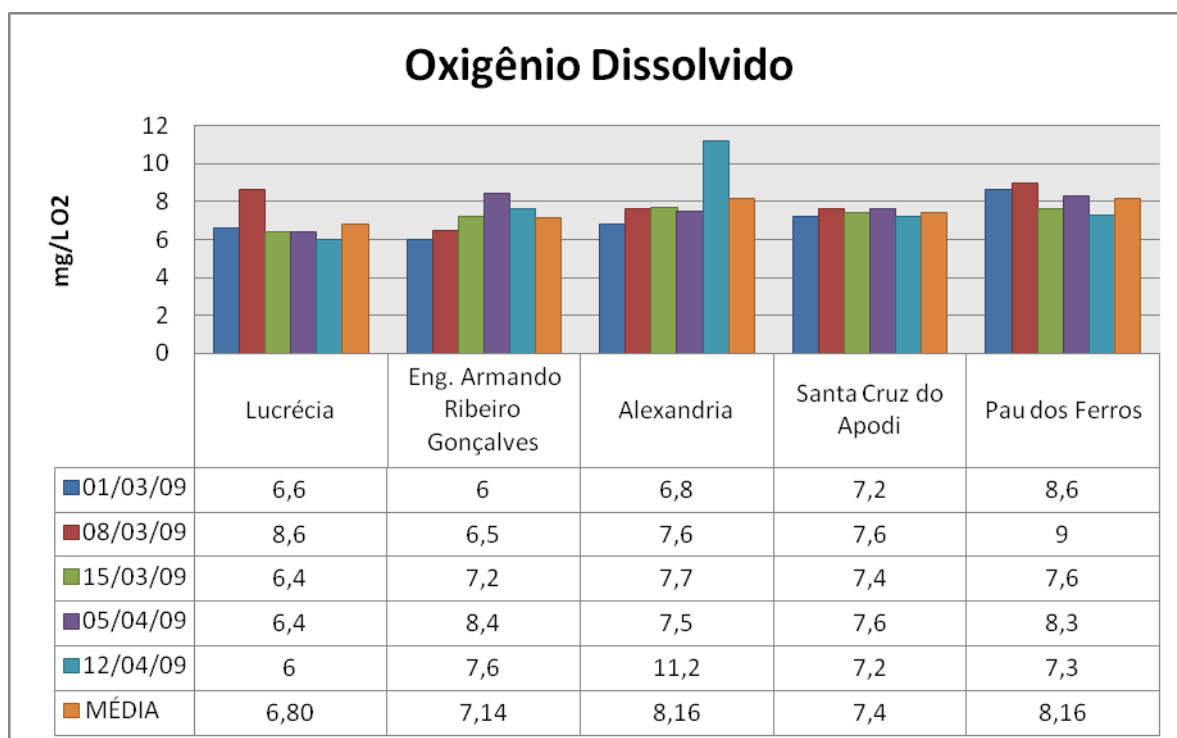


Figura 10. Resultados do Oxigênio Dissolvido (OD) na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

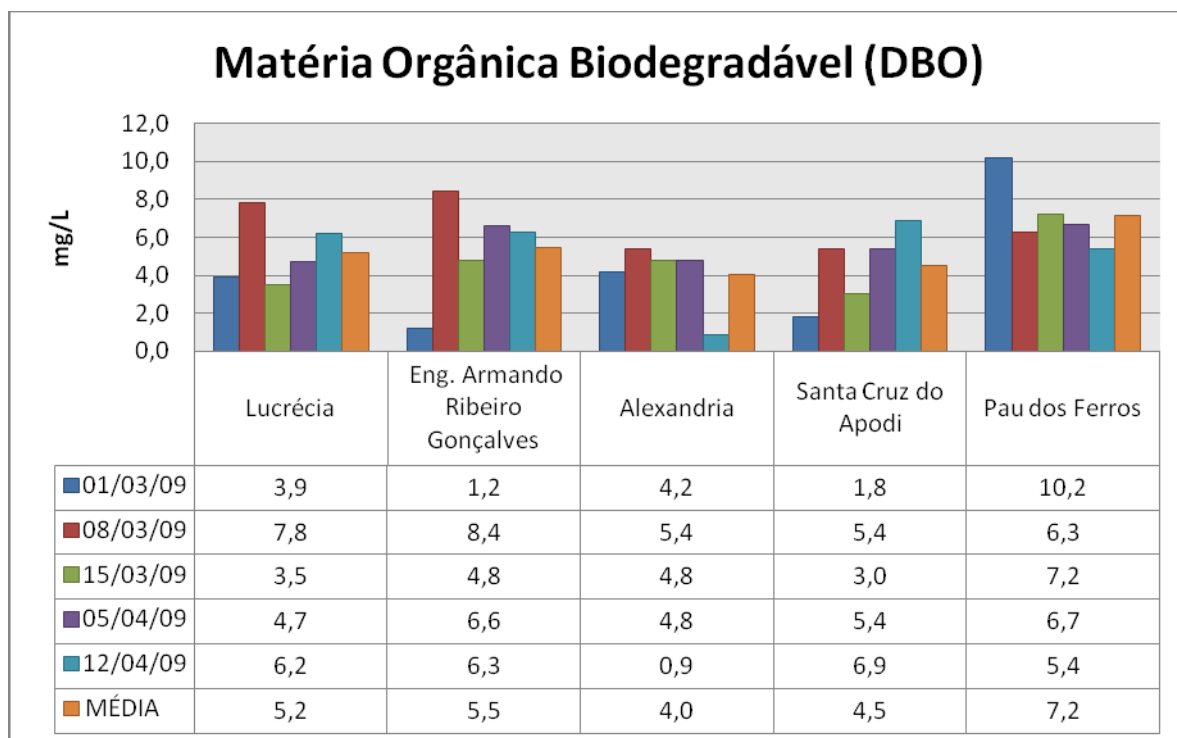
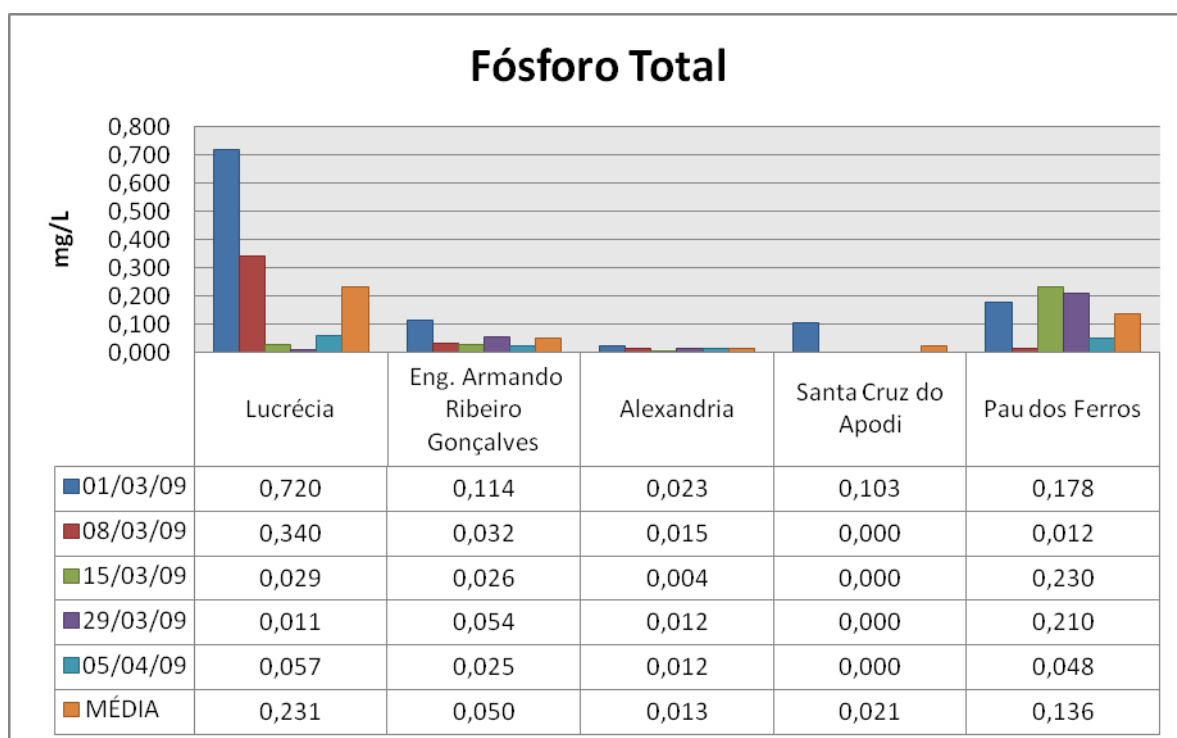


Figura 11. Resultados de DBO na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

Em relação ao Fósforo Total, as barragens Eng. Armando Ribeiro Gonçalves e Pau dos Ferros, juntamente com o açude de Lucrécia se destacaram por apresentar concentrações elevadas durante praticamente todo o período do estudo, inclusive com média acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais da Classe 2, que é de 0,030 mg/L. O Açude Prof. Cortez Pereira (Alexandria-RN) e a Barragem Santa Cruz do Apodi (Apodi-RN) apresentaram concentrações de fósforo muito abaixo do limite estabelecido pela referida resolução do CONAMA (Figura 12).



**Figura 12.** Resultados de Fósforo Total na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

Os resultados mostraram que todos os mananciais estudados apresentaram concentrações de Nitrito e Nitrato dentro dos limites recomendados, que é Nitrito igual a 1,0 mg/L e Nitrato igual a 10 mg/L N, pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para mananciais da Classe 2 (caso destes citados) (Figuras 13 e 14).

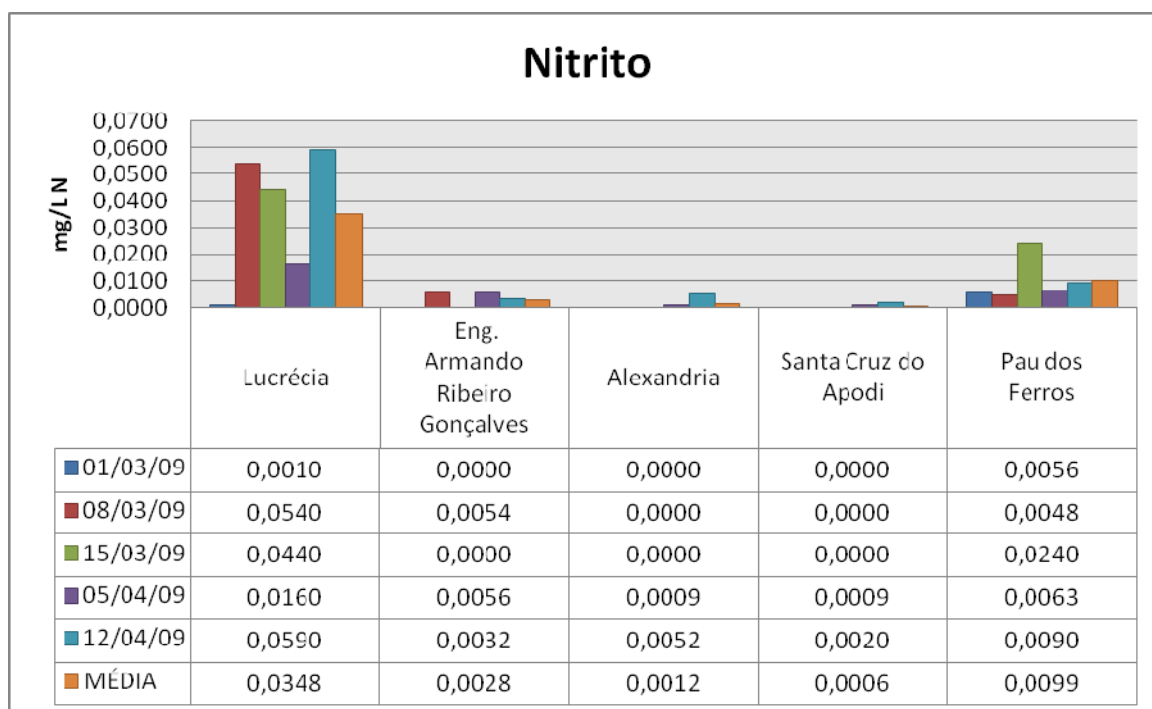


Figura 13. Resultados de Nitrito na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

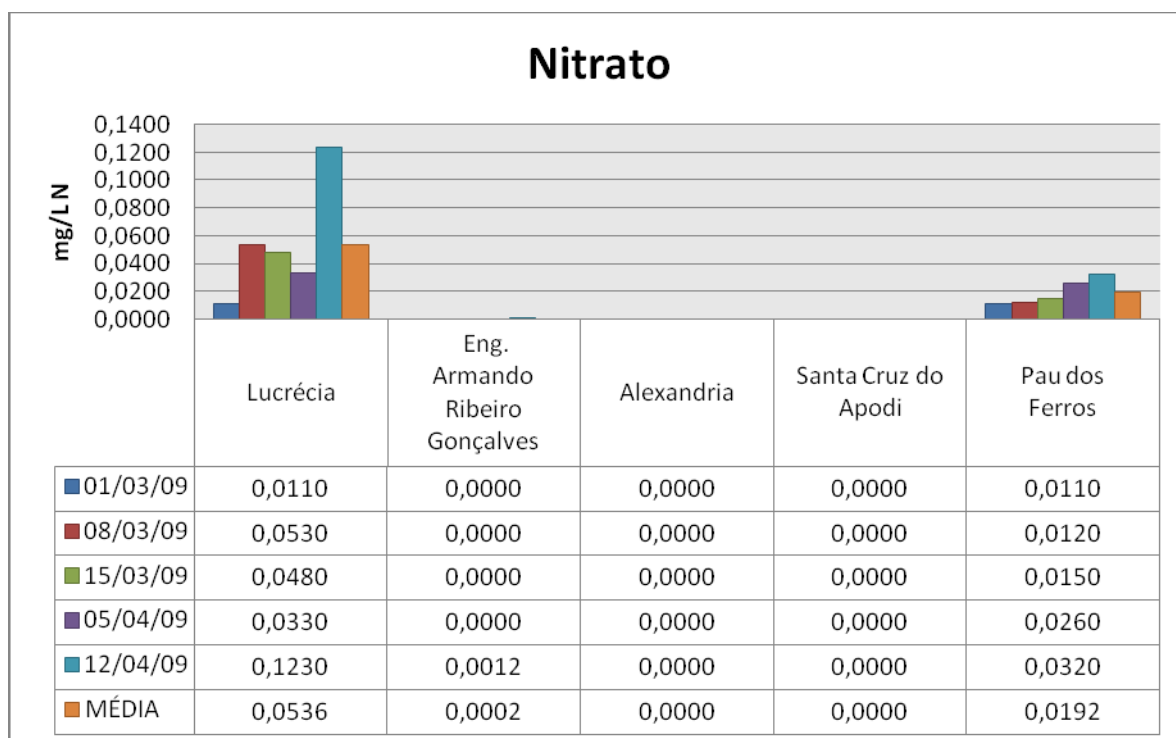
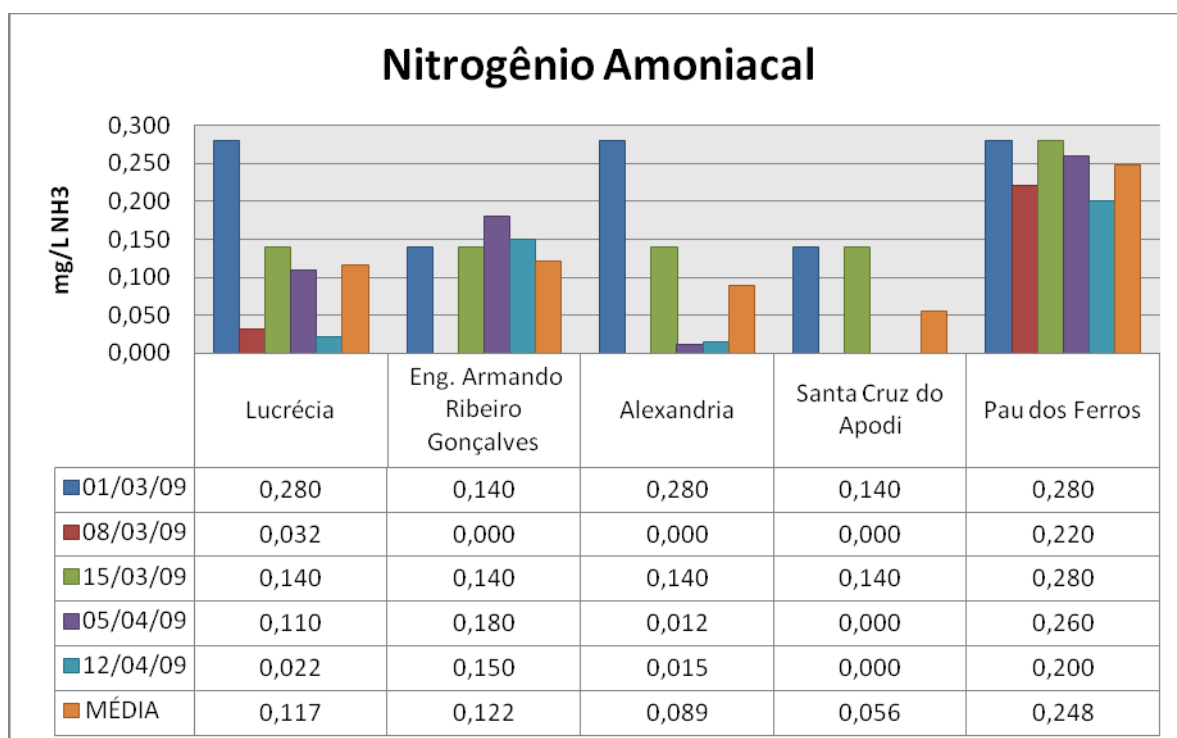


Figura 14. Resultados de Nitrato na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

Os ambientes aquáticos Armando Ribeiro Gonçalves, Santa Cruz do Apodi, Lucrécia e Alexandria apresentaram valores de Nitrogênio Amoniacal abaixo do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 em mananciais da Classe 2, que é  $\text{NH}_3 = 1,0 \text{ mg/L}$ , com  $\text{pH} > 8,0$  e  $\text{pH} < 8,5$ . A Barragem de Pau dos Ferros também apresentou valores de Nitrogênio Amoniacal na água dentro do limite considerado normal ( $\text{NH}_3 = 0,5 \text{ mg/L}$  para na faixa  $\text{pH} > 7,5$   $\text{pH} < 8,0$ ), para mananciais da Classe 2, definidos pela mesma Resolução (Figura 15).



**Figura 15.** Resultados de Nitrogênio Amoniacal na água dos reservatórios, analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

### 3.4. Qualidade físico-química: metais pesados

Os resultados obtidos das análises físico-químicas da água, realizadas no período de 01/03 a 12/04/2009, são apresentados a seguir (Tabela 4).

**Tabela 4.** Quantidade de metais pesados encontrados na água analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

Local	Data	Parâmetros (concentrações em mg/L)								
		Al	Cd	Cu	Pb	Cr	Mn	Ni	Ag	Zn
Lucrécia	01/03/09	0,360	0,004	0,080	0,040	0,070	0,184	0,055	0,012	0,280
	08/03/09	0,440	0,004	0,120	0,040	0,080	0,104	0,043	0,012	0,360
	15/03/09	0,022	0,0038	0,093	0,035	0,062	0,086	0,052	0,024	0,22
	05/04/09	0,240	0,006	0,110	0,047	0,060	0,174	0,040	0,015	0,320
	12/04/09	0,200	0,005	0,190	0,049	0,056	0,032	0,014	0,018	0,280
	<b>Média</b>	<b>0,252</b>	<b>0,005</b>	<b>0,119</b>	<b>0,042</b>	<b>0,066</b>	<b>0,116</b>	<b>0,041</b>	<b>0,016</b>	<b>0,292</b>
Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	01/03/09	0,480	0,004	0,008	0,080	0,000	0,036	0,022	0,034	0,560
	08/03/09	0,400	0,004	0,012	0,023	0,000	0,028	0,000	0,012	0,016
	15/03/09	0,54	0,003	0,015	0,003	0,013	0,024	0,041	0,016	0,32
	05/04/09	0,280	0,000	0,008	0,000	0,016	0,124	0,011	0,000	0,024
	12/04/09	0,31	0,003	0,015	0,019	0,032	0,224	0,0123	0,0234	0,321
	<b>Média</b>	<b>0,402</b>	<b>0,003</b>	<b>0,012</b>	<b>0,025</b>	<b>0,012</b>	<b>0,087</b>	<b>0,017</b>	<b>0,017</b>	<b>0,248</b>
Alexandria	01/03/09	0,480	0,004	0,008	0,040	0,008	0,088	0,000	0,120	0,020
	08/03/09	0,440	0,001	0,008	0,040	0,000	0,096	0,000	0,012	0,024
	15/03/09	0,344	0,000	0,003	0,034	0,012	0,032	0,011	0,017	0,018
	05/04/09	0,211	0,000	0,002	0,072	0,032	0,041	0,026	0,013	0,014
	12/04/09	0,320	0,000	0,008	0,040	0,016	0,100	0,040	0,000	0,036
	<b>Média</b>	<b>0,359</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,006</b>	<b>0,045</b>	<b>0,014</b>	<b>0,071</b>	<b>0,015</b>	<b>0,032</b>	<b>0,022</b>
Santa Cruz do Apodi	01/03/09	0,400	0,000	0,008	0,040	0,000	0,016	0,000	0,012	0,028
	08/03/09	0,440	0,000	0,004	0,040	0,000	0,028	0,000	0,016	0,016
	15/03/09	0,331	0,000	0,006	0,034	0,013	0,022	0,024	0,022	0,038
	05/04/09	0,160	0,000	0,008	0,000	0,020	0,008	0,000	0,000	0,040
	12/04/09	0,440	0,000	0,008	0,040	0,008	0,024	0,000	0,000	0,032
	<b>Média</b>	<b>0,354</b>	<b>0,000</b>	<b>0,007</b>	<b>0,031</b>	<b>0,008</b>	<b>0,020</b>	<b>0,005</b>	<b>0,010</b>	<b>0,031</b>
Pau dos Ferros	01/03/09	0,440	0,004	0,012	0,000	0,004	0,080	0,000	0,012	0,020
	08/03/09	0,400	0,004	0,008	0,040	0,000	0,188	0,000	0,012	0,024
	15/03/09	0,65	0,003	0,015	0,012	0,014	0,017	0,000	0,012	0,023
	05/04/09	0,160	0,004	0,012	0,040	0,016	0,324	0,040	0,000	0,060
	12/04/09	0,160	0,000	0,012	0,000	0,008	0,108	0,000	0,000	0,068
	<b>Média</b>	<b>0,362</b>	<b>0,003</b>	<b>0,012</b>	<b>0,018</b>	<b>0,008</b>	<b>0,143</b>	<b>0,008</b>	<b>0,007</b>	<b>0,039</b>
<b>Limite CONAMA Resolução 35.705</b>		<b>0,100</b>	<b>0,001</b>	<b>0,009</b>	<b>0,010</b>	<b>0,050</b>	<b>0,100</b>	<b>0,025</b>	<b>0,010</b>	<b>0,180</b>

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

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

Em relação ao Cádmio Total, verificou-se que os mananciais de Lucrécia, Pau dos Ferros e Eng. Armando Ribeiro Gonçalves apresentaram concentrações médias acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA acima referida, que para mananciais da Classe 2 (caso destes citados) é  $Cd = 0,001 \text{ mg/L}$ . Os demais mananciais estudados apresentaram valores de Cádmio Total abaixo desse limite.

Em relação ao Cobre Dissolvido, constatou-se que os mananciais de Lucrécia, Pau dos Ferros e Eng. Armando Ribeiro Gonçalves apresentaram concentrações semanais e médias muito acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é  $Cu = 0,009 \text{ mg/L}$ , enquanto que os demais mananciais estudados apresentaram valores semanais e médios abaixo desse limite.

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

Dentre todos os mananciais estudados, somente o Açude de Lucrécia apresentou concentrações semanais e média de Cobre Total acima do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é  $Cu = 0,05 \text{ mg/L}$ .

Também em relação ao Manganês Total e Níquel, somente o Açude de Lucrécia apresentou concentrações semanais e média acima dos limites recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é  $Mn = 0,1 \text{ mg/L}$  e  $Ni = 0,025 \text{ mg/L}$ .

Quanto ao parâmetro Prata Total, os mananciais Barragens de Pau dos Ferros e Santa Cruz do Apodi apresentaram-se dentro do limite recomendado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para mananciais Classe 2 (caso destes citados), que é  $Ag = 0,010 \text{ mg/L}$ , enquanto os demais mananciais estudados apresentaram concentrações de Cu acima do limite referido.

O Açude de Lucrécia e a Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves se destacaram como aqueles mananciais que apresentaram valores de Zinco acima do recomendado pela Resolução do CONAMA acima mencionada, que é  $Zn = 0,18 \text{ mg/L}$ .

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, com exceção dos mananciais Eng. Armando Ribeiro Gonçalves e Santa Cruz do Apodi, onde a presença de óleos e graxas e de substâncias causando odor e sabor, foram constatadas *in loco*.

**Tabela 5.** Outros parâmetros encontrados da água analisada no período de 01/03 a 12/04/2009.

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	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Barragem de Pau dos Ferros	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Barragem Santa Cruz do Apodi	VA	VP	VP	VA	VA	VA
Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	VA	VP	VP	VA	VA	VA
Açude de Lucrécia	VA	VA	VA	VA	VA	VA

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



## IV. CONCLUSÕES

Todos os reservatórios hídricos monitorados no período de 01/03 a 12/04/2009 apresentaram-se com águas próprias para banho, segundo critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, com valores de coliformes termotolerantes inferiores a 1000 NMP/100 ml em todas as cinco etapas de amostragens.

Os reservatórios hídricos Prof. Cortez Pereira (Alexandria-RN) e Barragem Santa Cruz do Apodi (Apodi-RN) apresentaram os parâmetros gerais: cor, turbidez, pH, Oxigênio dissolvido, matéria orgânica dissolvida ( $DBO_5$ ), fósforo total e Nitrogênio (nitrogênio amoniacal total e nitrito) dentro dos limites estabelecidos para corpos d'água da Classe 2, segundo Resolução CONAMA N ° 357/2005.

Os reservatórios hídricos de Lucrécia, Pau dos Ferros e Eng. Armando Ribeiro Gonçalves apresentaram alguns parâmetros muito acima do esperado para esse tipo de ambiente, assim constatando-se com a Cor, Matéria Orgânica Dissolvida ( $DBO_5$ ), Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal. Esse fato pode ser atribuído à ocorrência de lançamentos de esgotos domésticos, decomposição de material vegetal e escoamento superficial provocado pela chuva na época da coleta das amostras. Nesses mananciais a concentração de Matéria Orgânica (acima de 5 mg/L) e abundância de Fósforo Total, além da densidade de Cianobactérias (muito acima de 50.000 cel/mL) é indicativo do fenômeno de eutrofização. Esses dados caracterizam um problema grave e muito preocupante, uma vez que esses mananciais são os principais responsáveis pelo abastecimento de água na região do semi-árido norte-riograndense, compreendendo as regiões do Pólo Açú / Mossoró, Médio e Alto Oeste e Central/Cabugi, correspondendo a cerca de 40% do abastecimento público de água no Estado.

Os metais pesados poderão ser um fenômeno natural geológico dessas regiões ou estão sendo gerados por outros fatores como: o uso de agrotóxicos (plantações de fumo, etc.), efluentes de indústrias têxteis, galvanoplastia, mineradoras, processo de beneficiamento de couro, etc. ou no "chorume" de lixões, aterros controlados ou sanitários, que são carreados para os tributários, sendo necessários estudos mais

aprofundados para apontar essas ocorrências anômalas. São mais preocupantes as ocorrências de concentrações anômalas de vários metais pesados nos mananciais Açude de Lucrecia e Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves.

## BIBLIOGRAFIA

- APHA; AWW; WPCF. – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington-DC (EUA), American Public Health Association, American Water Works and Water Pollution Control Federation. 1998.
- CONAMA – *Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986*. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente, 1986.
- CONAMA – *Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de novembro de 2000*. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- CONAMA – *Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005*. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- VON SPERLING, M. – *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. DESA-UFGM, 1996.

**Profa. Andréa Lessa da Fonseca**

Engenheira Química, Doutora em Engenharia Química, UFRN.

**Douglisnilson de Moraes Ferreira**

Químico - UFRN

**Prof. Ronaldo Fernandes Diniz**

Geólogo, Doutor em Geologia Sedimentar  
Coordenador do Projeto (dinizronaldo@gmail.com)

Natal(RN), abril de 2009.