REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Governo do Estado do Rio Grande do Norte

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídrico
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 RN - EMPARN
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

Universidade Estadual do Rio Grande do Norte- UERN

PROGRAMA
ÁGUA AZUL

REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

RELATÓRIO TÉCNICO
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
SEGUNDA CAMPANHA/2016

2016

REDE COMPARTILHADA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA
PROGRAMA ÁGUA AZUL

COORDENAÇÃO GERAL

MANOEL LUCAS FILHO - UFRN

Engº Civil, Doutor e Pós Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos, Professor do Centro de Tecnologia da UFRN

SÉRGIO LUIZ MACÊDO- IDEMA

Engº Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Núcleo de Monitoramento Ambiental – NMA/IDEMA

NELSON CÉSIO - IGARN

Engenheiro Civil . Setor de Monitoramento da Água – IGARN

EQUIPE TÉCNICA – TOMO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN

AGNALDO SOUZA CRUZ

Bacharel em Redes de Computadores. Mestre e Doutorando em Engenharia de Elétrica.

DINARTE AEDA DA SILVA

Engº Civil. Mestre em Engenharia Civil. Professor da UFRN.

DANIEL CAMPOS MOREIRA

Graduado em Ciência e Tecnologia, Graduando em Engenharia Ambiental.

DJALMA RIBEIRO DA SILVA

Mestre e Doutor em Química. Professor da UFRN.

EMILY CINTIA TOSSI DE ARAÚJO COSTA

Licenciada, Bacharel, Mestre e Doutora em Química.

GUILHERME F. DE MEDEIROS

Mestre e Doutor em Biologia. Professor da UFRN.

GUSTAVO MAGNO LIMA AMBRÓSIO

Graduando em Ciência Biológicas.

HERBET TADEU DE ALMEIDA ANDRADE

Doutor em Ecologia. Professor da UFRN

IVANEIDE ALVES SOARES DA COSTA

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais. Professora da UFRN

JOSÉ FRANCINALDO DE OLIVEIRA

Bacharel, Mestre e Doutor em Química

JOSIELMA PRICILA PEDRO DE SOUZA

Graduando em Ciência Biológicas.

LUCYMARA DOMINGOS ALVES DA SILA

Bacharel em Ciência e Tecnologia. Graduanda em Engenharia Ambiental.

NATHÁLIA REGINA SOBRAL PAIVA

Graduando em Ciência Biológicas.

PRICILA CAVALCANTE DA SILVA GRILO

Graduando em Ecologia

RENNIO FELIX DE SENA

Mestre e Doutor em Engenharia Química. Professor do DEQ/CT/UFPB. Pesquisador da UFRN.

RINA LOURENA DA SILVA MEDEIROS

Bacharel, Mestre e Doutora em Química

SANDRO ARAÚJO DA SILVA

Técnico em Tecnologia Ambiental, Químico e Técnico do Laboratório de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da UFRN.

SHIRLEY FEITOSA MACHADO SENA

Bacharel em Química, Mestre e Doutoranda em Ciência e Engenharia do Petróleo.

TARCILA MARIA PINHEIRO FROTA

Mestre e Doutora em Engenharia de Petróleo

VERA LÚCIA LOPES DE CASTRO

Geóloga. Mestre e Doutora em Geociências. Professora da UFRN

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO G. DO NORTE (IGARN):

ALEXSANDRO TORRES

Técnico de Campo

ÁTILA ALEX DOS SANTOS GONÇALVES

Graduando de Engenharia Ambiental/ UFRN e Estagiário do IGARN

DEISEANE BEZERRA DA SILVA

Técnica em Controle Ambiental.

GLÁUCIA REGINA LUZ XAVIER DA COSTA

Engenheira Química. Setor de Monitoramento da Qualidade da Água – CGO.

KALLYNY PEREIRA DA COSTA

Mestre em Biologia. Setor de Monitoramento da Qualidade da Água – CGO.

NAJÁ FIGUEIREDO

Laboratorista.

PAULO CESAR FILHO
Gestor Ambiental

REYNALDO MELO CAVALCANTE ROCHA

Técnico em Meio Ambiente

SELMA MARIA DA SILVA

Engenheira Química. Setor de Monitoramento da Qualidade da Água – CGO.

WÉDINA RODRIGUES DE LIMA

Graduada em Engenharia de Aquicultura

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO NORTE- UERN

SUELY SOUZA LEAL DE CASTRO

Licenciada e Bacharel em Química, Mestre em Ciências, Doutora em Química Analítica. Professora do Departamento de Química da UERN.

LUIZ DI SOUZA

Eng. Químico, Mestre em Ciências, Doutor em Engenharia dos Materiais. Professor do Departamento de Química da UERN.

THIAGO MIELLE B. F. OLIVEIRA

Licenciado em Química, Especialista em Química e Biologia, Técnico de Laboratório de Química do Departamento de Química da UERN.

JANETE JANE FERNANDES ALVES

Bacharel em Química.

JEFFERSON BEZERRA DE MEDEIROS

Graduando em Licenciatura em Química

ANDERSON FELIPE FERNANDES SILVA

Graduando em Licenciatura em Química

MAYCON JANDERSON RODRIGUES DOS SANTOS

Graduando em Licenciatura em Química

JESYKA MACEDO GUEDES

Graduanda em Licenciatura em Química

GILBERTO GOMES FREIRE JÚNIOR

Graduando em Licenciatura em Química

FRANCISCO RUBENILTON FERNANDES

Graduando em Licenciatura em Química

MATEUS COSTA MEDEIROS

Graduando em Licenciatura em Química

MICHAEL DIEGO DE SOUSA

Graduando em Licenciatura em Química

ALEXANDRA BOAVENTURA DE OLIVEIRA

Graduanda em Licenciatura em Química

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – EMPARN

ALFRÊDO OSVALDO DANTAS DE AZEVEDO

Mestre em Engenharia Sanitária

INGRID ABASTOFLOR CARDOSO

Bióloga

MARIA DE FÁTIMA COSTA

Bacharel em Química

GLEY BENÉVOLO XAVIER

Bacharel em Química

MARIA DA CONCEIÇÃO GOMES BENTES

Bióloga

MARIA DO SOCORRO VALENTIM CÂMARA

Assistente de Pesquisa I

ÂNGELA CRISTINA MELO LIBERATO

Bióloga

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

T – temperatura

º C – graus Celsius

pH – potencial hidrogeniônico

CE – condutividade elétrica

$N0_3$ – nitrato

$N0_2$ – nitrito

NH_3 – nitrogênio amoniacal

SO_4 – sulfato

Na – sódio

Ca – cálcio

Cl – cloreto

K – potássio

Mg – magnésio

Fe – ferro

BTEX – benzeno, tolueno e etil-xilenoVMP – valor máximo permitido

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

uH – unidade Hazen

uT – unidade de turbidez

µS/cm – microsiemens/cm

µg/L – microgramas/litro

$CaCO_3$ – carbonato de cálcio

mg/L – miligramas por litro

NMP – número mais provável

UFC – unidades formadoras de colônias

cm – centímetros

h – hora

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

SAAE – Serviço Autônomo de Águas e Esgotos

IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO 1

2.0 OBJETIVOS 1

3.0 METODOLOGIA 2

4.0 ASPECTOS LEGAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL 3

5.0 PARTE 1 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES, FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMN. 4

5.1 Caracterização da Região Metropolitana de Natal (RMN) 6

5.1.1 Aspectos Demográficos 6

5.1.2 Uso e ocupação do solo 8

5.2 Aspectos Hidrológicos e Hidrogeológicos 9

5.2.1 Aspectos Hidrológicos 9

5.2.2 Aspectos Hidrogeológicos 10

5.3 Apresentação e Discussões dos Resultados dos Poços Monitorados em Natal 12

5.3.1 Nitrato 12

5.3.2 – Cloreto, Sódio, Sulfato, Ferro e STD 20

5.3.3 Coliformes Totais e Termotolerantes 27

5.3.4 Compostos BETEX 29

5.4 Apresentação e Discussões dos Resultados dos Poços Monitorados, nos Demais Municípios, da Região Metropolitana de Natal 30

5.4.1 Nitrato 30

5.4.2 Cloreto, Sódio, Sulfato, Ferro e STD nos demais municípios, da Região Metropolitana de Natal 34

5.4.3 Coliformes Totais e Termotolerantes 38

6.0 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES, FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS DEMAIS MUNICÍPIOS DO RN – CAMPANHA OUTUBRO/DEZEMBRO/2016 39

6.1 Aspectos Hidrogeológicos 40

6.2 Apresentação e Discussões dos Resultados 43

6.2.1 Nitrato 44

6.2.2 Comportamento dos Íons Cloreto, Sódio, STD , Sulfato e Ferro 59

6.2.4 - Apresentação e Discussão dos Resultados Relacionados aos Indicadores Biológicos 76

6.2.5 Apresentação e Discussão dos Resultados Relacionados a Presença de Agrotóxicos no Município de Baraúnas 80

6.3 Considerações Finais 82

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 85

Anexos 87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Municípios que compõe a Região Metropolitana de Natal. Adaptado de MEDEIROS (2015). 7
Figura 2 Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de Natal. Fonte: ANA (2012) 9
Figura 3 Concentrações de N (NO-3) no conjunto de poços monitorados, campanha Out./Dez./2016. 12
Figura 4 Concentrações de N (NO-3) nos poços da Zona Norte, em 2016 e nas campanhas do ano de 2015. 14
Figura 5 Comparação entre as concentrações de N (NO^-_3) nas campanhas de 2015 e 2016. 16
Figura 6 Concentrações de N (NO-3) nos poços analisados na Zona Norte de Natal, campanha outubro-dezembro/2016. 17
Figura 7Concentrações de N(NO-3) nos poços analisados nas Zonas Leste, Oeste e Sul de Natal, campanha outubro-dezembro/2016. 18
Figura 8 Representação Esquemática das Concentrações de N (NO-3) por Bacias Hidrográficas no município de Natal, no período de outubro-dezembro/2016. 19
Figura 9 Representação das concentrações de Sódio (mg/L) - campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016. 22
Figura 10 Representação das concentrações de Ferro (mg/L) - campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016. 23
Figura 11 Representação das concentrações de Sulfato (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015 e jun/julho/2016. VMP - (250 mg/L) 24
Figura 12 Representação das concentrações de Cloreto (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016. 25
Figura 13 Representação das concentrações de STD (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016. 26
Figura 14 Representação das concentrações do N (NO-3) (mg/L) nas campanhas de abril/2015, set/out. /2015, maio/jun/2016 e outubro/dezembro/2016. 31
Figura 15 Distribuição espacial dos poços monitorados em outros municípios da RMN e o comportamento das concentrações de N(NO-3). Pontos localizados na base do Google Earth. Ano 2016; Data SIO, NOAA. U.S. NAVY NGA GEBCO. Image Landsat. 33
Figura 16 Representação do Cloreto, Sódio, STD, Ferro e Sulfato (mg/L) no contexto dos demais municípios da RMN, campanha outubro/dezembro/2016. 36
Figura 17 Comportamento do N(NO-3) nos demais municípios do Rio Grande do Norte, campanha outubro/dezembro/2016. 47
Figura 18 Representação da distribuição espacial dos poços monitorados nos demais municípios, campanha maio/junho/2016 48
Figura 19 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de escoamento difuso. 56
Figura 20 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu/e Norte de Escoamento Difuso. 57
Figura 21 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas da parte norte/leste do RN. 58
Figura 22 Comportamento do Sódio, Cloreto e STD nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de Escoamento Difuso. 66
Figura 23 Comportamento do Ferro e Sulfato nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de Escoamento Difuso, maio/junho/2016. 67
Figura 24 Comportamento do Cloreto, Sódio e STD nas bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu/e Norte de Escoamento Difuso. 68
Figura 25 Comportamento do Ferro e Sulfato nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu e Norte de Escoamento Difuso, outubro/dezembro/2016. 69
Figura 26 comportamento do Sódio, Cloreto e STD nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso- outubro/dezembro/2016. 71
Figura 27 Comportamento do Sulfato e do Ferro nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso - outubro/dezembro/2016. 72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 População urbana e densidade populacional na sede dos municípios da RMN. Fonte: MEDEIROS (2015) 7
Tabela 2 Resumo das principais características dos aquíferos Dunas, Barreiras, Jandaira e Açu. 12
Tabela 3 Concentrações de N (NO^-_3) nos poços da Zona Norte, em junho-julho/2016 e nas campanhas do ano de 2015 14
Tabela 4 Concentrações de N (NO-3) nos poços nas Zonas Leste, Oeste e Sul de Natal, com destaque para outubro-2016. 15
Tabela 5 Resumo dos Parâmetros Cloreto, Sódio, Sulfato e Ferro na cidade de Natal, no período de outubro a dezembro/2016. 20
Tabela 6 Comparação entre as campanhas abril/2015, setembro/2015, junho/julho/2016 e outubro/dezembro/2016. 21
Tabela 7 Resultados das análises sobre os coliformes totais e termotolerantes - (out./dez/2016) 28
Tabela 8 Concentrações de N (NO-3) nos poços monitorados em alguns dos municípios da RMN. 31
Tabela 9 Resultados para STD, Sódio, Cloreto, Sulfato e Ferro para alguns poços da Região Metropolitana de Natal, campanha outubro/dezembro/2016. 34
Tabela 10 Resultados das análises sobre os coliformes totais e termotolerantes, nos demais municípios da Região Metropolitana de Natal, na campanha de outubro/dezembro2016 38
Tabela 11 Resumo das principais características dos aquíferos Dunas, Barreiras, Jandaira e Açu. 43
Tabela 12 Poços monitorados em relação N (NO-3), nos demais municípios do interior do Estado. 45
Tabela 13 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016. 50
Tabela 14 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016. 51
Tabela 15 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016. 52
Tabela 16 Ilustração da comparação entre as campanhas de 2015 e 2016. 53
Tabela 17 Número de poços com concentrações anômalas em relação ao Cloreto, Sódio, STD, Sulfato e Ferro. 62
Tabela 18 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Apodi/Mossoró e Norte de Escoamento Difuso – outubro/dezembro2016. 63
Tabela 19 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Piancó/Piranhas Açu e Norte de Escoamento Difuso – outubro/dezembro/ 2016. 64
Tabela 20 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso. 65
Tabela 21 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso e Apodi Mossoró. 73
Tabela 22 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso e Piancó/Piranhas Açu. 74
Tabela 23 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso, L. Leste de Escoamento Difuso, Boqueirão, Maxaranguape, Ceará Mirim, Trairi, Jacú e Catu. 75
Tabela 24 Resultados das análises quanto aos coliforme totais e termotolerantes, campanha outubro/dezembro/2016. 77
Tabela 25 Informações da campanha para análise de agrotóxicos nos poços, município de Baraúnas. 81
Tabela 26 Resultados das análises de agrotóxicos no município de Baraúnas. 81

LISTA DOS QUADROS

Quadro 1 Bacias Hidrográficas inseridas na RMN. 5

ANEXOS

1.0 INTRODUÇÃO

O presente relatório compreende as campanhas realizadas na Região Metropolitana de Natal e nos municípios do interior do Estado no período de 24/10 a 07/12/2016. Envolve duas partes: Parte I, que trata da apresentação e discussão dos resultados das análises, físicas, químicas e biológicas, das águas subterrâneas na RMN e a Parte II que compreende a apresentação e discussão dos resultados das análises, físicas, químicas e biológicas, das águas subterrâneas nos demais municípios do Rio Grande do Norte.

Destaca-se que dos 100 poços que compõe a rede de monitoramento das águas subterrâneas, no Estado do RN, a equipe responsável pelas coletas não conseguiu realizá-las, no seu total, devido a algumas situações como: poços desativados, bomba em manutenção, poços secos e impossibilidade de acesso do técnico nas captações para a respectiva coleta. Os anexos 01 e 02 demonstram a situação das coletas na cidade de Natal e Interior na campanha realizada entre outubro e dezembro de 2016.

2.0 OBJETIVOS

Os principais objetivos da rede de monitoramento de águas subterrâneas, conforme discutidos e estabelecidos com a equipe do IGARN compreendem:

- Subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano (abastecimento público) e demais usos;
- Avaliar a evolução da qualidade das águas subterrâneas do Estado;
- Obter informações sobre áreas impactadas, onde a qualidade da água está mais comprometida, permitindo a aplicação de medidas de prevenção e correção dos órgãos de gestão ambiental e dos recursos hídricos;
- Fornecer subsídios para a elaboração e execução dos Planos de Bacia e uma eficiente aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos;
- Compor um sistema robusto de gerenciamento dos aquífero

3.0 METODOLOGIA

Igualmente aos relatórios dos anos anteriores (2014 e 2015) os resultados das análises foram interpretados nos recortes espaciais dos municípios, das bacias hidrográficas e dos aquíferos, no intuito de oferecer aos gestores as possibilidades de visualização do comportamento da qualidade das águas subterrâneas nestas diferentes dimensões. Os parâmetros que compõe o monitoramento das águas subterrâneas compreendem:

- Físicos: turbidez; temperatura;
- Químicos: pH; Bicarbonato, Cálcio, Carbonato, Condutividade Elétrica, Dureza, Ferro, Potássio, Magnésio, Sódio, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Sulfato; Sólidos Totais Dissolvidos (STD); Condutividade Elétrica; Dureza.
- Microbiológicos: as bactérias do grupo coliformes (fecais e os termotolerantes);
- Hidrocarbonetos menos densos que a água - LNAPL (light non-aqueous phase liquids) do grupo BTEX Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno, presentes na gasolina. Conforme informações da equipe técnica do IGARN, (relatórios técnicos anteriores) para os procedimentos de coletas das amostras de água subterrânea e das respectivas análises foram adotadas as técnicas referenciadas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, edição 2011.

Destaca-se, ainda, que a equipe técnica do IGARN responsável pelas coletas tem registrado que a localização dos poços, inicialmente realizada no escritório, tem sido reavaliada a partir das experiências dos trabalhos de campo, priorizando as questões referentes ao aquífero, acesso, estrutura do local e o tipo de poço. As amostragens, no âmbito do Programa, têm sido realizadas pela equipe técnica do IGARN.

Os resultados das análises foram sistematizados em planilhas Excel e analisados em relação a Resolução CONAMA 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

4.0 ASPECTOS LEGAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL

A partir da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988) a água subterrânea passou a ser reconhecida como bem público de propriedade dos Estados e Distrito Federal (Art. 26, I), distinta dos recursos minerais do subsolo que pertencem à União (Art.176). Em 1997, a Lei Federal nº 9.433, conhecida como a Lei das Águas, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A instituição da PNRH criou uma base de discussão no Conselho Nacional dos Recursos Hídricos contribuindo para a regulamentação dos instrumentos da PNRH, através de Resoluções, que destacam a gestão das águas subterrâneas e tem tentado suprir a lacuna e contemplar a ausência de legislação específica para águas subterrâneas em grande parte dos estados do Brasil. Dentre estas Resoluções tem-se:

Resolução nº 09, de 21 de junho de 2000 - Institui a Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas;

Resolução nº 15, de 11 de Janeiro de 2001 - Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas;

Resolução nº 22, de 24 de Maio de 2002 - Estabelece diretrizes para inserção das águas subterrâneas no instrumento Planos de Recursos Hídricos;

Resolução nº 29, de 11 de dezembro de 2002 - Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais. (Inclui águas superficiais e subterrâneas);

Resolução nº 65, de 07 de dezembro de 2006 - Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental, (Inclui águas superficiais e subterrâneas);

Resolução CNRH nº 91/2008 - compreende o enquadramento e a gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas;

Resolução nº 92, de 05 de Novembro de 2008 - Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro;

Resolução CNRH nº 99/2009 - aprovou o PNAS/PNRH

Resolução nº CNRH 107/2010 de 13 de Abril de 2010 Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo, Quantitativo de Águas Subterrâneas.

Vale Ressaltar que nos anos de 2007 e 2008, a partir de um trabalho articulado entre os Conselhos de Meio Ambiente (CONAMA) e dos Recursos Hídricos (CONERH) aconteceram discussões

no sentido de aprovar uma Resolução que tratasse da classificação e diretrizes ambientais gerais para o enquadramento das águas subterrâneas, nessa perspectiva foi aprovada a Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Esse destaque, em especial para esta Resolução, se faz necessário tendo em vista que o Programa Água Azul trará uma relevante contribuição no sentido de criar uma base de dados relacionados à qualidade das águas subterrâneas para subsidiar estudos para a elaboração de uma proposta de enquadramento das águas subterrâneas.

5.0 PARTE 1 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES, FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMN.

O presente conteúdo (Parte I) trata da apresentação e discussão dos resultados das análises, físicas, químicas e biológicas, das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Natal, cujas coletas foram realizadas no período de 31/10/2016 a 07/12/2016, na cidade de Natal e de 03 a 22/11 de 2016 nos demais municípios da RMN. O anexo 01 trata das informações em relação a situação das coletas, mostrando quais poços foram realizadas as coletas de água e as respectivas análises. Todas as coletas de água foram realizadas pela equipe de monitoramento do Instituto de Gestão das Águas (IGARN) no âmbito do Programa Água Azul. Destaca-se que a equipe responsável pela elaboração do presente relatório recebeu os dados das análises diretamente do NUPRAR, não tendo participado das coletas em campo, como também não participou da parte laboratorial. Nesse sentido, as interpretações e discussões, aqui apresentadas, foram realizadas com base em dados e informações emitidas pelos devidos órgãos responsáveis.

A estrutura do relatório compreende a análise e interpretação dos dados por municípios da RMN, como também pela unidade da bacia hidrográfica, ao mesmo tempo que destaca o tipo do aquífero. A equipe conduziu, dessa forma, pelo fato de que se os dados fossem interpretados apenas por bacia hidrográfica, as relações entre os impactos urbanos e a qualidade das águas subterrâneas não ficariam tão claros para os gestores, tendo em vista que a Região Metropolitana de Natal abrange 07 bacias hidrográficas, conforme pode ser visto no Quadro 01 e, portanto, essa disposição não facilitaria, inicialmente a percepção das relações entre o espaço do meio ambiente urbano e suas possíveis interferências no sistema aquífero Dunas/ Barreiras. Assim, por exemplo, ao visualizar em uma tabela ou em mapa as concentrações de nitrato ou outro parâmetro, por municípios, tanto os gestores como o cidadão usuário passa a perceber o comportamento atual dos tecidos urbanos e seus possíveis impactos na qualidade das águas subterrâneas. Por outro lado, as

águas subterrâneas não se apresentam igualmente as águas superficiais. A água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas do meio poroso (rochas sedimentares) ou fraturas, falhas e fissuras das rochas do meio fissural (rochas cristalinas). Já a bacia hidrográfica compreende a área na qual ocorre a drenagem de água para um rio principal e seus afluentes controlada pelas características geográficas e topográficas.

A partir dessa estrutura, o respectivo trabalho se desenvolveu visando atender a compreensão e as inter-relações entre os seguintes tópicos: caracterização da área de monitoramento, metodologia, caracterização hidrogeológica e apresentação e discussão dos resultados.

A caracterização da área de monitoramento abordou os aspectos que de fato necessitam ser expressados para as possíveis correlações entre os impactos urbanos e suas interferências na qualidade das águas subterrâneas. Nesse sentido, foram destacados dados e informações relacionados as populações da RMN e dos seus municípios, densidade demográfica e principais fontes de contaminação e vulnerabilidade do sistema aquífero em apreço.

Quadro 1 Bacias Hidrográficas inseridas na RMN.

Bacia Hidrográfica	**Municípios inseridos**
05 – Maxaranguape	Ceará-Mirim
06 – Ceará-Mirim	Ceará-Mirim e Extremoz
07 – Doce	Ceará-Mirim, Extremoz e São Gonçalo do Amarante
08 – Potengi	Macaíba, Natal e São Gonçalo do Amarante
09 – Pirangi	Macaíba, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim e São José de Mipibu
10 – Trairi	Macaíba, Nísia Floresta e São José de Mipibu
16 – Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso	Ceará Mirim, Extremoz, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim e São José de Mipibu

O tópico relacionado a caracterização hidrogeológica diz respeito a uma breve descrição das principais características hidrogeológicas do Sistema Aquífero Dunas/Barreiras no intuito de facilitar, para os gestores que tratam das questões ambientais e dos recursos hídricos, a compreensão em relação a vulnerabilidade do Sistema. Estas informações são necessárias, tendo em vista que os resultados das campanhas de monitoramento serão melhores interpretados e compreendidos diante da possibilidade de fazer relações diversas tais como: a composição litológica dos sedimentos do meio poroso do Sistema Dunas/Barreiras; espessura da zona não saturada; espessura da zona saturada, a disposição entre as diferentes formações geológicas na RMN, o comportamento do aquífero em relação a tipologia livre e semiconfinado, dentre outras informações.

5.1 Caracterização da Região Metropolitana de Natal (RMN)

5.1.1 Aspectos Demográficos

A Região Metropolitana de Natal (RMN) abrange uma superfície de 2.722,8 km², o que corresponde a 5,16% do território estadual e compreende os municípios de Natal, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Ceará-Mirim, Macaíba, Extremoz, Nísia Floresta, São José de Mipibu e Monte Alegre totalizando nove municípios Figura 01. Conforme o Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população da RMN atingiu 1.340.285 habitantes, representando 42% da população total do Rio Grande do Norte, de forma que 803.739 habitantes, se concentram em Natal o que representa 60% da população da região metropolitana. A Tabela 01 demonstra a densidade populacional em Natal e nos demais municípios da RMN.

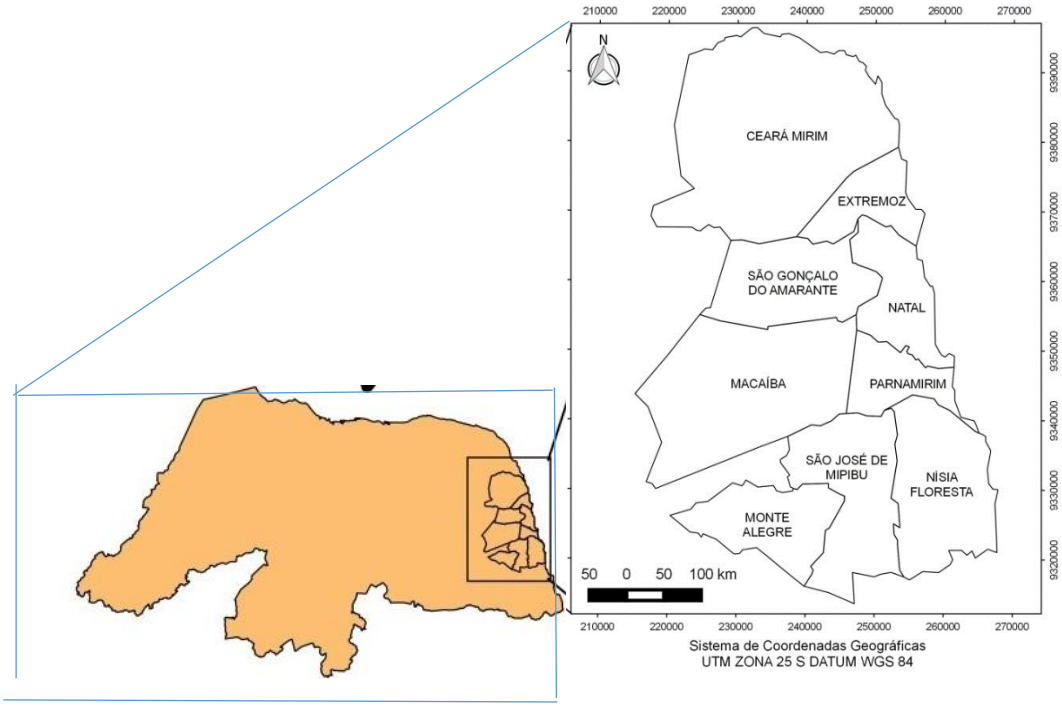


Figura 1 Municípios que compõe a Região Metropolitana de Natal. Adaptado de MEDEIROS (2015).

Tabela 1 População urbana e densidade populacional na sede dos municípios da RMN. Fonte: MEDEIROS (2015)

Município	**População urbana (hab)**	**Área da sede (ha)**	**Densidade populacional na sede (hab/ha)**
Natal	803.739	10.858	74,0
Parnamirim	202.456	2.219	91,2
São G. do Amarante	74.099	313	236,7
Macaíba	42.631	253	168,5
Ceará-Mirim	35.494	456	77,8
São José de Mipibu	18.232	198	92,1
Extremoz	15.769	150	105,1
Nísia Floresta	9.380	128	73,3
Monte Alegre	9.002	123	73,2
TOTAL	1.200.802	14.698	81,7

5.1.2 Uso e ocupação do solo

MEDEIROS (2015) enfatiza que devido à disponibilidade e importância da água subterrânea, seu manejo e proteção possui uma relação sensível e diretamente influenciada pelo modelo de uso e ocupação do solo na RMN. As atividades que são desenvolvidas em superfície podem produzir, manipular e concentrar compostos químicos que podem, em condições específicas, atingir os aquíferos e contaminar as águas subterrâneas.

Estudos elaborados pela Agencia Nacional de Águas (2012) identificou áreas de expansão urbana, carcinicultura, vegetação, mata nativa, mangue, dunas, agricultura e áreas ambientalmente protegidas Figura 02.

Dentre tantos estudos já realizados no âmbito da RMN, MEDEIROS (2015) desenvolveu uma pesquisa que teve como objetivo avaliar o risco de contaminação das águas subterrâneas por nitrato decorrente das deficiências relativas ao sistema de esgotamento sanitário, o qual está diretamente relacionado ao modelo de ocupação urbana da RMN. A análise da ocupação da área de estudo considerou dados populacionais, assim como os dados de densidades demográficas e taxas de população nas zonas urbana e rural por meio do perfil de ocupação do solo.

Portanto, a discussão dos resultados do monitoramento das águas subterrâneas da RMN tomará como subsídio alguns desses estudos.

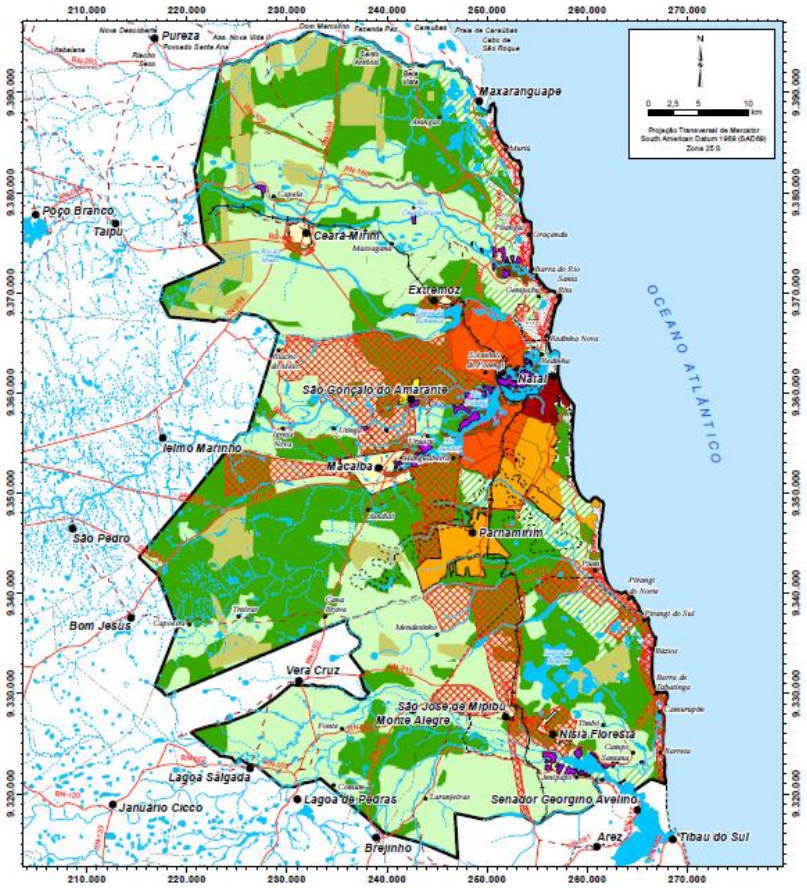


Figura 2 Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de Natal. Fonte: ANA (2012)

Uso e ocupação do solo

- Zona de Expansão Urbana
- Área desapropriada para assentamentos
- Carcinicultura
- Vegetação
- Mata
- Mangue
- Dunas
- Agricultura (diversos)
- Áreas protegidas

Densidade Populacional (hab/km²)

- < 300
- 301 - 1500
- 1501 - 4000
- 4001 - 6000
- > 6000

Convenção Cartográfica

- Sedes municipais
- Povoados e assentamentos
- Ferrovia
- Estradas pavimentadas
- Lagos, lagoas, lagunas ou açudes
- Rios intermitentes
- Rios perenes
- Limites municipais
- Área de estudo

5.2 Aspectos Hidrológicos e Hidrogeológicos

5.2.1 Aspectos Hidrológicos

A Região Metropolitana de Natal envolve sete bacias hidrográficas inseridas totalmente ou parcialmente: bacia do rio Doce, bacia do rio Potengi, bacia do rio Pirangi, bacia do rio Maxaranguape, bacia do rio Ceará-Mirim, bacia do rio Trairi e Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso.

Conforme os estudos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (SERHID, 1998), as bacias inseridas na RMN apresentam um escoamento anual médio de 24,6 m^3/s, equivalente a um volume de aproximadamente 776 milhões de m^3/ano. As bacias hidrográficas que representam os recursos hídricos superficiais da RMN são constituídas pelas lagoas de médio porte (Jiqui, Bonfim e Extremoz), pequenas lagoas interdunares e as bacias dos rios Potengi, Ceará-Mirim, Pirangi, Trairí e Doce. A lagoa de Extremoz tem capacidade de explotação de 20 milhões de m^3/ano e a lagoa do Jiqui de 12 milhões de m^3/ano. Já na Lagoa do Bonfim, o volume explotado anualmente é da ordem de 3,4 milhões de m^3 (PEREIRA *et al.*, 2000, MELO *et al.*, 2000).

5.2.2 Aspectos Hidrogeológicos

A área em apreço constitui-se por sedimentos de idade tércio-quaternária do Grupo Barreiras e coberturas recentes de dunas e aluviões, o que confere a existência do principal manancial de reservas de águas subterrâneas na RMN denominado de Sistema Aquífero Dunas/Barreiras. Esse conjunto de sedimentos é caracterizado como um Sistema Único que em algumas regiões se apresenta como livre e em outras se apresenta com características de aquífero semiconfinado. Estratigraficamente abaixo desse sistema aquífero encontram-se os materiais compostos por arenito calcífero que, dependendo da profundidade do poço tubular, pode-se conferir uma qualidade de água diferente daquela típica do sistema aquífero Dunas/Barreiras, tendo em vista que a perfuração pode ter atingido o arenito calcífero. Assim, as equipes técnicas que lidam com o monitoramento desses sistemas devem sempre estarem atentas em relação aos aspectos físico-químicos das águas subterrâneas desses mananciais e assim identificar se a água analisada é exclusivamente do aquífero Dunas/Barreiras ou trata-se de uma água misturada. Os sedimentos Barreiras ocorrem ao longo de todo o litoral oriental do Rio Grande do Norte, com larguras entre 10 e 40 km e apresentam-se com espessuras que variam de 50 a 120 m, cuja porção superior é formada, em geral, por sedimentos mais argilosos. São arenitos argilosos, argilas arenosas, siltitos, argilas e intercalações de arenitos de granulação fina a grossa, com coloração geralmente avermelhada. Os perfis litológicos dos poços tubulares mostram que na parte inferior da formação predominam arenitos de granulação fina a grossa, com intercalações argilosas de coloração predominantemente

clara (creme a amarelada) e ocorrendo localmente níveis de seixos arredondados a sub-arredondados. A feição geomorfológica desta formação constitui-se por Tabuleiros Costeiros, cujas terminações na linha de costa formam as falésias adjacentes às faixas de praias atuais (AMARAL *et al.*, 2005). Nessa linha de costa os sedimentos da formação Barreiras são recobertos por areias de das formações dunares e nos vales dos rios são recobertos pelos sedimentos aluviais. As elevadas taxas de percolação e consequentes relevantes infiltrações diretas das águas de chuva, nesse sistema hidráulico único, indiferenciado e interconectado, que forma o Sistema Aquífero Dunas/Barreiras favorecem às recargas em várias localizações na RMN implicando assim na sua qualidade, seja para diluir as concentrações de contaminantes ou para carrear determinados contaminantes, conforme as disposições das fontes de poluição e contaminação na superfície do solo. Conforme os estudos realizados no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, (SERHID, 1998) os valores regionais médios de transmissividade (T) para o aquífero Barreiras são próximos a $5\times10^{-3}m^2/s$, sendo os maiores valores registrados entre os municípios de Extremoz e Natal e entre Natal e Nísia Floresta. Portanto, além da existência dessa configuração de materiais porosos e permeáveis a alta potencialidade do sistema aquífero Dunas/Barreiras se deve também a conjunção com outros aspectos como climáticos, em que as séries históricas registram precipitações médias anuais da ordem de 1.500 mm, as feições geomorfológicas, já descritas, que favorecem a infiltração de águas de chuva e recarga dos aquíferos, além da interação das águas superficiais e as águas subterrâneas. Assim, boa parte da RMN conta com um modelo onde as dunas exercem a relevante função de transferência das águas de chuvas para os estratos arenosos do aquífero Barreiras. No entanto, esse modelo conceitual que envolve: um sistema único e indiferenciado entre as areias das Dunas e os arenitos da formação Barreiras, além de um caráter livre, uma alta porosidade e condutividade hidráulica das areias das dunas, tudo isso torna o sistema naturalmente vulnerável e dependendo da carga contaminante o risco para a contaminação do Sistema aquífero pode ser potencializado.

Sotopostos aos sedimentos do Grupo Barreiras encontram-se os arenitos calcíferos, provavelmente de idade cretácea. O Aquífero Cretáceo aflora em porções isoladas no município de Ceará-Mirim. O Aquífero Cristalino é a unidade basal e conforme estudos realizados por SERHID (1998), quando se trata do próprio afloramento na RMN essa ocorrência se dá em porções isoladas. Sua capacidade de bombeamento é baixa e a água tem normalmente alto teor de sais. A tabela 02 mostra um resumo das potencialidades desses mananciais subterrâneos.

Tabela 2 Resumo das principais características dos aquíferos Dunas, Barreiras, Jandaira e Açu.

Aquífero	Disponibilidade* ($x10^6$ m³/ano)	Potencialidade** ($x10^6$ m³/ano)	Prof. média dos poços (m)	Vazão média dos poços (m³/h)
Dunas	0,00	0,29	5	1
Barreiras	80,23	215,18	40 a 100	10 a 100
Cretáceo/Jandaíra	0,15	0,32	80	5 a 30
Cretáceo/Açu	0,37	0,05	250 a 400	10 a 30

Fonte: adaptado de SERHID, 1998.
* Refere-se aos volumes explotados dos aquíferos através de poços (milhões de metros cúbicos por ano).

** Refere-se às reservas explotáveis que podem ser extraídos sem comprometer o equilíbrio dos sistemas aquíferos, (milhões de metros cúbicos por ano).

5.3 Apresentação e Discussões dos Resultados dos Poços Monitorados em Natal

5.3.1 Nitrato

A campanha compreendeu o monitoramento de 28 poços tubulares, Anexos 1 e 2, de modo que 43%, o equivalente a 12 poços, apresentaram concentrações de N (NO^-_3) acima de 10mg/L, figura 03 representa os resultados das análises das concentrações de N (NO^-_3) nos poços monitorados na campanha de outubro-dezembro/2016.

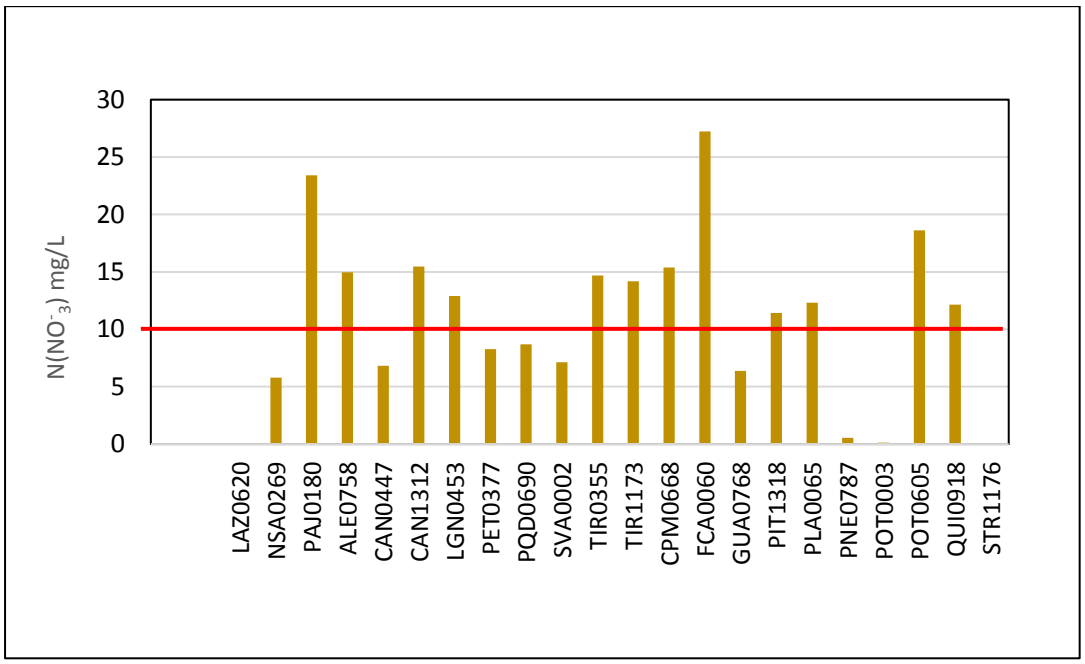


Figura 3 Concentrações de N (NO-3) no conjunto de poços monitorados, campanha Out./Dez./2016.

Valor Máximo Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.

Quando da comparação entre as áreas dos lados direito e esquerdo do rio Potengi, observou-se que dentre os cinco poços tubulares monitorados, no lado esquerdo do rio Potengi (Zona Norte de Natal) 02 poços apresentaram concentrações de N no composto Nitrato (NO^-_3), acima de 10,0 mg/L que foram nos Bairros de Pajuçara (PAJ0180) e Santa Catarina (POT003), com 23,40 mg/L e 18,61 mg/L, respectivamente. A tabela 03 e figura 04 demonstram os valores das concentrações de N (NO^-_3) da campanha outubro-dezembro/2016, como também os resultados das campanhas de junho/2016 e do ano de 2015, na Zona Norte de Natal. A análise do conjunto dos resultados entre os anos de 2015 e 2016 para aqueles poços que foram monitorados em todas as campanhas, como é o caso do Poço NSA0269, localizado no Bairro de Nossa Senhora da Conceição, demonstra um aumento da concentração de N(NO-3) do ano de 2015 para o ano de 2016, figura 04.

Igualmente a primeira campanha de 2016, a segunda campanha (outubro-dezembro/2016), demonstra que dentre os 17 poços monitorados no lado direito do rio Potengi (Zonas Leste, Oeste e Sul de Natal), 10 poços apresentaram concentrações acima de 10,0 mg/L de N (NO^-_3), tabela 04 e figura 05. Observa-se, também, que no âmbito das campanhas em apreço, os poços PET0377 (Petrópolis), PQD0690 (Parque das Dunas), GUA0768 (Guarapes), PNE0787 (Ponta Negra) e SVA0002(San Vale), são aqueles que estão com concentrações abaixo de 10 mg/L N (NO-3).

Destaca-se o comportamento do Poço poços STR1116 (Santos Reis), que igualmente as campanhas de 2015 e a primeira de 2016, apresentou 0,0 (zero) mg/L de N(NO^-_3), sinalizando que esse comportamento possivelmente está associado a profundidade da captação da água, como também a uma adequada proteção do poço e até mesmo a ausência de conexão com alguma fonte de contaminação, como fossa, esgoto. Em relação a profundidade de captação da água, verifica-se que a perfuração do poço atingiu o arenito calcífero, pois a composição química da água demonstra isso, tendo em vista que o pH é 7,3, a alcalinidade a bicarbonato é 355,35 mg/L e a dureza total é de 285,10 mg/L, anexo 01.

A figura 5, representa o gráfico das concentrações de N (NO^-_3). A disposição espacial dos poços nas zonas Norte, leste e sul de Natal e suas respectivas faixas de N (NO^-_3), está representada nas figuras 6 e 7. A figura 8 trata de uma representação esquemática das Concentrações de N (NO^-_3) por Bacias Hidrográficas no município de Natal, no período de outubro a dezembro/2016.

Tabela 3 Concentrações de N (NO^-_3) nos poços da Zona Norte, em junho-julho/2016 e nas campanhas do ano de 2015

Poço	Localização	N(NO-3) Abril/2015 (mg/L) N (NO^-_3)	N (NO-3) Out./2015 (mg/L) N (NO^-_3)	N (NO-3) Junho-Julho/2016 (mg/L) N (NO^-_3)	N (NO-3) Out./Dez./2016 (mg/L) N(NO^-_3)
VMP		10,0	10,0	10,0	10,0
NSA0269	N.S da Apresentação	4,74	1,92	6,40	5,80
PAJ0180	Pajuçara	22,48	23,21	26,21	23,40
PAJ0629	Pajuçara	-	-	12,76	-
POT0003	Santa Catarina	0,29	0,25	-	0,13
POT605	Santa Catarina	-	-	-	18,61
LAZ0620	Lagoa Azul	-	-	-	0,00

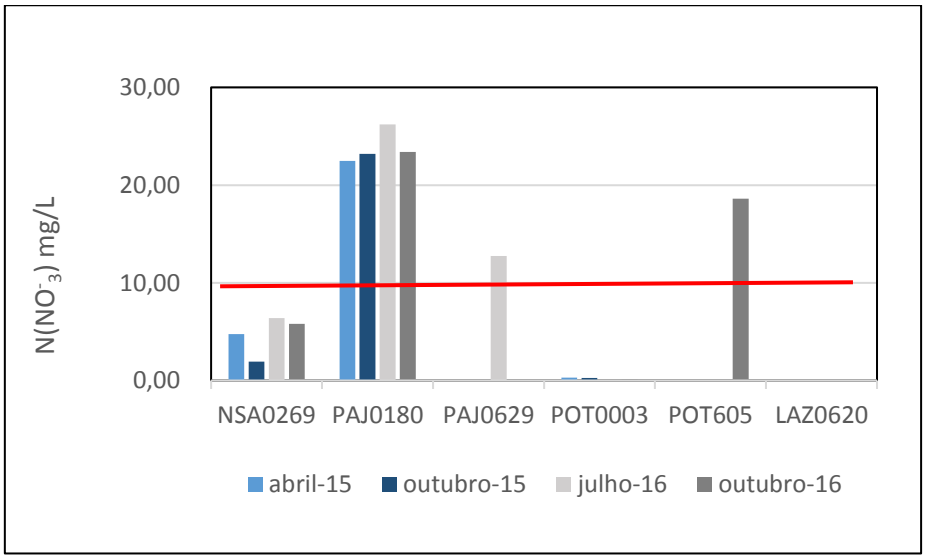


Figura 4 Concentrações de N (NO-3) nos poços da Zona Norte, em 2016 e nas campanhas do ano de 2015.

Valor Máximo Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.

Tabela 4 Concentrações de N (NO-3) nos poços nas Zonas Leste, Oeste e Sul de Natal, com destaque para outubro-2016.

Poço	Abril/15	Outubro/15	Julho/16	Outubro/16
VMP	10,0	10,0	10,0	10,0
ALE0758	15,88	16,6	15,31	14,97
CAN1312	12,13	12,54	11,94	15,47
CAN0447	-	-	4,54	6,81
LGN0453	8,68	9,13	16,96	12,91
PET0377	7,8	7,68	7,73	8,27
PQD0690	2,86	7,39	9,77	8,69
TIR0355	16,68	16,53	15,68	14,69
TIR1173	14,22	13,79	14,54	14,19
CPM0668	18,54	17,94	17,33	15,38
QUI0918	-	-	11,32	12,15
GUA0768	2,21	2,4	6,15	6,38
FCA0060	-	-	29,57	27,24
PIT1318	10,72	9,81	14,1	11,42
PLA0065	10,14	9,62	13,45	12,31
SVA0002	-	-	7,72	7,13
PNE0787	0,47	0,51	0,0	0,55
STR1176	0,0	0,0	0,0	0,0

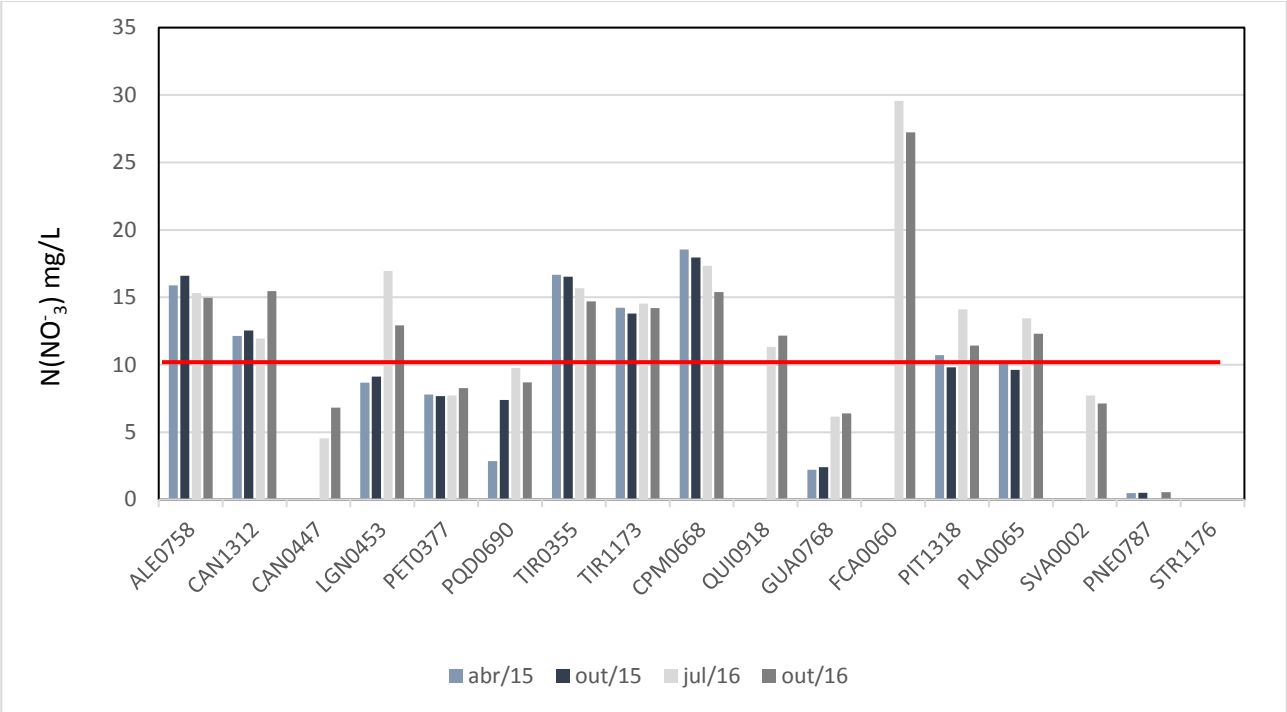
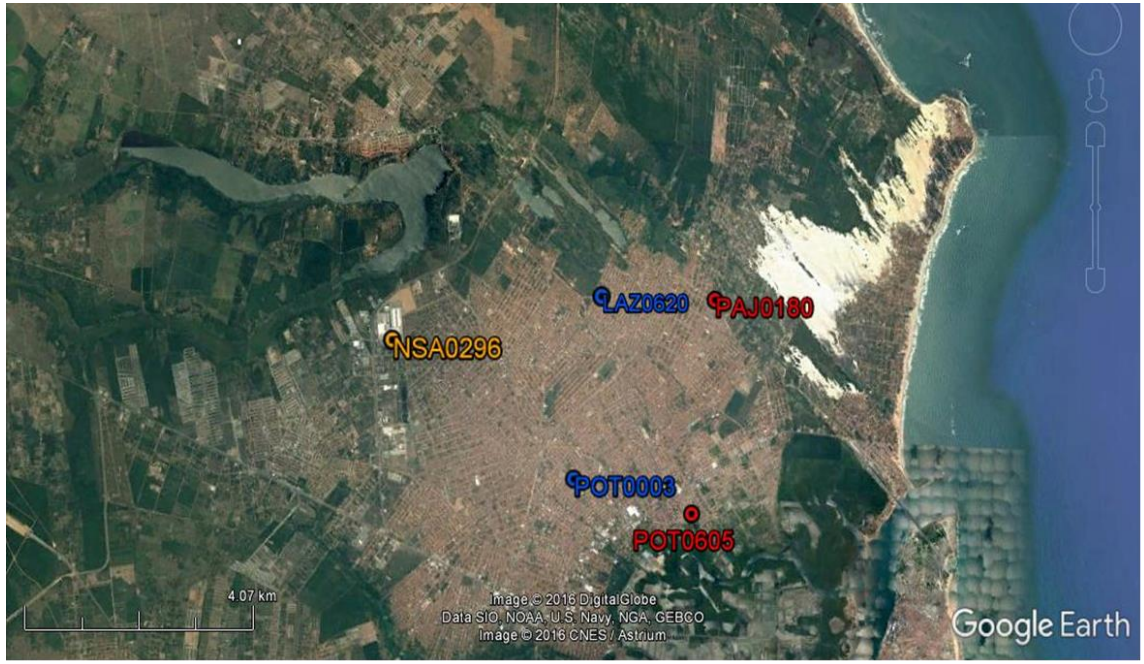


Figura 5 Comparação entre as concentrações de N (NO^-_3) nas campanhas de 2015 e 2016.

Valor Máximo Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.



Legenda

0 - 3,0 mg/L N (NO^{-3})

3,1 - 5,0 mg/L N (NO^{-3})

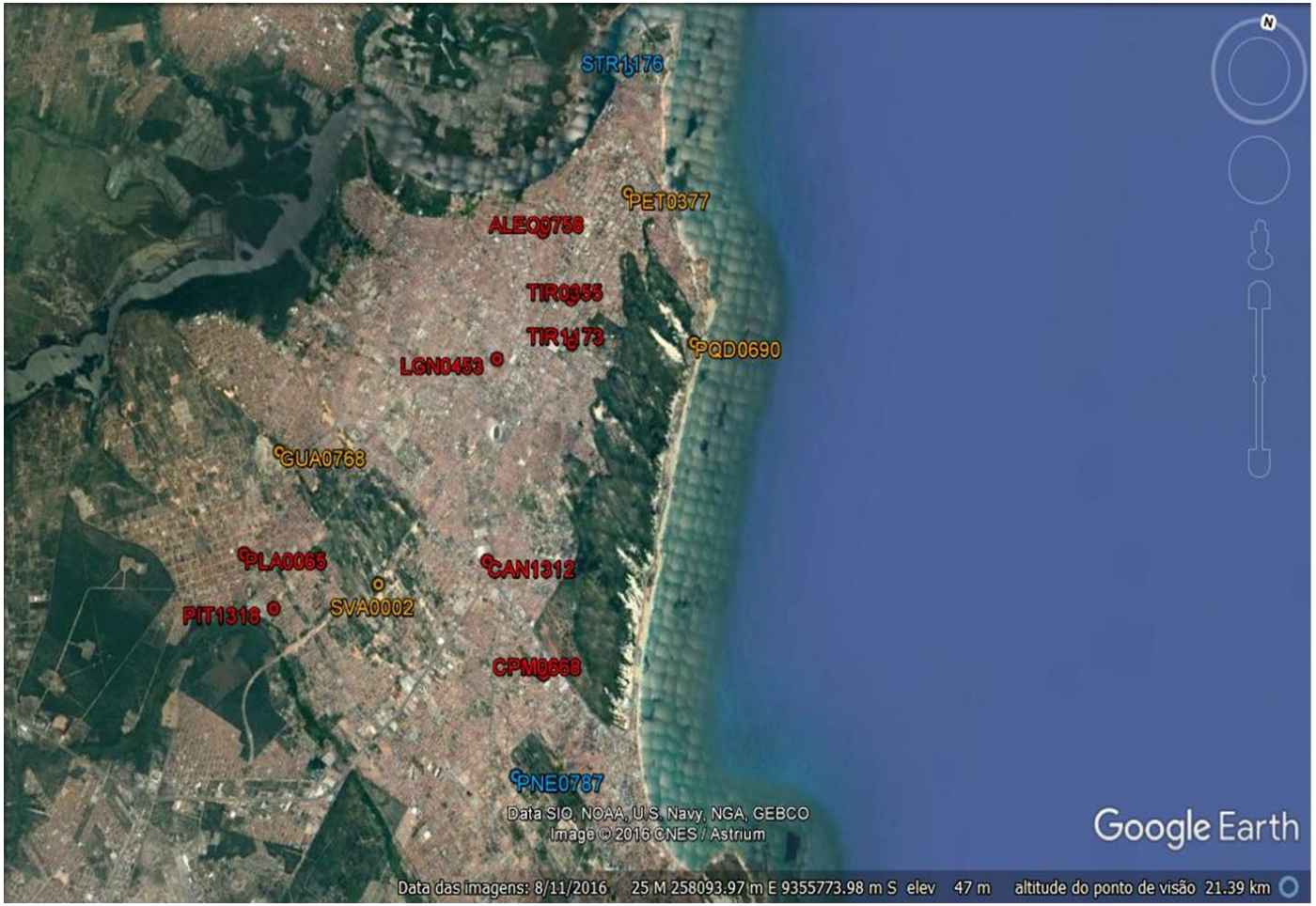
5,1 – 9,9 mg/L N (NO^{-3})

> 10,0 mg/L N (NO^{-3})

Poço	Localização	N (NO-3) Out./Dez./2016 (mg/L) N(NO^{-}_{3})
VMP		10,0
NSA0269	N.S da Apresentação	5,80
PAJ0180	Pajuçara	23,40
PAJ0629	Pajuçara	-
POT0003	Santa Catarina	0,13
POT605	Santa Catarina	18,61
LAZ0620	Lagoa Azul	0,00

Figura 6 Concentrações de N (NO-3) nos poços analisados na Zona Norte de Natal, campanha outubro-dezembro/2016.

Pontos localizados na base do Google Earth. Ano 2016;Data SIO, NOAA. U.S. NAVY NGA GEBCO. Image Landsat



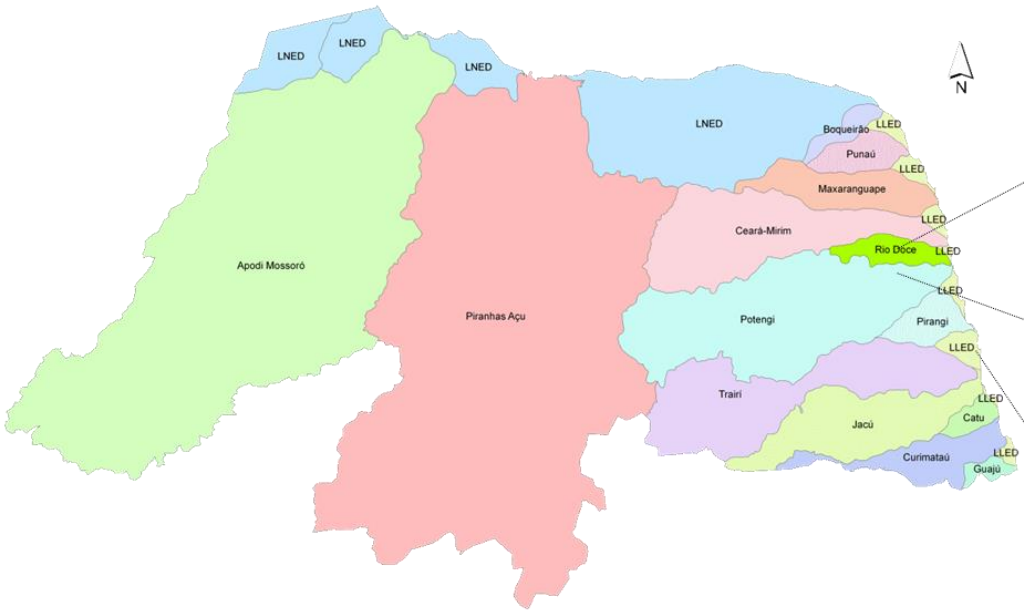
Legenda

- 0 - 3,0 mg/L N (NO^{-3})
- 3,1 - 5,0 mg/L N (NO^{-3})
- 5,1 – 9,9 mg/L N (NO^{-3})
- > 10,0 mg/L N (NO^{-3})

Poço	Localização	Outubro - Dezembro/ 16
VMP		10,0
ALE0758	Alecrim	14,97
CAN1312	Candelária	15,47
CAN0447	Candelária	6,81
LGN0453	L. Nova	12,91
PET0377	Petrópolis	8,27
PQD0690	Parque das Dunas	8,69
TIR0355	Tirol	14,69
TIR1173	Tirol	14,19
CPM0668	Capim Macio	15,38
QUI0918	Quintas	12,15
GUA0768	Guarapes	6,38
FCA0060	Felipe Camarão	27,24
PIT1318	Pitimbu	11,42
PLA0065	Planalto	12,31
SVA0002	San Vale	7,13
PNE0787	Ponta Negra	0,55
STR1176	Santos Reis	0,0

Figura 7Concentrações de N(NO-3) nos poços analisados nas Zonas Leste, Oeste e Sul de Natal, campanha outubro-dezembro/2016.

Pontos localizados na base do Google Earth. Ano 2016; Data SIO, NOAA. U.S. NAVY NGA GEBCO. Image Landsat



Bacia Hidrográfia/ Aquífero	ID	N(NO-3) (mg/L)
BH Rio Doce/Aquif. Dunas/Barreiras	VMP	10
	Máximo	23,40
	Mínimo	0,00
	Média	9,73
	Desvio Padrão	12,19

Bacia Hidrográfia/ Aquífero	ID	N(NO-3) (mg/L)
BH Potengi/Aquif. Dunas/Barreiras	Máximo	27,24
	Mínimo	0,00
	Média	10,42
	Desvio Padrão	8,88

Bacia Hidrográfia/ Aquífero	ID	N(NO-3) (mg/L)
BH Faixa Leste Escoamento Difuso/Aquif. Dunas/Barreiras	Máximo	15,47
	Mínimo	6,81
	Média	11,46
	Desvio Padrão	3,65

Figura 8 Representação Esquemática das Concentrações de N (NO-3) por Bacias Hidrográficas no município de Natal, no período de outubro-dezembro/2016.

5.3.2 – Cloreto, Sódio, Sulfato, Ferro e STD

Os resultados das análises realizadas em relação ao Cloreto, Sódio, Sulfato e Ferro indicaram que dentre os 22 poços analisados apenas 01 poço apresentou desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, especificamente em relação ao Ferro, que foi o poço LAZ 620, localizado no Bairro Lagoa Azul, Tabela 5 e Figuras 9 a 13. A tabela 6 apresenta o resumo dos resultados das campanhas de abril/2015, setembro/2015, junho/julho/2016 e outubro-dezembro/2016.

Tabela 5 Resumo dos Parâmetros Cloreto, Sódio, Sulfato e Ferro na cidade de Natal, no período de outubro a dezembro/2016.

ID	Sódio (mg/L)	Ferro (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Cloreto (mg/L)	STD (mg/L)
VMP	200	0,3	250	250,0	1000
NSA0269	71,11	0,00	12,40	101,51	277,64
PAJ0180	30,43	0,02	0,50	45,12	281,11
LAZ0620	37,77	4,04	3,80	70,90	176,00
ALE0758	27,62	0,02	16,51	35,45	123,00
CAN1312	26,67	0,01	1,35	32,23	177,00
CAN0447	14,00	0,02	4,86	22,56	87,10
LGN0453	22,85	0,04	1,50	17,72	88,00
PET0377	22,72	0,02	1,20	29,00	117,22
PQD0690	18,24	0,22	4,88	20,95	65,00
TIR0355	21,81	0,00	5,52	35,45	183,73
TIR1173	29,00	0,02	1,21	35,45	146,67
CPM0668	27,62	0,03	1,97	35,45	210,00
GUA0768	21,50	0,00	20,07	46,73	215,42
FCA0060	47,14	0,04	1,03	49,95	206,50
PIT1318	20,00	0,01	4,12	22,56	136,80
PLA0065	27,77	0,02	3,72	29,00	161,20
SVA0002	17,50	0,01	2,63	19,34	159,52
QUI0918	18,28	0,02	13,97	30,62	189,58
PNE0787	10,58	0,07	4,50	20,95	33,00
POT0003	20,85	0,03	0,37	49,95	191,96
STR1176	34,00	0,02	37,06	38,67	417,92
POT0605	41,60	0,04	5,62	64,45	244,40

Tabela 6 Comparação entre as campanhas abril/2015, setembro/2015, junho/julho/2016 e outubro/dezembro/2016.

ID	Sódio				Ferro				Sulfato				Cloreto				STD			
	abril-2015	set/out 2015	jun/jul 2016	out/nov. 2016	Abril 2015	set/out 2015	jun/jul 2016	out/nov2016	Abril 2015	set/out 2015	jun/jul 2016	out/nov. 2016	abril-2015	set/out 2015	jun/jul 2016	out/nov. 2016	abril-2015	set/out 2015	jun/jul 2016	out/nov. 2016
VMP	**200**				**0,3**				**250**				**250**				**1000**			
NSA0269	57,14	27,05	50,00	71,11	0,02	0,04	1,08	0,00	23,27	20,87	24,25	12,40	72,89	35,45	68,30	101,51	254,32	126,22	211,61	277,64
PAJ0180	38,09	40,00	42,85	30,43	0,05	0,02	1,10	0,02	0,00	0,00	0,66	0,50	56,32	60,78	58,54	45,12	269,28	279,48	275,12	281,11
LAZ0620	-	-	-	37,77	-	-	-	4,04	-	-	-	3,80	-	-	--	70,90	-	-	-	176,00
ALE0758	28,50	25,62	28,50	27,62	0,07	0,08	0,07	0,02	19,63	20,16	34,93	16,51	34,47	33,13	29,27	35,45	193,25	232,50	185,50	123,00
CAN1312	18,42	19,47	21,00	26,67	0,09	0,04	0,02	0,01	0,75	0,00	6,56	1,35	21,54	23,64	26,02	32,23	172,80	124,59	118,00	177,00
CAN0447	-	-	-	14,00	-	-	-	0,02	-	-	-	4,86	-	-	-	22,56	-	-	-	87,10
LGN0453	16,22	14,00	27,22	22,85	0,45	5,03	0,09	0,04	0,64	1,48	6,07	1,50	19,88	21,95	22,77	17,72	99,96	123,00	133,52	88,00
PET0377	23,50	24,00	21,79	22,72	0,08	0,05	0,10	0,02	0,61	0,81	5,55	1,20	32,83	37,14	32,52	29,00	121,30	118,58	115,60	117,22
PQD0690	15,14	16,84	18,37	18,24	0,14	0,14	0,04	0,22	9,06	1,64	3,61	4,88	24,85	21,95	22,77	20,95	83,64	96,55	113,04	65,00
TIR0355	22,00	23,53	26,61	21,81	0,10	0,08	0,37	0,00	10,92	15,53	18,42	5,52	34,47	40,52	32,52	35,45	190,67	200,26	188,63	183,73
TIR1173	26,00	23,53	26,95	29,00	0,17	0,05	0,31	0,02	0,37	0,49	0,00	1,21	29,54	30,39	29,27	35,45	144,23	148,78	152,59	146,67
CPM0668	27,62	29,09	26,95	27,62	0,08	0,04	0,09	0,03	0,77	0,00	4,58	1,97	31,47	37,14	35,78	35,45	176,12	186,93	176,00	210,00
GUA0768	22,86	37,27	29,69	21,50	0,19	0,04	0,22	0,00	6,12	22,95	37,06	20,07	49,70	43,90	50,41	46,73	140,76	153,68	202,16	215,42
FCA0060	-	-	45,83	47,14	-	-	0,14	0,04	-	-	4,42	1,03	-	-	48,79	49,95	-	-	270,70	206,50
PIT1318	17,63	18,00	22,85	20,00	0,19	0,04	0,20	0,01	0,75	1,73	2,95	4,12	19,88	21,95	26,02	22,56	140,80	102,59	139,74	136,80
PLA0065	17,37	21,82	25,71	27,77	0,09	0,03	0,15	0,02	1,19	0,49	0,49	3,72	19,88	30,39	29,27	29,00	147,60	123,93	143,95	161,20
SVA0002	-	-	22,60	17,50	-	-	0,22	0,01	-	-	5,28	2,63	-	-	24,39	19,34	-	-	88,13	159,52
QUI0918	-	-	26,95	18,28	-	-	0,10	0,02	-	-	37,47	13,97	-	-	35,78	30,62	-	-	189,65	189,58
PNE0787	11,35	9,00	8,64	10,58	0,11	0,06	2,13	0,07	2,30	4,53	7,87	4,50	23,19	20,26	17,89	20,95	53,04	54,65	45,66	33,00
POT0003	12,97	13,16	13,88	20,85	0,08	0,04	0,12	0,03	7,16	6,07	14,34	0,37	23,19	23,64	21,14	49,95	200,60	188,43	204,20	191,96
STR1176	31,00	38,46	29,52	34,00	0,07	0,07	1,10	0,02	45,40	33,11	62,30	37,06	39,39	29,82	34,15	38,67	410,58	396,00	389,30	417,92
POT0605	40,00	33,44	-	41,60	0,33	0,06	-	0,04	4,35	2,13	-	5,62	69,57	60,78	-	64,45	286,82	266,76	-	244,40

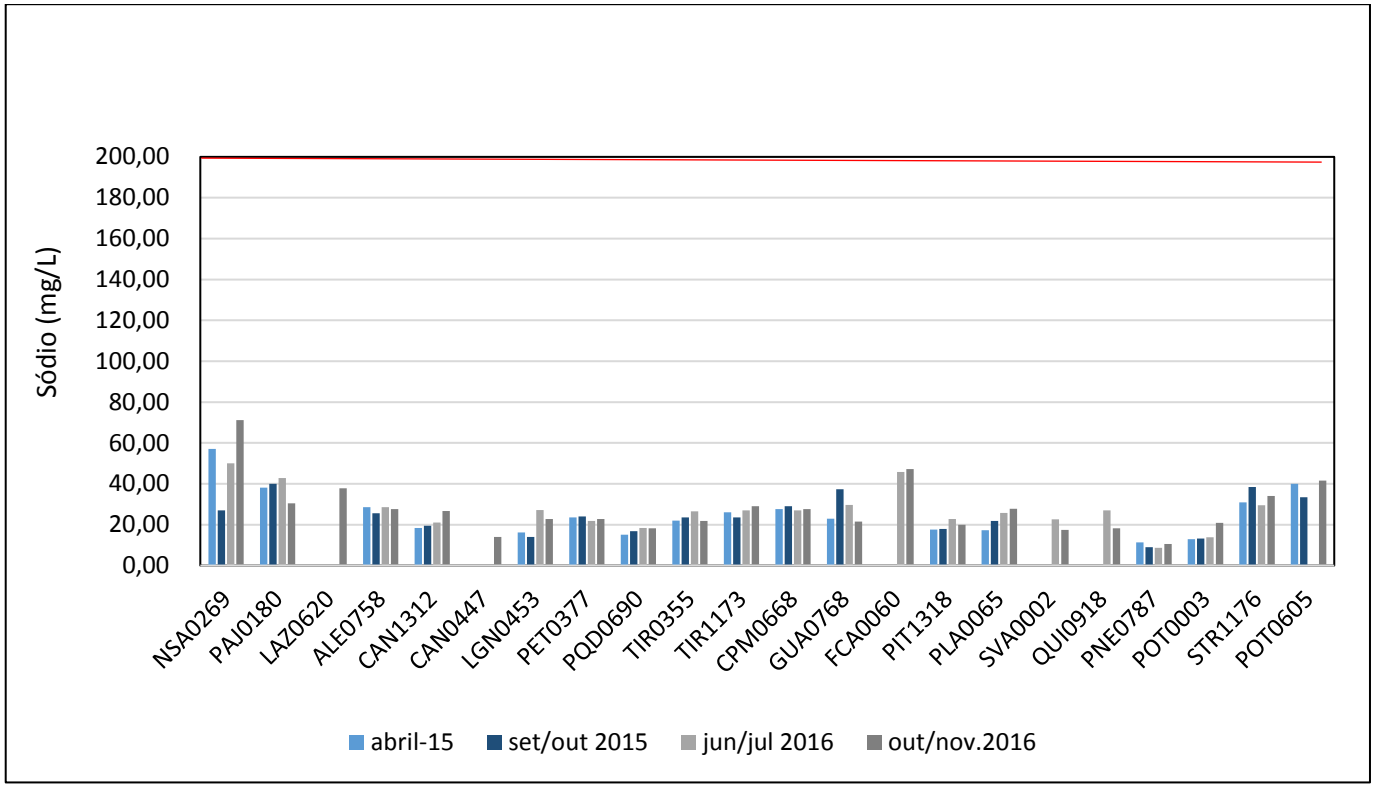


Figura 9 Representação das concentrações de Sódio (mg/L) - campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016.

Valor Máximo Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.

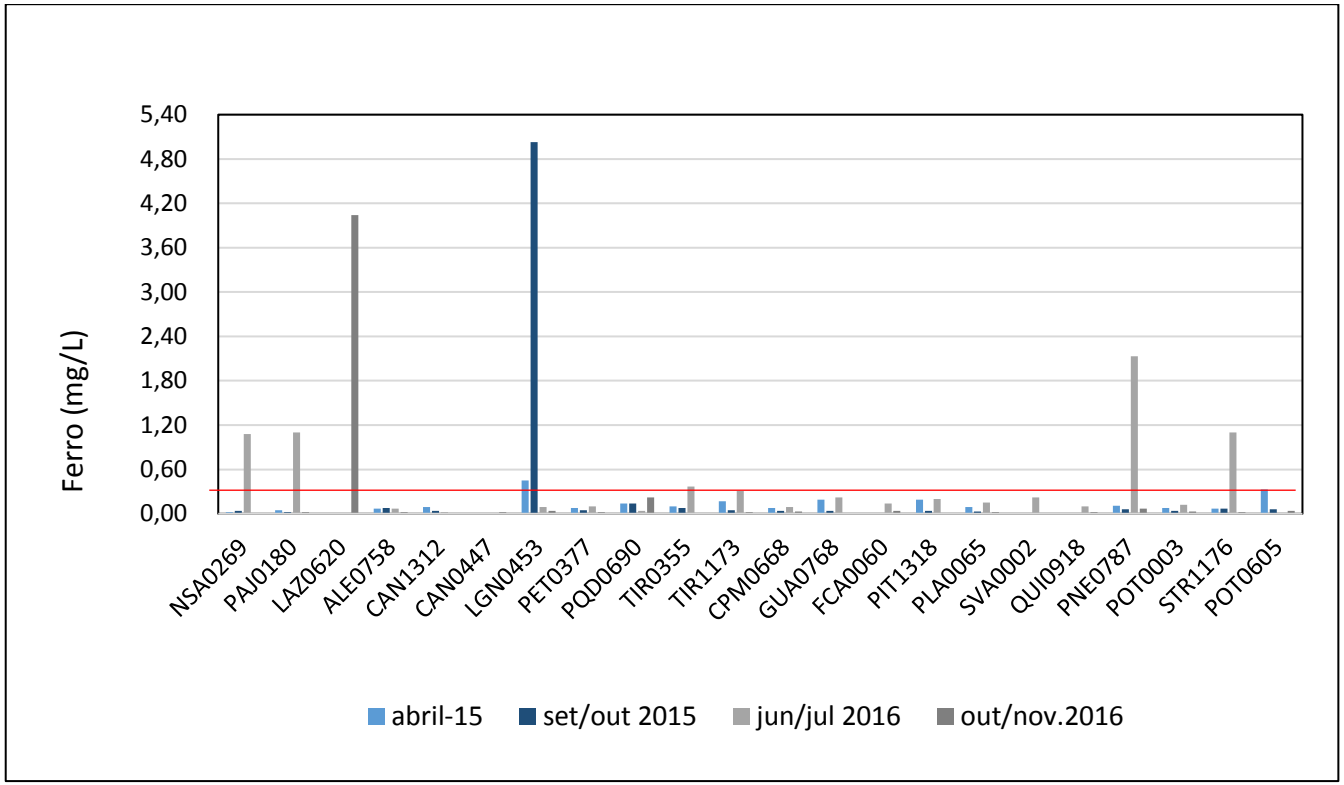


Figura 10 Representação das concentrações de Ferro (mg/L) - campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016.

Valor Máximo Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.

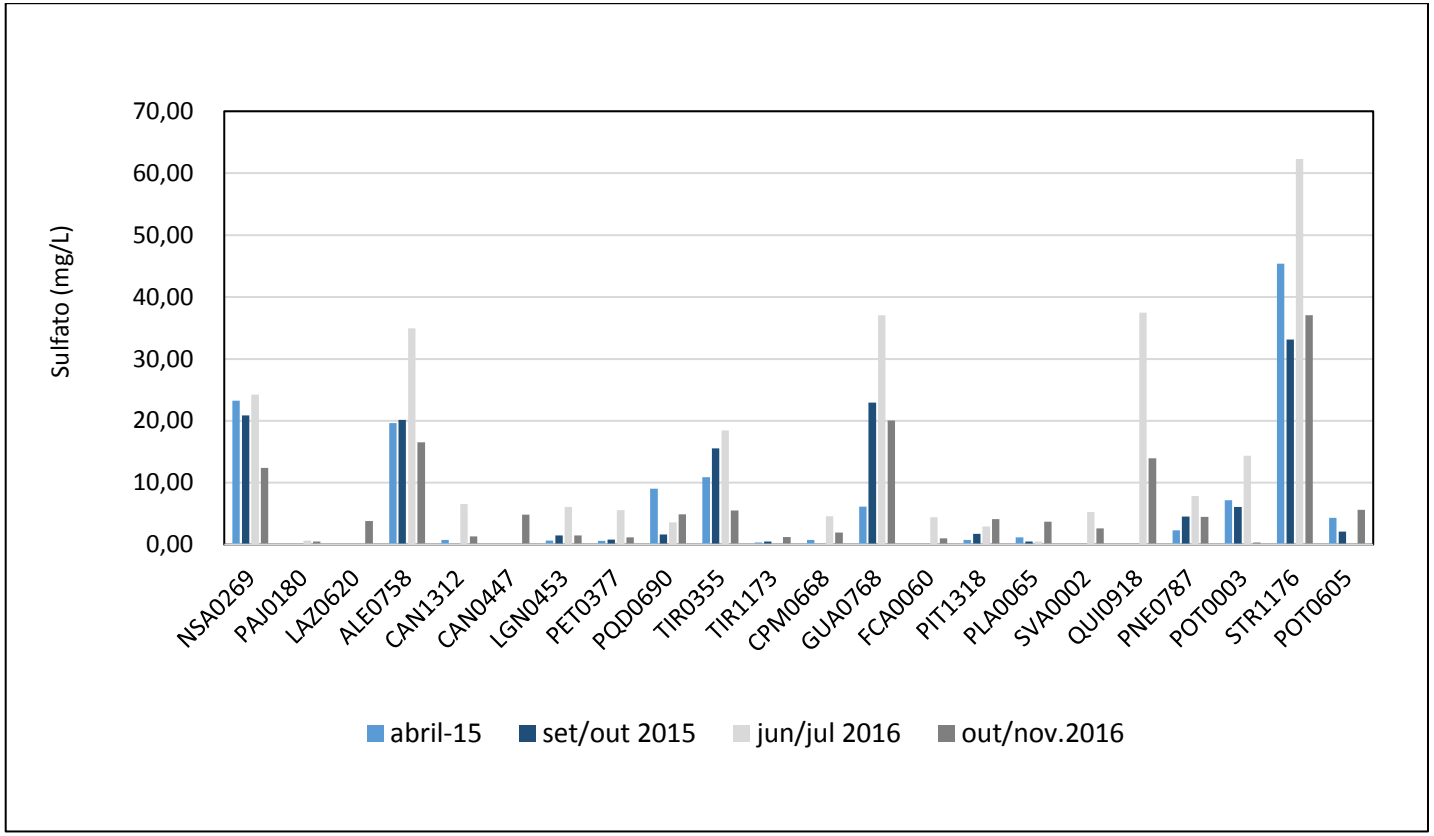


Figura 11 Representação das concentrações de Sulfato (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015 e jun/julho/2016.
VMP - (250 mg/L)

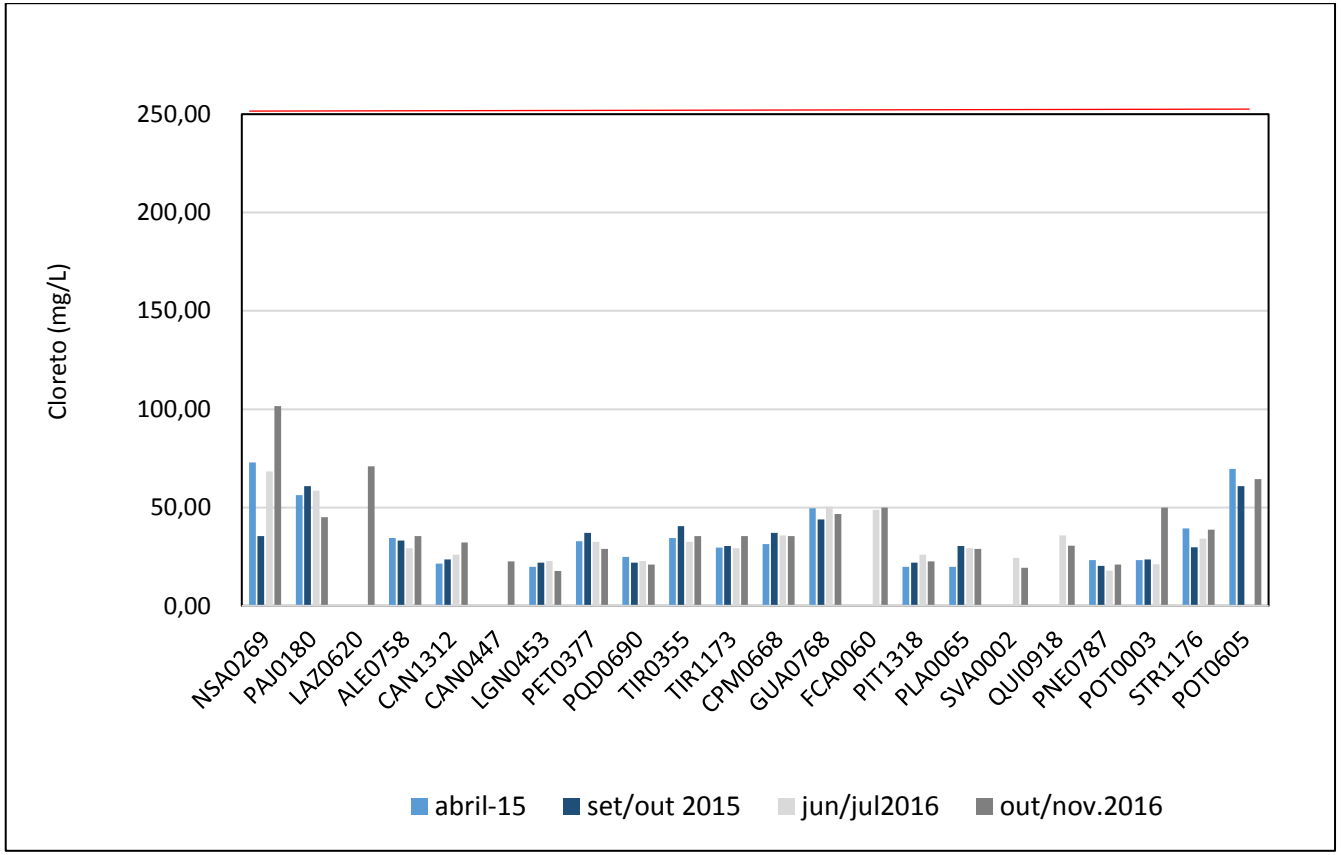


Figura 12 Representação das concentrações de Cloreto (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008

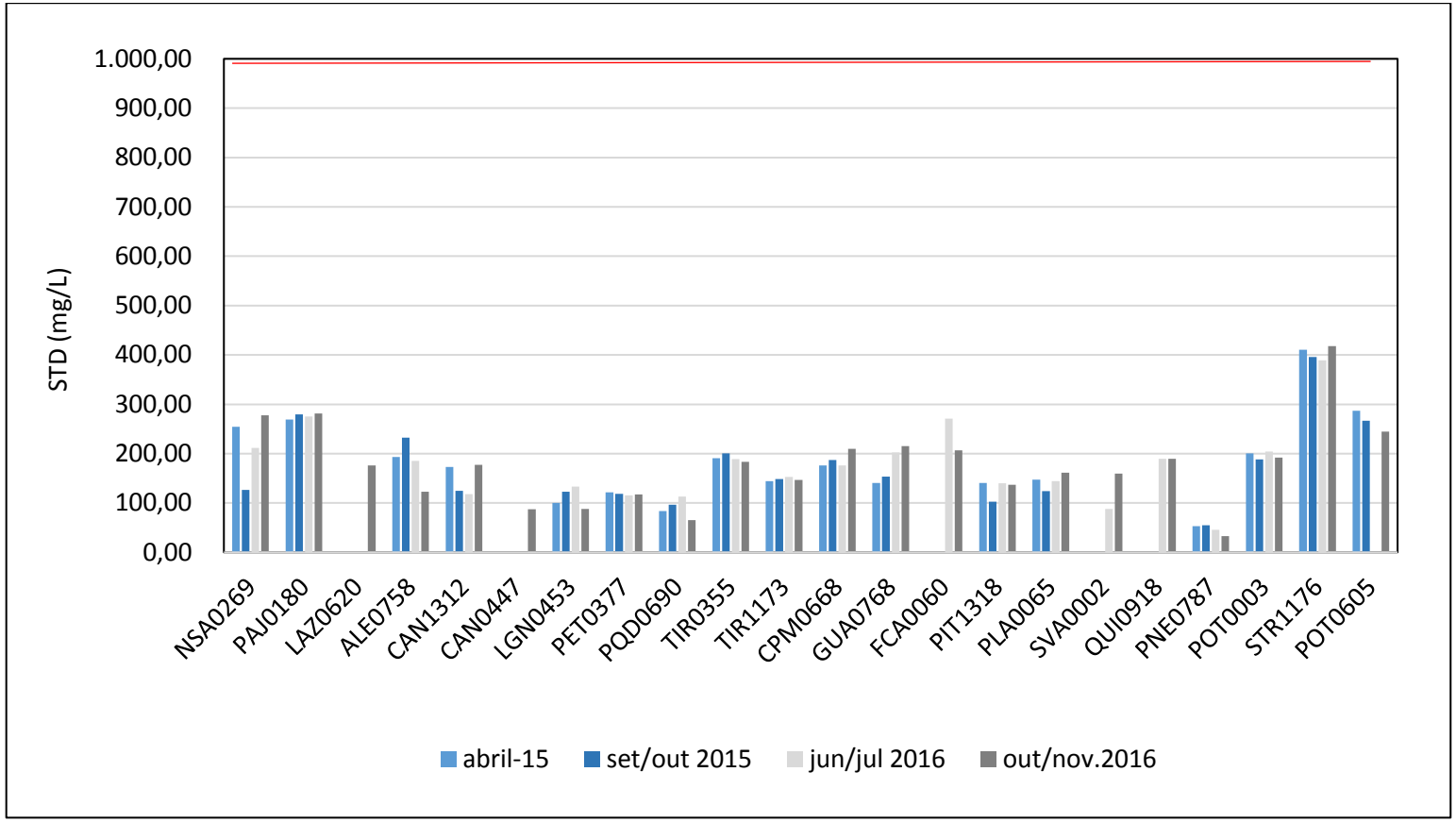


Figura 13 Representação das concentrações de STD (mg/L), campanhas de abril/2015, set/out. /2015, jun/julho/2016 e outubro/dezembro/2016.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2000

5.3.3 Coliformes Totais e Termotolerantes

A origem da contaminação das águas por microrganismos patogênicos, advém da poluição por fezes de humanos e de animais, de modo que quando presentes nas águas caracteriza uma degradação desses recursos sinalizada pelo indicador de poluição fecal. Conforme já citado em relatórios anteriores, o principal microrganismo do grupo dos coliformes termotolerantes é Escherichia coli, o qual tem importância tanto como indicador de contaminação fecal recente, quanto pelo potencial patogênico de alguns de seus patotipos, como O157:H7, que tem sido responsável por surtos de infecção em todo o mundo, relacionado prioritariamente aos alimentos contaminados por fezes humanas ou animais.

De acordo com a Resolução CONAMA 396/2008, a água utilizada para beber e preparar alimentos deve ser isenta de microrganismos patogênicos. Quanto a situação dos poços que foram submetidos às análises de coliformes totais e termotolerantes, os resultados indicaram que os 28 poços analisados, na cidade de Natal, durante a campanha de outubro-dezembro/2016, estão em desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008. Nenhum dos poços apresentaram ausência de coliformes. Vale destacar que dentre estes 09 poços apresentaram valores < 1 UFC/100 mL de coliformes totais e termotolerantes, tabela 07.

Tabela 7 Resultados das análises sobre os coliformes totais e termotolerantes - (out./dez/2016)

POÇO	BAIRRO	PROPRIETÁRIO	Data de coleta	Coletado (S ou N)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)
ALE0758	ALECRIM	COLEGIO NOSSA SENHORA DAS NEVES	31/10/2016	**S**	< 1	< 1
CAN0447	CANDELÁRIA	MÁRMORE LTDA	31/10/2016	**S**	11,00	2,00
CAN1253	CANDELÁRIA	CONDOMíNIO GREEN WOODS	-	**N**	-	-
CAN1312	CANDELÁRIA	CARREFOUR	31/10/2016	**S**	26,50	1,00
CPM0668	CAPIM MACIO	COMDOMINIO ITATIAIA	31/10/2016	**S**	< 1	< 1
FCA0060	FELIPE CAMARÃO	CAERN (P-01 FELIPE CAMARÃO)	07/12/2016	**S**	< 1	< 1
GUA0768	GUARAPES	PREFEITURA DE NATAL	01/11/2016	**S**	< 1	< 1
LAZ0620	LAGOA AZUL	CAERN (P-8 LAGOA AZUL)	24/11/2016	**S**	1,00	< 1
LGN0453	LAGOA NOVA	ESTADIO MACHADAO	31/10/2016	**S**	128,00	82,00
NDE0087	NOVA DESCOBERTA	CAERN (P-3 NOVA DESCOBERTA)	-	**N**	-	-
NSA0269	N.S DA APRESENTAÇÃO	GUARARAPES	01/11/2016	**S**	< 1	< 1
PAJ0180	PAJUÇARA	POSTO NOSSA SENHORA SANTANA	01/11/2016	**S**	1986,30	13,50
PAJ0629	PAJUÇARA	CAERN (P-33 PAJUÇARA)	-	**N**	-	-
PAR0118	PARNAMIRIM	CAERN (ETA DO JIQUI)	14/11/2016	**S**	< 1	< 1
PAR0139	PARNAMIRIM	CAERN (P-10 PARNAMIRIM)	14/11/2016	**S**	16,10	< 1
PET0377	PETRÓPOLIS	ED. EWERTON CORTEZ	01/11/2016	**S**	1,00	< 1
PIT1318	PITIMBU	CAERN (P-9 PITIMBU)	24/11/2016	**S**	> 2419,6	1,00
PLA0065	PLANALTO	CAERN (P-1 PLANALTO)	24/11/2016	**S**	> 2419,6	1,00
PNE0787	PONTA NEGRA	ABC	31/10/2016	**S**	27,00	12,00
POT0003	SANTA CATARINA	HOSPITAL SANTA CATARINA	01/11/2016	**S**	< 1	< 1
POT0586	POTENGI	CAERN (P-34 POTENGI)	-	**N**	-	-
POT0605	POTENGI	CAERN (P-44 POTENGI)	24/11/2016	**S**	1986,30	1,00
PQD0690	PARQUE DAS DUNAS	CENTRO DE CONVENÇIES	31/10/2016	**S**	1,00	< 1
QUI0918	QUINTAS	POSTO IPIRANGA	01/11/2016	**S**	115,30	1,00
STR1176	SANTOS REIS	IATE CLUBE DE NATAL	31/10/2016	**S**	150,00	< 1
SVA0002	SAN VALE	CAERN (P-6 SAN VALE)	07/12/2016	**S**	83,00	< 1
TIR0355	TIROL	CONDOMINIO ARIANE	01/11/2016	**S**	< 1	< 1
TIR1173	TIROL	IFRN	31/10/2016	**S**	< 1	< 1

5.3.4 Compostos BETEX

Segundo Tiburtius et al (2004) os hidrocarbonetos aromáticos, dentre os quais se destacam Benzeno, Tolueno e Xileno são considerados como o maior problema da contaminação por gasolina. Estudos realizados por Brito et al (2005) destacam que os compostos aromáticos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) e outros alquilbenzenos perfazem cerca de 10 a 59% da gasolina (massa/massa) enquanto os hidrocarbonetos alifáticos compreendem 41 a 62%. Destacam, ainda, que os hidrocarbonetos aromáticos são geralmente mais tóxicos que os compostos alifáticos com o mesmo número de carbonos e possuem maior mobilidade em água, característica que pode ser representada significativamente pelo menor coeficiente de partição octanol-água. Um menor coeficiente de partição implica em uma lenta absorção no solo e um transporte preferencial via água. As investigações científicas demonstram que os compostos BTEXs são extremamente tóxicos à saúde humana e mesmo em pequenas concentrações apresentam toxicidade crônica. Dentre os compostos Betexs o benzeno é destacado como o mais tóxico, tendo em vista que se trata de uma substância carcinogênica. A legislação que trata destes compostos tem se tornado cada vez mais restritiva. A agência de proteção ambiental norte-americana (EPA), por exemplo, estabelece os limites máximos para a concentração de benzeno em 5µg/L em água potável. No Brasil, a Portaria 2914/2011, determina os limites máximos e a Resolução CONAMA 396/2008 adotou esses limites estabelecidos, em que o benzeno, tolueno e xilenos são de 5,170 e 300µg/L, respectivamente para que a água seja considerada potável.

Igualmente aos resultados obtidos nas campanhas anteriores, os resultados da campanha de outubro/dezembro/2016 indicaram que os compostos aromáticos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) ficaram abaixo do limite de detecção. Enfatiza-se, aqui, os mesmos destaques registrados nos relatórios de 2014 e 2015, ou seja: se faz necessária uma investigação sobre as possíveis áreas com remediações de sites contaminados por hidrocarbonetos, no sentido de verificar se existe algum poço da rede de monitoramento próximo a alguns destes sites.

5.4 Apresentação e Discussões dos Resultados dos Poços Monitorados, nos Demais Municípios, da Região Metropolitana de Natal

Foram realizadas coletas em 06 poços nos demais municípios da Região Metropolitana de Natal (RMN), compreendendo 01 poço em São José do Mipibu (SJM0052), 02 poços em Nísia Floresta (NFL0001), (NFL0007), 02 poços em Ceará Mirim (CMI0809 e CMI0009) e 01 em Extremoz (EXT0001).

5.4.1 Nitrato

Dentre os seis poços analisados 02 poços apresentaram concentrações de N (NO^-_3) acima do valor máximo permitido, pela Resolução CANAMA/396, que foram os poços CMI009 (Ceará Mirim) e NFL (0001) tabela 8 e figuras 14 e 15.

Destaca-se uma redução significativa nas concentrações de N(NO^-_3) nos poços EXT0001 (Extremoz) (16,15 mg/L para 8,26 mg/L), NFL0007 (Nísia Floresta) (8,72 mg/L para 3,24 mg/L), SJM0052 (São José do Mipibu) (14,64 mg/L para 3,11 mg/L) e CMI0009 (Ceará Mirim) (34,2 mg/L para 15.06 mg/L) entre as campanhas de maio/junho e outubro/dezembro/2016. Esse comportamento pode estar associado a diluição das concentrações de N (NO^-_3) pelo processo de recarga nestas áreas. No entanto, essa redução é momentânea considerando que nos períodos de estiagem as concentrações aumentam.

Alerta-se para a situação do poço NFL0001 (Nísia Floresta), que apresentou concentrações de N (NO^-_3) da ordem de 11,81 mg/L, tendo em vista que esse poço pertence ao sistema adutor Monsenhor Expedito para o abastecimento público. Conforme já foi mencionado em relatórios anteriores essa evolução das concentrações de N (NO^-_3) está ocorrendo devido à expansão urbana, dos municípios de Nísia Floresta e são José do Mipibu. Esse cenário é notório quando se compara a atual configuração da malha urbana com aquela da época em que os poços foram construídos. Destaca-se, também, que todos os poços analisados captam água do aquífero Dunas/Barreiras caracterizado como vulnerável e com risco elevado de contaminação. De acordo com Medeiros (2015), de uma maneira geral, existe uma predominância do risco elevado de contaminação por nitrato em sete dos nove municípios da RMN: Macaíba, Natal, Parnamirim, Extremoz, São José de Mipibu, Nísia Floresta e Monte Alegre. De modo que, considerando os valores para toda RMN, o risco resultante é elevado. Ainda, segundo Medeiros (2015) essa situação reflete as condições

encontradas atualmente na região, em que, na tentativa de atender a demanda crescente por água ocasionada pela expansão urbana, a maior parte dos poços de abastecimento público está localizada em áreas com alta densidade populacional, sem cobertura de esgotos e com diversas fontes potenciais de contaminação no entorno. Assim, os estudos têm demonstrado que a falta do sistema de esgotamento sanitário constitui o principal fator para a geração de uma carga potencialmente poluidora às águas subterrâneas. Prever-se, porém, que a partir de um crescimento populacional contínuo com taxas superiores à capacidade de implantação da infraestrutura básica de saneamento, a contaminação do sistema aquífero Dunas/Barreiras tenderá a se potencializar.

Tabela 8 Concentrações de N (NO-3) nos poços monitorados em alguns dos municípios da RMN.

ID	Município	Abril 2015	setembro/outubro 2015	maio/junho 2016	outubro/dezembro 2016
CMI0809	Ceará-Mirim	0,62	0,63	0,32	0,42
CMI0009	Ceará-Mirim	-	14,82	34,2	15,06
EXT0001	Extremoz	9,91	8,38	16,15	8,26
MAC0001	Macaíba	1,12	0,67	0,77	-
NFL0001	Nísia Floresta	-	-	-	11,81
NFL0007	Nísia Floresta	7,93	8,23	8,72	3,24
SJM0052	São José do Mipibu	5,89	7,56	14,64	3,11
PNM0005	Parnamirim	11,46	11,87	11,21	-
PNM0001	Parnamirim	5,31	7,89	5,58	-

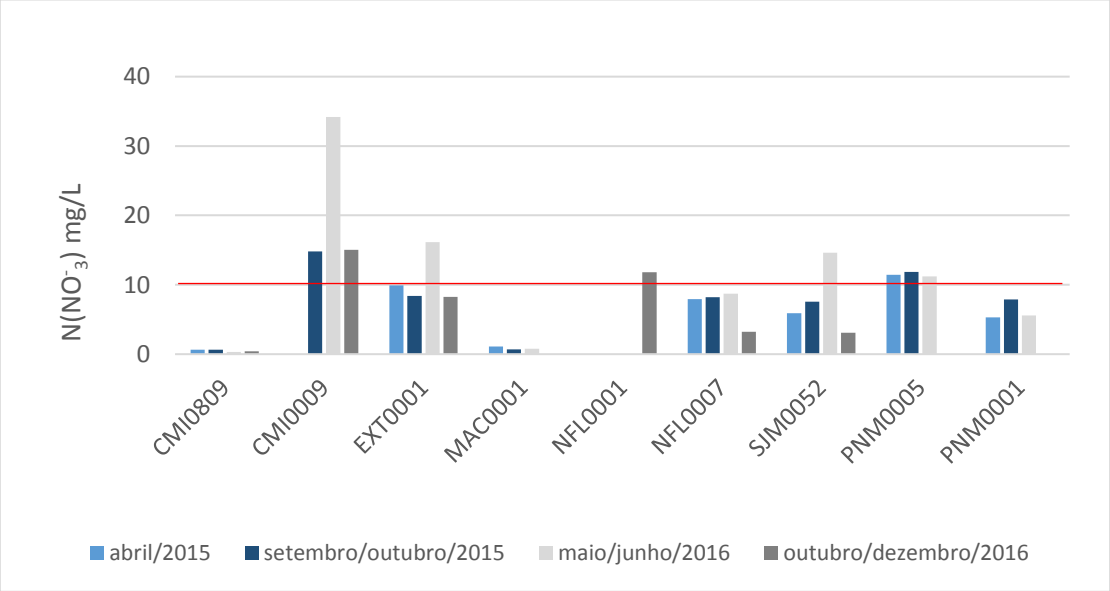


Figura 14 Representação das concentrações do N (NO-3) (mg/L) nas campanhas de abril/2015, set/out. /2015, maio/jun/2016 e outubro/dezembro/2016.

N

Legenda

0 - 3,0 mg/L N (NO^{-3})

3,1 - 5,0 mg/L N (NO^{-3})

5,1 – 9,9 mg/L N (NO^{-3})

> 10,0 mg/L N (NO^{-3})

ID	Município	Out/Dez. 2016
CMI0809	Ceará-Mirim	0,42
CMI0009	Ceará-Mirim	15,06
EXT0001	Extremoz	8,26
MAC0001	Macaíba	-
NFL0001	Nísia Floresta	11,81
NFL0007	Nísia Floresta	3,24
SJM0052	São José do Mipibu	3,11
PNM0005	Parnamirim	-
PNM0001	Parnamirim	-

Figura 15 Distribuição espacial dos poços monitorados em outros municípios da RMN e o comportamento das concentrações de N(NO-3). Pontos localizados na base do Google Earth. Ano 2016; Data SIO, NOAA. U.S. NAVY NGA GEBCO. Image Landsat.

5.4.2 Cloreto, Sódio, Sulfato, Ferro e STD nos demais municípios, da Região Metropolitana de Natal

De acordo com os resultados das análises realizadas para o Cloreto, Sódio, Ferro e Sólidos Totais Dissolvidos, em 06 poços tubulares, apenas 02 poços apresentaram desconformidade em relação à Resolução CONAMA 396/2008, tabela 09 e figura 16. Concentração de Ferro, acima do VMP pela Resolução CONAMA 396/2008, foi verificada no poço CMI0809 localizado no município de Ceará Mirim, (0,45 mg/L). Na primeira campanha de 2016 esse poço apresentou 0,74 mg/L e nas campanhas de 2015, também, apresentou concentração de Ferro acima do VMP, que foi de 0,42 mg/L. A outra desconformidade diz respeito a concentração de Cloreto de 251,37 mg/L no poço CMI0009 (Ceará Mirim). Quanto a esse poço, vale ressaltar que outros elementos, como Sódio, Sulfato e STD, mesmo apresentando concentrações dentro dos limites permissíveis, estão mais elevadas que o esperado para as águas do aquífero Barreiras. Portanto, os resultados da análise química sinalizam uma água com características do aquífero Jandaíra, que por sua vez é constituído pelos calcários da formação Jandaíra.

Tabela 9 Resultados para STD, Sódio, Cloreto, Sulfato e Ferro para alguns poços da Região Metropolitana de Natal, campanha outubro/dezembro/2016.

ID	BH	Município	**Sódio (mg/L)**	**Ferro (mg/L)**	**Sulfato (mg/L)**	**Cloreto (mg/L)**	**STD (mg/L)**
VMP*			200	0,3	250	250	1000
SJM0052	L. Leste de Escoamento Difuso	São José do Mipibu	38,94	0,11	1,68	58,01	271,20
NFL0007		Nísia Floresta	16,50	0,11	1,05	29,00	119,90
NFL0001	Jacu	Nísia Floresta	19,43	0,00	0,29	38,67	184,00
PNM0005	Pirangi	Parnamirim	-	-	-	-	-
PNM0001		Parnamirim	-	-	-	-	-
MAC0001		Macaíba	-	-	-	-	-
CMI0809	Rio Doce	Ceará-Mirim	26,67	0,45	15,49	24,17	82,94
CMI0009	Ceará-Mirim	Ceará-Mirim	138,09	0,02	47,16	251,37	999,00
EXT0001	Extremoz	Extremoz	20,00	0,02	2,99	29,00	130,75

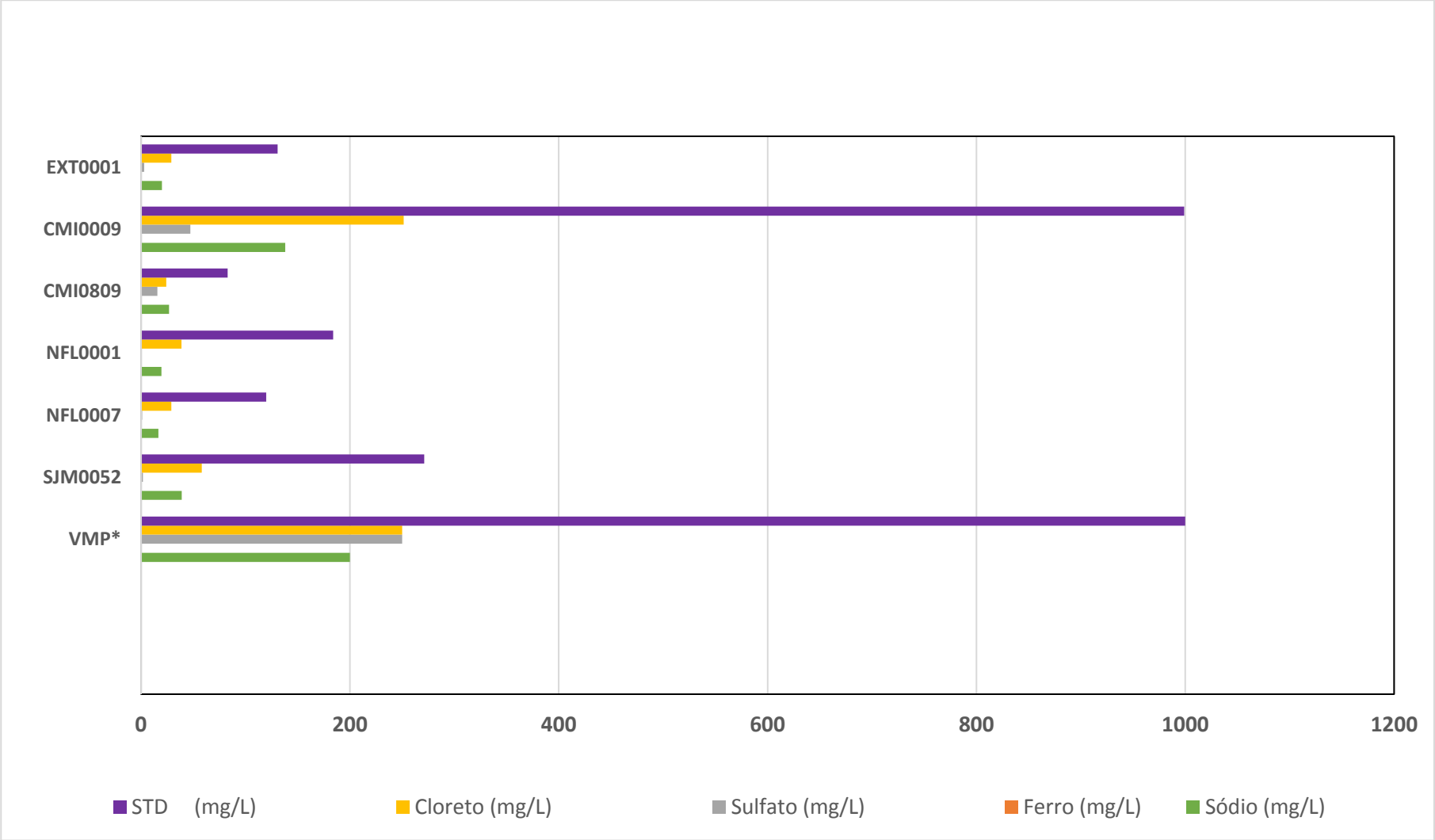


Figura 16 Representação do Cloreto, Sódio, STD, Ferro e Sulfato (mg/L) no contexto dos demais municípios da RMN, campanha outubro/dezembro/2016.

*VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2000.

5.4.3 Coliformes Totais e Termotolerantes

Os municípios que tiveram poços analisados, quanto aos coliformes totais e termotolerantes, nos demais municípios da Região Metropolitana de Natal (RMN) foram: São José do Mipibu, Ceará Mirim e Extremoz, totalizando 04 poços, de modo que todos apresentaram desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008. Nenhum dos poços apresentaram ausência de coliformes. Vale destacar que, dentre estes, 02 poços apresentaram valores < 1 UFC/100 mL de coliformes totais e termotolerantes, tabela 10. As bactérias do grupo coliforme atendem vários dos requisitos de um bom indicador de contaminação fecal e têm sido utilizadas na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais (ROMPRÉ et al 2002, TALLON et al. 2005). Estes indicadores sinalizam a presença de fontes de contaminação como esgotos domésticos e fossas sépticas associada a ocupação desordenada do solo e a ausência de coleta e tratamento de esgotos.

Tabela 10 Resultados das análises sobre os coliformes totais e termotolerantes, nos demais municípios da Região Metropolitana de Natal, na campanha de outubro/dezembro2016

ID	Munícipio	Data de coleta	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)
SJM0052	São José do Mipibu	03/11/2016	< 1	< 1
CMI0809	Ceará-Mirim	22/11/2016	3,10	3,10
CMI0009	Ceará-Mirim	22/11/2016	6,30	5,20
EXT0001	Extremoz	22/11/2016	< 1	< 1

6.0 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES, FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS DEMAIS MUNICÍPIOS DO RN – CAMPANHA OUTUBRO/DEZEMBRO/2016**.**

O presente relatório (Parte II) trata da apresentação e discussão dos resultados das análises, físicas, químicas e biológicas das águas subterrâneas dos municípios das regiões Trairi, Agreste, Central, Seridó e Oeste do Estado do Rio Grande do Norte. Os resultados se referem a Campanha realizada em outubro-dezembro/2016, Anexos 3 e 4.

Destaca-se que no município de Baraúnas, também, foram analisadas amostras de águas subterrâneas visando a verificação da presença ou não de agrotóxicos, tendo em vista que o município inclui vastas áreas de fruticultura irrigada em larga escala. As análises correspondem as coletas de água realizadas pela equipe de monitoramento do Instituto de Gestão das Águas (IGARN) no âmbito do Programa Água Azul. Destaca-se que a equipe responsável pela elaboração do presente relatório recebeu os dados das análises diretamente do NUPRAR, não tendo participado das coletas em campo, como também não participou da parte laboratorial. Nesse sentido, as interpretações e discussões aqui apresentadas foram realizadas com base em dados e informações emitidas pelos devidos órgãos responsáveis.

A discussão dos resultados, sobre a qualidade das águas subterrâneas, buscou um formato para possibilitar a percepção do gestor sob os vários territórios trabalhados no Estado do RN, seja no município, na região, na bacia hidrográfica ou na dimensão do aquífero, conforme a necessidade da percepção, do gestor, naquele determinado momento. Assim, por exemplo, ao visualizar em uma tabela ou mapa as concentrações de nitrato ou outro parâmetro, por município, tanto os gestores como o cidadão usuário passa a perceber o comportamento atual dos tecidos urbanos e seus possíveis impactos na qualidade das águas subterrâneas. Quando esse mesmo parâmetro é visto nas dimensões do município e do aquífero, por exemplo, o gestor agregará além dos tecidos urbanos as questões relacionadas a hidrodinâmica do aquífero. Nessa mesma condução as demais interpretações serão agregadas aperfeiçoando as interferências da gestão, seja através dos seus instrumentos já estabelecidos ou seja, através de outra ferramenta ou mecanismo compatível com a intervenção. Nesse contexto, das várias dimensões em que as águas subterrâneas podem ser interpretadas, destaca-se o fato de que as águas subterrâneas não se apresentam igualmente as águas superficiais. A água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas do meio poroso (rochas sedimentares) ou fraturas, falhas e fissuras das rochas do meio fissural (rochas cristalinas). Já as águas superficiais, analisadas na unidade da bacia hidrográfica compreende a área na qual ocorre a drenagem de água para um rio principal

e seus afluentes controlada pelas características geográficas e topográficas. No entanto, as diferentes características dos sistemas armazenadores das águas, seja da unidade do aquífero ou da unidade da bacia hidrográfica, não eximem os gestores, pesquisadores, dentre outros atores, de estarem, sempre, atentos às relações entre as águas superficiais e subterrâneas. O presente relatório técnico, (Parte II) também, compreende um tópico relacionado a caracterização hidrogeológica que contempla uma breve descrição dos principais aquíferos, no interior do Estado, no intuito de facilitar aos gestores o trato das questões ambientais e dos recursos hídricos e a compreensão em relação a vulnerabilidade destes sistemas. Estas informações são necessárias, tendo em vista que os resultados das campanhas de monitoramento serão melhores interpretados e compreendidos diante da possibilidade de fazer relações diversas tais como: a qualidade das águas subterrâneas e os diferentes tipos de rochas armazenadoras (aquíferos).

6.1 Aspectos Hidrogeológicos

A hidrogeologia do Estado do Rio Grande do Norte compreende unidades aquíferas, que por sua vez correspondem a seguinte disposição espacial, da base para o topo:

Aquífero Cristalino

O aquífero Cristalino inserido na formação geológica cristalina, constituída por gnaisses, migmatitos, granitos, micaxistos, entre outras rochas, que afloram em 60% da área territorial do Rio Grande do Norte, e que imprimem um caráter fissural ao respectivo aquífero. Geologicamente essa formação representa o embasamento da sequência estratigráfica, de modo que o arranjo espacial das formações geológicas seguintes (formações Açu, Jandaíra e Barreiras) reflete, de certa forma, os falhamentos e fraturamentos nele desenvolvidos. Geralmente se apresenta com baixo potencial hidrogeológico e com águas salinizadas, e na maioria das vezes inapropriadas para o consumo humano. No entanto, os poços tubulares que captam água desse aquífero tem importância fundamental no abastecimento difuso das comunidades rurais tanto no uso da pecuária como para uso doméstico. A vazão média específica é da ordem de 0,45 $m^3/h/m$, de modo que geralmente os usuários viabilizam o abastecimento com poços rasos que captam água dos aluviões desenvolvidos sobre o embasamento cristalino, cuja vazão especifica média é da ordem de 3 $m^3/h/m$ (SERHID 1998a).

Aquífero Açu

O aquífero Açu, cuja denominação se refere a formação Açu é composto por sedimentos arenosos com presença de alguns componentes argiloso. Conforme estudos realizados por Stein 2013 representa o sistema de maior interesse hidrogeológico da Bacia Potiguar, com

profundidades de captação ente 400 aos 900 m, produzindo vazões de até 300 m³/h. Esses mesmos estudos dão conta de que na faixa de afloramento da Formação Açu localizada na borda sul da Bacia Potiguar, o aquífero Açu é do tipo livre e os poços têm profundidade variando entre 25 e 150 metros, apresentando vazões até 80 m³/h. A faixa norte compreende sistemas com maior potencial hidrogeológico. No que se refere a qualidade físico-química das suas águas é mencionada como "geralmente boa", podendo ser utilizada praticamente para todos os fins.

Aquífero Jandaíra

O aquífero Jandaíra, constitui-se por calcários compactos e com intercalações de argilitos, siltitos e arenitos calcíferos e é de caráter livre. Oliveira et al (2012), a partir de estudos realizados na Chapada do Apodi, destaca que essa unidade carbonática dispõe-se concordantemente sobre as Formações Açu e Quebradas, tendo sido submetida a intensos processos de carstificação, originando o aquífero Jandaíra. Na Chapada do Apodí constitui-se por mudstones e grainstones bioclásticos e intraclásticos, com eventuais intercalações de arenitos, folhelhos, margas e evaporitos. Estes mesmos estudos, demonstram que conforme resultados indicados pela geofísica, especialmente a eletrorresistividade, a Formação Jandaíra se apresenta em uma subunidade superior, bastante carstificada, com espessura estimada de 100 metros, representando o aquífero Jandaíra, e outra inferior, pouco carstificada, de menor potencial hidrogeológico.

Stein (2013) destaca que a zona produtora de água está implantada frequentemente nas fraturas e/ou cavidades cársticas (condutos, canais, cavernas, planos de estratificação carstificados, etc.), e/ou, localmente, nos níveis de arenitos calcíferos porosos e permeáveis intercalados aos calcários.

Aquífero Barreiras

O Aquífero Barreiras é composto por um conjunto de sedimentos e na maioria das vezes é caracterizado como um Sistema Único, ou seja: em algumas regiões se apresenta como livre e em outras se apresenta com características de aquífero semiconfinado. Estratigraficamente abaixo desse sistema aquífero encontram-se os materiais compostos por arenito calcífero que dependendo da profundidade do poço tubular pode-se conferir uma qualidade de água diferente daquela típica do sistema aquífero Dunas/Barreiras, tendo em vista que a perfuração pode ter atingido o arenito calcífero. Assim, as equipes técnicas que lidam com o monitoramento desses sistemas devem sempre estar atentas em relação aos aspectos físico-químicos das águas

subterrâneas desses mananciais e assim identificar se a água analisada é exclusivamente do aquífero Dunas/Barreiras ou trata-se de uma água misturada.

Os sedimentos Barreiras ocorrem ao longo de todo o litoral oriental do Rio Grande do Norte, com larguras entre 10 e 40 km e apresentam-se com espessuras que variam de 50 a 120 m, cuja porção superior é formada, em geral, por sedimentos mais argilosos. São arenitos argilosos, argilas arenosas, siltitos, argilas e intercalações de arenitos de granulação fina a grossa, com coloração geralmente avermelhada.

Os perfis litológicos dos poços tubulares mostram que na parte inferior da formação predominam arenitos de granulação fina a grossa, com intercalações argilosas de coloração predominantemente clara (creme a amarelada) e ocorrendo localmente níveis de seixos arredondados a sub-arredondados. A feição geomorfológica desta formação constitui-se por Tabuleiros Costeiros, cujas terminações na linha de costa formam as falésias adjacentes às faixas de praias atuais (AMARAL et al., 2005). Nessa linha de costa os sedimentos da formação Barreiras são recobertos por areias das formações dunares e nos vales dos rios são recobertos pelos sedimentos aluviais. As elevadas taxas de percolação e consequentes relevantes infiltrações diretas das águas de chuva, nesse sistema hidráulico único, indiferenciado e interconectado, que forma o Sistema Aquífero Dunas/Barreiras favorecem às recargas em várias localizações nas bacias hidrográficas citadas implicando assim na sua qualidade, seja para diluir as concentrações de contaminantes ou para carrear determinados contaminantes, conforme as disposições das fontes de poluição e contaminação na superfície do solo. Conforme os estudos realizados no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, (SERHID, 1998) os valores regionais médios de transmissividade (T) para o aquífero Barreiras são próximos a 5×10^{-3}m²/s. Portanto, além da existência dessa configuração de materiais porosos e permeáveis a alta potencialidade do sistema aquífero Dunas/Barreiras se deve também a conjunção com outros aspectos como climáticos, em que as séries históricas registram precipitações médias anuais da ordem de 1.500 mm, as feições geomorfológicas, já descritas, que favorecem a infiltração de águas de chuva e recarga dos aquíferos, além da interação das águas superficiais e as águas subterrâneas. Destaca-se que parte das bacias hidrográficas que conta com o sistema aquífero Dunas/Barreiras envolve uma configuração de um modelo onde as dunas exercem a relevante função de transferência das águas de chuvas para os estratos arenosos do aquífero Barreiras. No entanto, esse modelo conceitual que envolve: um sistema único e indiferenciado entre as areias das Dunas e os arenitos da formação Barreiras, além de um caráter livre, uma alta porosidade e

condutividade hidráulica das areias das dunas, tudo isso torna o sistema naturalmente vulnerável e dependendo da carga contaminante o risco para a contaminação do Sistema aquífero pode ser potencializado. Um resumo das potencialidades, profundidade e vazões médias dos poços está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 Resumo das principais características dos aquíferos Dunas, Barreiras, Jandaira e Açu.

Aquífero	Potencialidade** ($x10^6$ m³/ano)	Prof. média dos poços (m)	Vazão média dos poços (m³/h)
Dunas	0,29	5,0	1,0
Barreiras	215,18	40 a 100	10 a 100
Cretáceo/Jandaíra	0,32	80	5 a 30
Cretáceo/Açu	0,05	250 a 400	10 a 30

Fonte: adaptado de SERHID, 1998.

* Refere-se aos volumes explotados dos aquíferos através de poços (milhões de metros cúbicos por ano).

** Refere-se às reservas explotáveis que podem ser extraídos sem comprometer o equilíbrio dos sistemas aquíferos, (milhões de metros cúbicos por ano).

6.2 Apresentação e Discussões dos Resultados

Os resultados das análises químicas das águas dos poços do Interior do RN estão apresentados, no Anexo 4. No decorrer dos textos e ilustrações foram abordados os territórios dos municípios, das regiões, das bacias hidrográficas e aquíferos no intuito de possibilitar as várias percepções da qualidade das águas subterrâneas. As discussões apresentadas, nesse item, destacam principalmente os parâmetros em desacordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

6.2.1 Nitrato

Em um conjunto de 50 poços monitorados em relação N (NO^-_3), nos demais municípios do interior do Estado, 12 Poços (24%) estão com concentrações de N (NO^-_3) acima de 10mg/L, tabela 12, figura 17. Os poços monitorados nos demais municípios do interior do Estado estão apresentados na figura 18.

Dentre os 16 poços monitorados nas áreas correspondentes a região Oeste Potiguar e as Bacias Hidrográficas Apodi Mossoró, e Norte de Escoamento Difuso, figura 19, 07 poços apresentaram concentrações acima de 10,0 mg/L, que foram: MOS1797 com 13,24 mg/L, o BAR0094 com 32,75 mg/L, APO0366 com 18,43 mg/L, o MAT0002 (Martins) com 23,92 mg/L, PAL 0048 (Portalegre) com 65,93 mg/L, BAR233 (Baraúna) com 31,131 e o BAR0216 com 10,34.

Em relação aos 13 poços monitorados nas áreas correspondentes a região Central e as Bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu e Norte de Escoamento Difuso, figura 20, 03 poços apresentaram concentrações acima do limite permissível localizados nos municípios de Serra do Mel (SDM1451) com 21,11 mg/L, Alto do Rodrigues (ARO0062) com 19,11 mg/L e Jardim de Piranhas (JPI0001) com16,96 mg/L.

Dos 21 poços monitorados, situados nas regiões Trairi, Agreste e Mato Grande e nas bacias hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, BH Norte e Leste de Escoamento Difuso, figura 21, apenas, 2 poços apresentaram concentrações acima de 10,0 mg/L de N no composto Nitrato (NO_{-3}), localizados nos municípios de Pedra Grande (PGR0013) com 12,36 mg/L, e São Miguel do Gostoso (SMG0002) com 41,20 mg/L.

As tabelas 13, 14 ,15 e 16 tratam da comparação entre os resultados das campanhas do ano de 2015 e maio-junho/2016 e outubro/dezembro/2016.

Tabela 12 Poços monitorados em relação N (NO-3), nos demais municípios do interior do Estado.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Nitrato (expresso em N) (mg/L)**
VMP*			10
GAL0001	L. Norte de Escoamento Difuso	Galinhos	4,92
MOS1797		Mossoró	13,24
BAR0094		Baraúnas	32,75
MOS0064	Apodi Mossoró	Mossoró	3,62
CAR0034		Caraúbas	8,35
GDR0071		Gov. Dix-Sept Rosado	1,09
GDR0067		Gov. Dix-Sept Rosado	1,88
ALX0001		Alexandria	2,49
ABR0019		Areia Branca	< LD
MAT0002		Martins	23,92
PAL0048		Portalegre	65,93
APO0366		Apodi	18,43
UPA0030		Upanema	3,85
BAR0233		Baraúnas	31,31
BAR0298		Baraúnas	9,50
BAR0216		Baraúnas	10,34
PAV0058	L. Norte de Escoamento Difuso	Pedro Avelino	2,56
PAV0057		Pedro Avelino	2,30
SDM1451	Piancó/Piranhas Açu	Serra do Mel	21,11
ARO0062		Alto do Rodrigues	19,36
PEN0059		Pendência	0,16
ABE0026		Afonso Bezerra	1,06
IPA0028		Ipanguaçu	0,20
JPI0001		Jardim de Piranhas	16,96
LNO0042		Lagoa Nova	1,66
ACI0001		Acarí	0,91
ASS0066		Assu	4,61
TLT0039		Tenente Laurentino	6,34
CNS0001		Currais Novos	6,84
JAD0056	L. Norte de Escoamento Difuso	Jandaíra	0,50
CNO0446		Caiçara do Norte	5,71

PMA0011		Porto do Mangue	0,60
PRZ0054		Parazinho	8,77
		Continuação Tab.12	
PGR0013		Pedra Grande	12,36
RFO0011	Litoral Leste de Escoamento Difuso	Rio do Fogo	3,64
RFO0010		Rio do Fogo	0,02
MAX0262		Maxaranguape	0,25
TOU0010	Boqueirão	Touros	0,14
SMG0002		São Miguel do Gostoso	41,20
TOU0081	Punaú	Touros	0,04
MAX0059	Maxaranguape	Maxaranguape	5,69
TAP0002	Ceará-Mirim	Taipu	5,07
PBC0001		Poço Branco	8,69
JCA0001		João Câmara	0,35
SGE0012	Trairí	Senador Georgino Avelino	2,40
ARE0011	Jacú	Ares	2,34
TBS0002	Catu	Tibau do Sul	3,24
TBS0001		Tibau do Sul	3,11
BFO0001	Litoral Leste de Escoamento difuso	Baia Formosa	0,0
CAM0051	Curimatau	Canguaretama	1,28

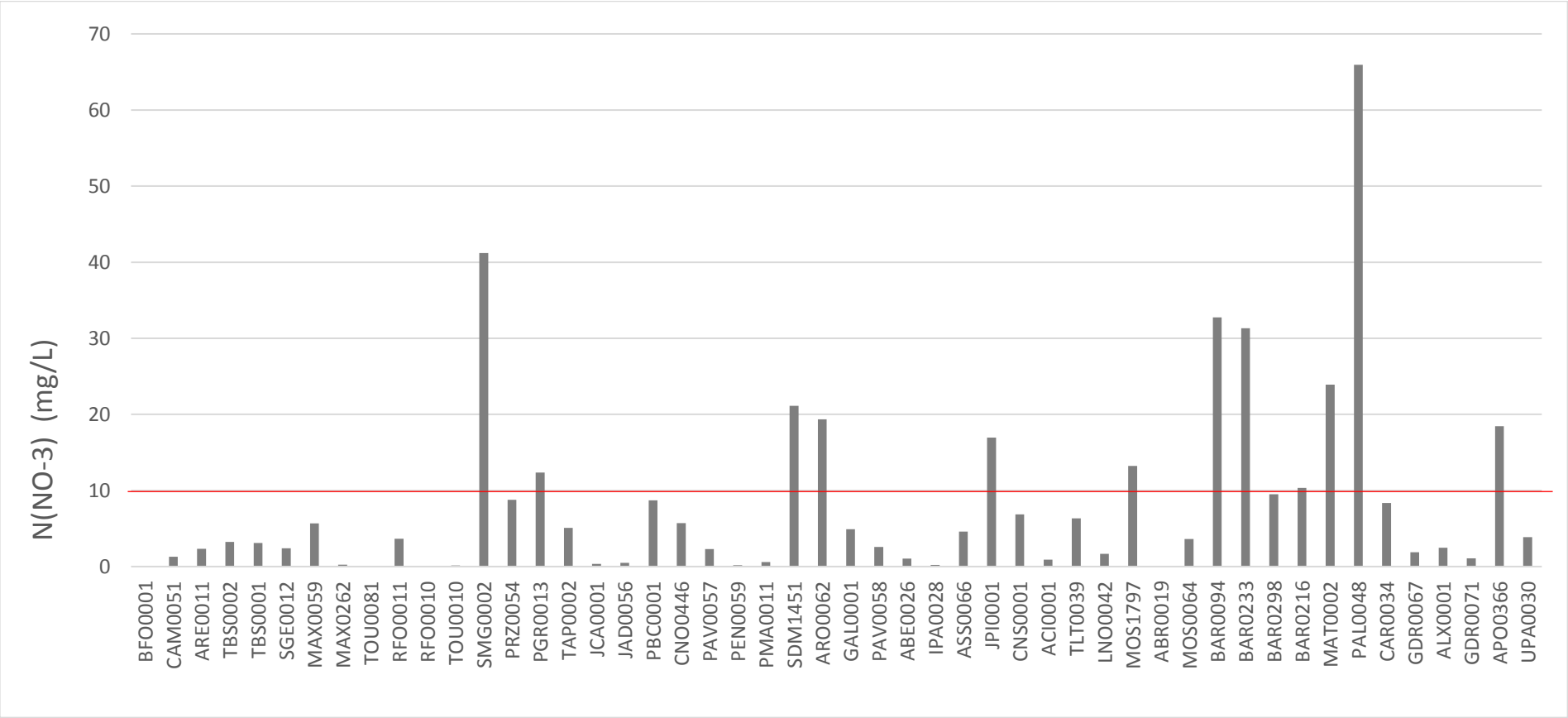


Figura 17 Comportamento do N(NO-3) nos demais municípios do Rio Grande do Norte, campanha outubro/dezembro/2016.

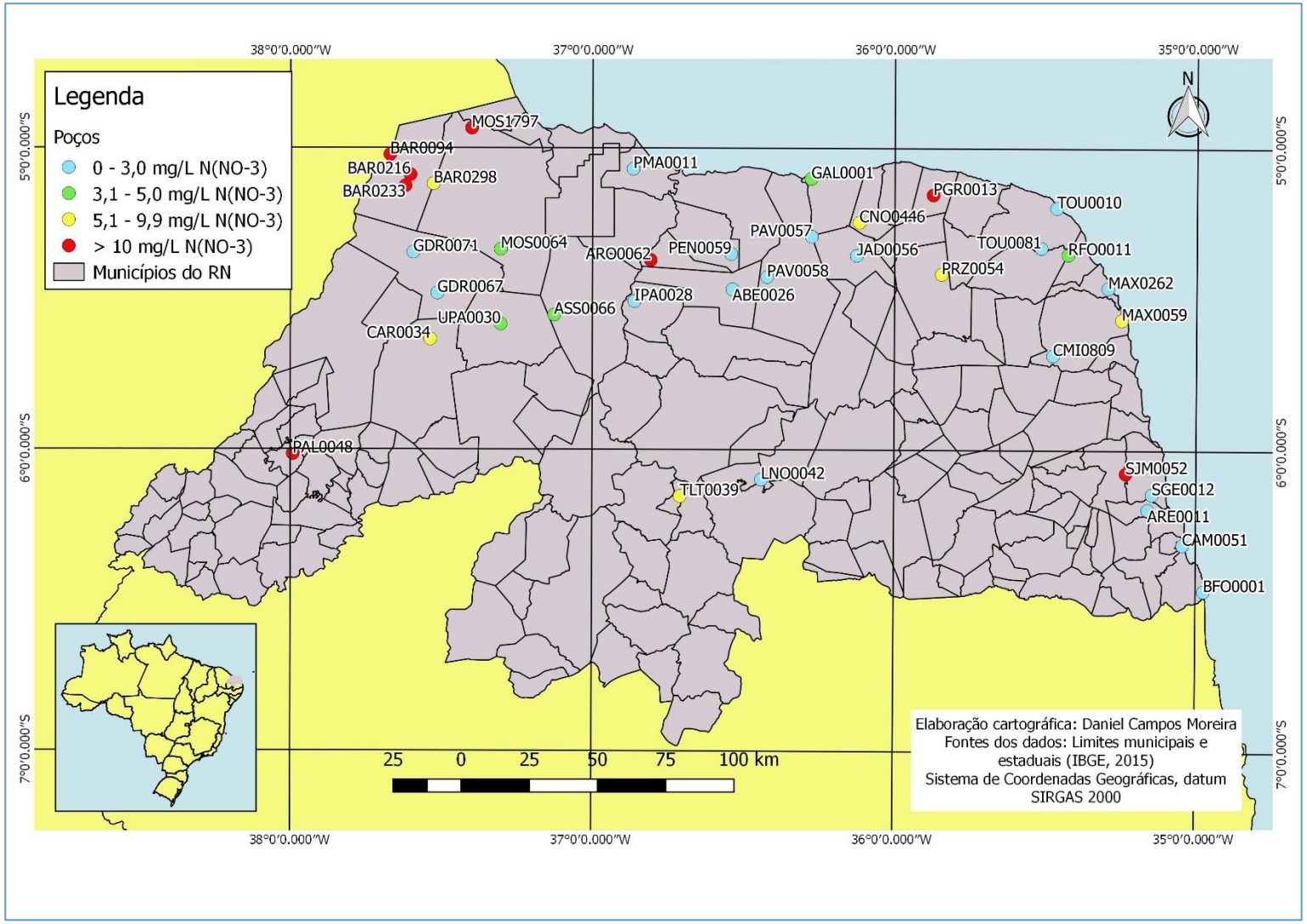


Figura 18 Representação da distribuição espacial dos poços monitorados nos demais municípios, campanha maio/junho/2016

Tabela 13 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2015 - ABR**	**Nitrato (expresso N) (mg/L) 2015 - SET**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - JUN**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - OUT**
VMP*					10	10
GAL0001	L. Norte de Escoamento Difuso	Galinhos	2,75	-	5,44	4,92
MOS1797		Mossoró	-	2,36	2,69	13,24
MOS0064	Apodi Mossoró	Mossoró	5,15	0,00	< LD	3,62
CAR0034		Carnaúba		0,00	1,86	8,35
GDR0071		Gov. Dix-Sept Rosado	4,18	0,00	< LD	1,09
GDR0067		Gov. Dix-Sept Rosado	4,13	2,55	< LD	1,88
ALX0001		Alexandria	3,17	20,27	< LD	2,49
ABR0019		Areia Branca	2,85	0,00	< LD	< LD
MAT0002		Martins	1,82	0,00	15,77	23,92
PAL0048		Portalegre	6,33	0,00	10,22	65,93
APO0366		Apodi	0,87	2,32	4,37	18,43
UPA0030		Upanema	3,38	1,67	1,82	3,85
UPA0033		Upanema	2,08	-	9,16	
BAR0233		Baraúnas	5,30	2,62	-	31,31
BAR0298		Baraúnas	7,77	4,08	29,62	9,50
BAR0216		Baraúnas	<1,00	8,64	3,13	10,34
BAR0502		Baraúnas	6,48	1,11	6,15	
BAR0094		Baraúnas	-	-	-	32,75
BAR0069		Baraúnas	4,43	3,11	-	-
BAR0100		Baraúnas	5,28	3,50	-	-

Tabela 14 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2015 - ABR**	**Nitrato (expresso N) (mg/L) 2015 - SET**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - JUN**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - OUT**
VMP*					10	10
PAV0058	L. Norte de Escoamento Difuso	Pedro Avelino	4,01	4,13	1,91	2,56
PAV0057		Pedro Avelino	4,83		4,60	2,30
SDM1451	Piancó/Piranhas Açu	Serra do Mel	15,74		16,58	21,11
ARO0062		Alto do Rodrigues	24,29		11,66	19,36
PEN0059		Pendência	0,44		0,09	0,16
ABE0026		Afonso Bezerra	0,88	1,14	0,77	1,06
IPA0028		Ipanguaçu	0,10	0,05	0,02	0,20
JPI0001		Jardim de Piranhas	14,02	20,84	13,32	16,96
LNO0042		Lagoa Nova	1,86	1,67	1,21	1,66
ACI0001		Acarí	0,00	0,23	2,67	0,91
ASS0066		Assu	5,35	4,94	9,14	4,61
TLT0039		Tenente Laurentino	6,81	4,63	4,76	6,34
CNS0001		Currais Novos	5,92	5,13	3,03	6,84
CAC0001		Caicó		0,00	0,00	

Tabela 15 Resultados das concentrações de NO-3 nas campanhas de 2015 e 2016.

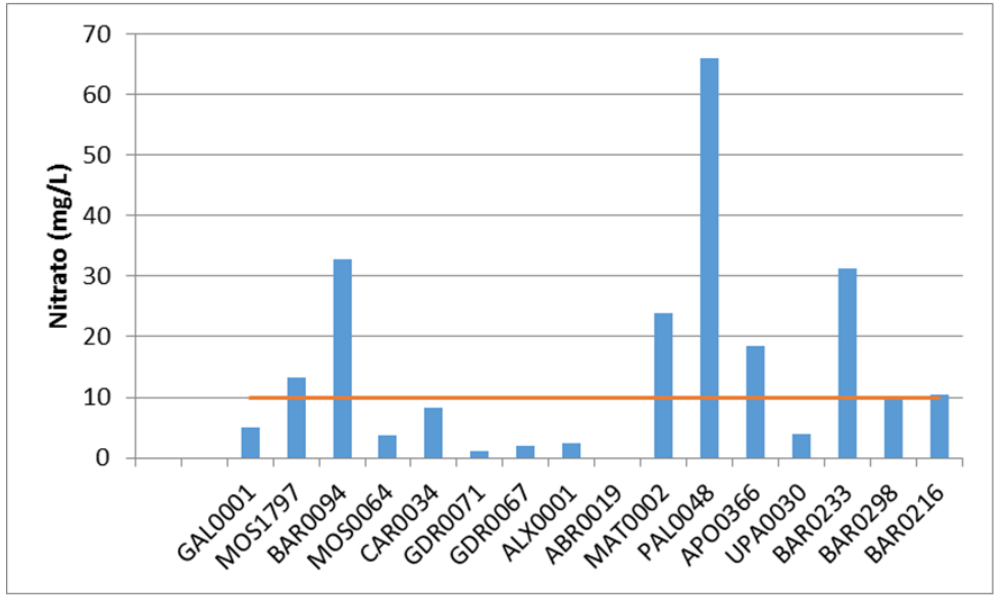
ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2015 - ABR**	**Nitrato (expresso N) (mg/L) 2015 - SET**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - JUN**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - OUT**
VMP*					10	10
JAD0056	L. Norte de Escoamento Difuso	Jandaíra	1,19		1,28	0,50
CNO0446		Caiçara do Norte	7,71		6,32	5,71
PMA0011		Porto do Mangue	0,08		0,02	0,60
PRZ0054		Parazinho	9,94	8,88	11,08	8,77
PGR0013		Pedra Grande	12,53	7,70	11,23	12,36
BFO0001	L. Leste de Escoamento Difuso	Baia Formosa	0,00	0,00	0,00	
RFO0011		Rio do Fogo	3,47	3,03	3,93	3,64
RFO0010		Rio do Fogo	0,00	0,00	0,00	0,02
MAX0262		Maxaranguape	0,00	0,02	0,00	0,25
TOU0010	Boqueirão	Touros	0,00	0,00	0,00	0,14
SMG0002		São Miguel do Gostoso	37,42	31,05	35,85	41,20
TOU0081	Punaú	Touros	0,00	0,00	0,00	0,04
MAX0059	Maxaranguape	Maxaranguape	4,49	3,78	4,50	5,69
TAP0002	Ceará-Mirim	Taipu	3,23		0,02	5,07
PBC0001		Poço Branco			7,99	8,69
JCA0001		João Câmara	0,47			0,35
SGE0012	Trairí	Senador Georgino Avelino	2,32	2,48	2,27	2,40
ARE0011	Jacú	Ares	1,94	2,41	2,98	2,34
TBS0002	Catu	Tibau do Sul	1,05	3,10	0,82	0,00
TBS0001		Tibau do Sul	3,13	3,13	3,50	1,28
CAM0051	Curimataú	Canguaretama	1,36	1,38	1,26	1,36

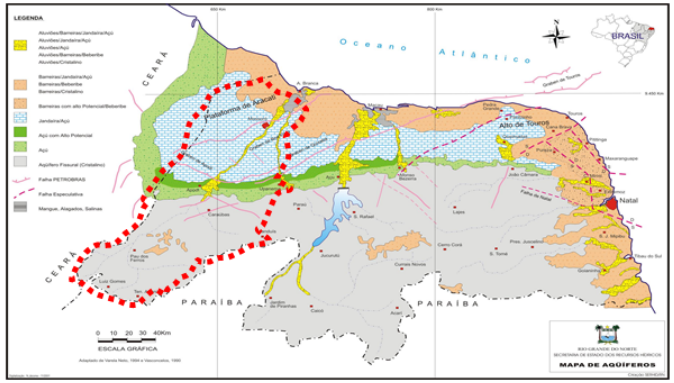
Tabela 16 Ilustração da comparação entre as campanhas de 2015 e 2016.

ID	Aquífero	Bacia Hidrográfica	Quant. de Poços com NO^{-}_{3} acima de 10 mg/L na campanha de abril/2015	Quant. de Poços com NO^{-}_{3} acima de 10 mg/L na campanha de setembro/2015	Quant. de Poços com NO^{-}_{3} acima de 10 mg/L na campanha de jun-julho/2016	Quant. de Poços com NO^{-}_{3} acima de 10 mg/L na campanha de Out./Dezemb./2016
GAL0001	Aquífero Dunas/Barreiras/Jandaíra	L. Norte de Escoamento Difuso	0	0	0	01
MOS1797	Aquífero Açu					
MOS0064	Aquífero Açu	Apodi Mossoró	0	01	03	06
CAR0034	Aquífero Açu					
GDR0071	Aquífero Jandaíra					
GDR0067	Aquífero Jandaíra					
*ALX0001	Aquífero Cristalino					
ABR0019	Aquífero Açu					
*MAT0002	Aquífero Cristalino					
PAL0048	Aquífero Cristalino					
*APO0366	Aquífero Jandaíra					
UPA0030	Aquífero Açu/Cristalino					
UPA0033	Aquífero Açu/Cristalino					
BAR0298	Aquífero Jandaíra					
BAR0216	Aquífero Jandaíra					
BAR0502	Aquífero Jandaíra					
BAR0094	Aquífero Jandaíra					
BAR233	Aquífero Jandaíra					
PAV0058	Aquífero Cristalino		0		0	0

PAV0057	Aquífero Jandaíra	L. Norte de Escoamento Difuso		0		
*SDM1451	Aquífero Açu	Piancó/Piranhas Açu	03	01	03	03
ARO0062	Aquífero Açu					
PEN0059	Aquífero aluvionar e/ou Jandaíra					
ABE0026	Aquífero Cristalino					
IPA0028	Aquífero Aluvionar/Cristalino					
*JPI0001	Aquífero Cristalino					
LNO0042	Cobertura Serra de Santana /Cristalino					
*ACI0001	Aquífero Cristalino					
ASS0066	Aquífero Cristalino					
TLT0039	Aquífero Cristalino					
*CNS0001	Aquífero Cristalino					
*CAC0001	Aquífero Cristalino					
JAD0056	Aquífero Jandaíra/Cristalino	L. Norte de Escoamento Difuso	01	0	02	01
CNO0446	Aquífero Dunas/Barreiras					
PMA0011	Aquífero Dunas/Barreiras					
PRZ0054	Aquífero Jandaíra					
PGR0013	Aquífero Cristalino					
BFO0001	Aquífero Dunas/Barreiras		0	0		
RFO0011	Aquífero Dunas/Barreiras					

*RFO0010	Aquífero Dunas/Barreiras	L. Leste de Escoamento Difuso		0	0	0
MAX0262	Aquífero Dunas/Barreiras					
TOU0010	Aquífero Dunas/Barreiras	Boqueirão	01	01	01	01
*SMG0002	Aquífero Dunas/Barreiras					
TOU0081	Aquífero Dunas/Barreiras	Punaú	0	0	0	
MAX0059	Aquífero Dunas/Barreiras	Maxaranguape	0			
*TAP0002	Aquífero Cristalino	Ceará-Mirim	0	0	0	0
PBC0001	Aquífero Cristalino					
SGE0012	Aquífero Dunas/Barreiras	Trairí	0	0	0	0
ARE0011	Aquífero Dunas/Barreiras	Jacú	0	0	0	0
*TBS0002	Aquífero Dunas/Barreiras	Catu	0	0	0	0
*TBS0001	Aquífero Dunas/Barreiras					
CAM0051	Aquífero Dunas/Barreiras	Curimataú	0	0	0	0



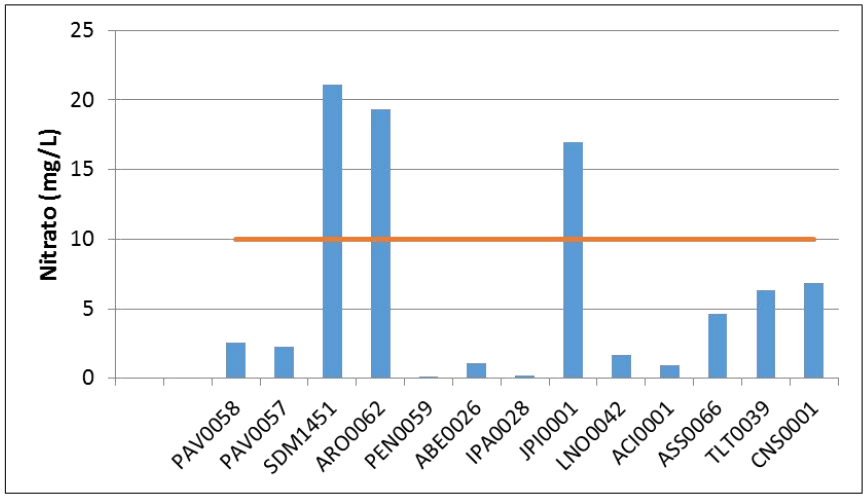


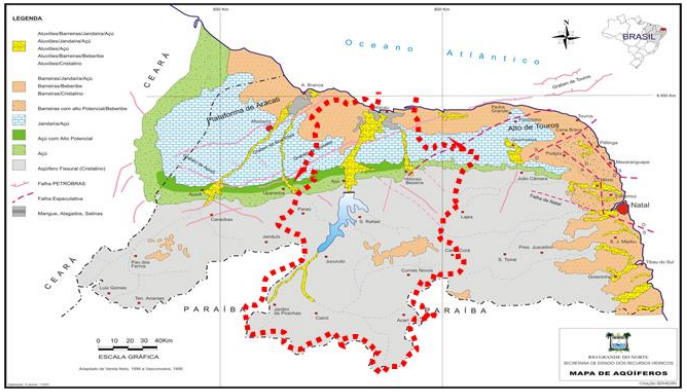
Aquiferos: Cristalino, Açu, Jandaíra, Barreiras e Aluvionar

ID	Bacia Hidrográfica	Município	Nitrato (expresso em N) (mg/L) 2016 - OUT
VMP*			10
GAL0001	L. Norte de Escoamento Difuso	Galinhos	4,92
MOS1797		Mossoró	13,24
MOS0064	Apodi Mossoró	Mossoró	3,62
CAR0034		Carnaúba	8,35
GDR0071		Gov. Dix-Sept Rosado	1,09
GDR0067		Gov. Dix-Sept Rosado	1,88
ALX0001		Alexandria	2,49
ABR0019		Areia Branca	< LD
MAT0002		Martins	23,92
PAL0048		Portalegre	65,93
APO0366		Apodi	18,43
UPA0030		Upanema	3,85
UPA0033		Upanema	
BAR0233		Baraúnas	31,31
BAR0298		Baraúnas	9,50
BAR0216		Baraúnas	10,34
BAR0502		Baraúnas	
BAR0094		Baraúnas	32,75
BAR0069		Baraúnas	-
BAR0100		Baraúnas	-

Figura 19 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de escoamento difuso.

Padrão para VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – águas classe 02



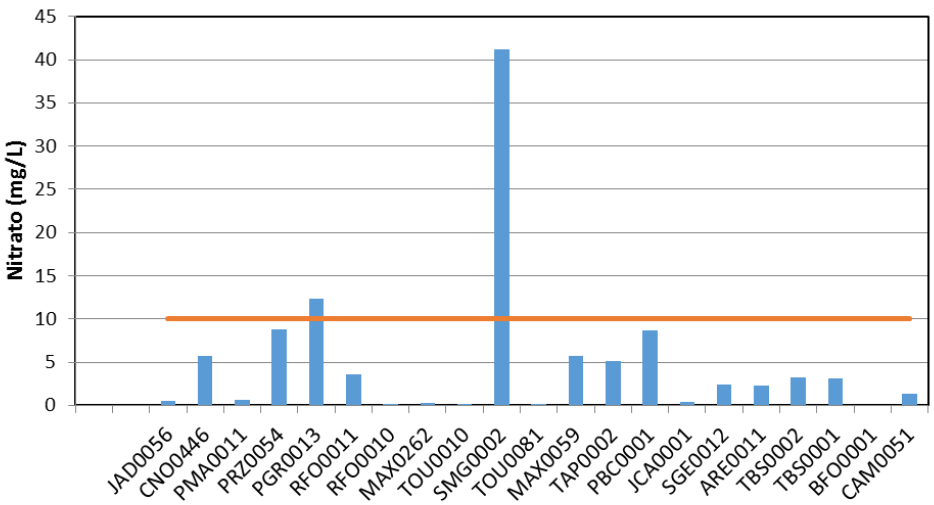


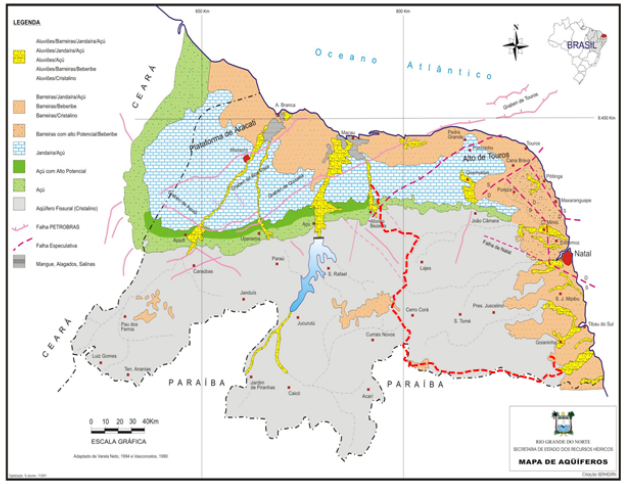
Aquiferos: Cristalino, Açu, Jandaíra, Barreiras e Aluvionar

ID	Bacia Hidrográfica	Município	Nitrato (expresso em N) (mg/L) OUT/DEZ/ 2016
VMP*			10
PAV0058	L. Norte de Escoamento Difuso	Pedro Avelino	2,56
PAV0057		Pedro Avelino	2,30
SDM1451	Piancó/ Piranhas/ Açu	Serra do Mel	21,11
ARO0062		Alto do Rodrigues	19,36
PEN0059		Pendência	0,16
ABE0026		Afonso Bezerra	1,06
IPA0028		Ipanguaçu	0,20
JPI0001		Jardim de Piranhas	16,96
LNO0042		Lagoa Nova	1,66
ACI0001		Acarí	0,91
ASS0066		Assu	4,61
TLT0039		Tenente Laurentino	6,34
CNS0001		Currais Novos	6,84

Figura 20 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu/e Norte de Escoamento Difuso.

VMP - Valores Máximos Permitidos em µg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02





Aquiferos: Cristalino, Açu, Jandaíra, Dunas/Barreiras e Aluvionar

ID	Bacia Hidrográfica	Município	Nitrato (expresso em N) (mg/L) OUT/DEZ/2016
VMP*			10
JAD0056	L. Norte de Escoamento Difuso	Jandaíra	0,50
CNO0446		Caiçara do Norte	5,71
PMA0011		Porto do Mangue	0,60
PRZ0054		Parazinho	8,77
PGR0013		Pedra Grande	12,36
BFO0001	L. Leste de Escoamento Difuso	Baia Formosa	
RFO0011		Rio do Fogo	3,64
RFO0010		Rio do Fogo	0,02
MAX0262		Maxaranguape	0,25
TOU0010	Boqueirão	Touros	0,14
SMG0002		São Miguel do Gostoso	41,20
TOU0081	Punaú	Touros	0,04
MAX0059	Maxaranguape	Maxaranguape	5,69
TAP0002	Ceará-Mirim	Taipu	5,07
PBC0001		Poço Branco	8,69
JCA0001		João Câmara	0,35
SGE0012	Trairí	Senador Georgino Avelino	2,40
ARE0011	Jacú	Ares	2,34
TBS0002	Catu	Tibau do Sul	0,00
TBS0001		Tibau do Sul	1,28
CAM0051	Curimataú	Canguaretama	1,36

Figura 21 Comportamento do N(NO-3) nas dimensões dos municípios, aquíferos e bacias hidrográficas da parte norte/leste do RN.

——— VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02.

6.2.2 Comportamento dos Íons Cloreto, Sódio, STD , Sulfato e Ferro

Tendo como referência a potabilidade da água para abastecimento humano, conforme a Resolução CONAMA 396/2008, estão destacadas as concentrações de Sódio, Cloreto, STD, Sulfato e Ferro, os poços e suas respectivas localizações, nas tabelas 17 a 20. Segundo as interpretações realizadas, nos 50 poços tubulares, verificou-se o seguinte comportamento, conforme pode ser observado nas figuras 22 a 27.

Dentre os 50 poços analisados 16 poços apresentaram concentrações de Cloreto acima de 250 mg/L, 07 poços apresentaram concentrações de Sódio acima de 200 mg/L, 18 poços indicaram concentrações de Sólidos Totais dissolvidos acima de 1000 mg/L, 04 poços com concentrações de sulfato acima de 250 mg/L e 06 poços apresentaram concentrações de Ferro acima de 0,3 mg/L. Estas concentrações com valores acima do valor máximo permitido estabelecidos na Resolução CONAMA 396/2008, dizem respeito aos seguintes poços e respectivas bacias hidrográficas e aquíferos, conforme tabela, 19.

- Cloreto

Quanto aos poços com concentrações de Cloreto acima do valor máximo permitido, 02 ocorrências foram em poços na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi Mossoró e 01 na Bacia Hidrográfica Norte de Escoamento Difuso, 07 poços na BH Piancó/Piranhas Açú e Norte de Escoamento Difuso e 06 poços nas bacias hidrográficas posicionadas na parte Norte/Leste do Estado, tabela, 19.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi Mossoró e Norte de Escoamento difuso, tabela 20, os poços com concentrações anômalas estão situados nos municípios de Galinhos (GAL0001), com a maior concentração (1.179,02 mg/L), Dix Sept Rosado (GDR0071) com 378,00mg/L, e Alexandria (ALX0001) com 266,00, mg/L. Observou-se que as mais elevadas concentrações de Cloreto ocorrem nas águas dos poços que captam do aquífero Jandaíra, (GAL0001) e (GDR0071).

Na Bacia Hidrográfica Piancó/Piranhas/Açú e Norte de Escoamento Difuso os poços, com concentrações acima do VMP, estão localizados nos municípios de Pedro Avelino (PAV0058) 409,81mg/L, Serra do Mel (SDM1451) 1.203,41 mg/L, Alto do Rodrigues (ARO0062) 546,41mg/L, Jardim de Piranhas (JPI0001) 630,98 mg/L, Lagoa Nova (LNO0042) 1.115,59mg/L, Acarí (ACI0001) 374,04 e Tenente Laurentino (TLT0039) 1.001,76 mg/L, tabela 21.

Na porção Norte/Leste do estado do RN existe um conjunto de pequenas bacias hidrográficas representadas pelas Bacias Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, e bacias Norte e Leste de Escoamento Difuso. Nesse conjunto de bacias foram monitorados 20 poços tubulares, cujos resultados das análises químicas indicaram 06 poços com concentrações de Cloreto acima do VMP, tabela 22. Estes poços estão localizados em São Miguel do Gostoso (SMG0002) com 256,94 mg/L, Caiçara do Norte (CNO0446) com 328,50 mg/L, Parazinho (PRZ0054) 754,57 mg/L, Pedra Grande (PGR001) 609,84 mg/, Taipu (TAP0002) 273,21 mg/L e Poço Branco (PBC0001) com 826,12 mg/L. Observa-se que o Poço localizado em São Miguel do Gostoso apresentou 6,94 mg/L acima do valor máximo permito que é de 250,0 mg/L. Uma das hipóteses, para a justificativa desse comportamento, pode estar associada a uma possível mistura de águas dos aquíferos Barreiras e Jandaíra, tendo em vista que o cálcio (55,20 mg/L) e magnésio (28,43 mg/L) se apresentam com concentrações mais elevadas que, normalmente, as águas oriundas especificamente do aquífero Barreiras se apresentam.

Sódio

Em relação ao sódio 07 poços apresentaram concentrações acima de 200 mg/L, sendo 01 em Galinhos (BH norte de escoamento difuso) com 548,50 mg/L, 04 poços na BH Piancó/Piranhas/Açu, localizados nos municípios de Serra do Mel (SDM1451) 232,14 mg/L, Alto do Rodrigues (ARO006) 238,10 mg/L, Lagoa Nova (LNO0042) 450,00 mg/L e Tenente Laurentino (TLT0039) com 346,15 mg/L. O outro poço está localizado na Bacia Norte de Escoamento Difuso em Pedra Grande (PGR0013) com 387,50 mg/L. O poço de Galinhos capta água do aquífero Jandaíra, Serra do Mel e Alto do Rodrigues captam água do aquífero Açu e os demais do aquífero Cristalino.

- Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

No que se refere aos STD, 18 poços apresentaram concentrações acima do valor máximo permitido, conforme a Resolução CONAMA 396/2008. Dentre estes 04 poços estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi Mossoró e Norte de Escoamento difuso, 08 poços na Bacia Hidrográfica Piancó/Piranhas/Açú e Norte de Escoamento Difuso e 06 nas bacias hidrográficas posicionadas na parte Norte/Leste do Estado.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi Mossoró e Norte de Escoamento difuso foram identificados 04 poços com concentrações de STD acima do VMP, todos captando água do aquífero Jandaíra, estão localizados nos municípios de Galinhos (GAL0001) com 3.120,00 mg/L, Gov. Dix-Sept

Rosado (GDR0071) 1.588,00 mg/L e Baraúnas (BAR0298) 1.094,00 mg/L e (BAR0502) com 2.667,00 mg/L.

Na Bacia Hidrográfica Piancó/Piranhas/Açú e Norte de Escoamento Difuso os poços, com concentrações de STD acima do VMP, estão localizados nos municípios de Serra do Mel (SDM1451) com 3.390,40 mg/L e Alto do Rodrigues (ARO0062) 1.843,60 mg/L, ambos no aquífero Açu e os demais no aquífero Cristalino nos municípios de Pedro Avelino (PAV0058) 1.373,60 mg/L (PAV0057) 1.014,00 mg/L, Jardim de Piranhas (JPI0001) com 1.816,00 mg/L, Lagoa Nova (LNO0042) 2671,20 mg/L, Acarí (ACI0001) 1270,40 mg/L e Tenente Laurentino (TLT0039) com 2207,20 mg/L.

- Sulfato

Em relação ao Sulfato, 04 poços apresentaram concentrações acima do VMP. Dentre estes, 02 poços na Bacia Hidrográfica Piancó/Piranhas/Açú, nos municípios de Serra do Mel (SDM1451) com 385,36 mg/L e Alto do Rodrigues (ARO0062) 293,90 mg/L, ambos no aquífero Açu. Os outros dois poços compreende 01 poço na Bacia Hidrográfica Norte de Escoamento Difuso no município de Pedra Grande (PGR0013) com 491,80 mg/ e outro na bacia Ceará-Mirim no município de Taipu (TAP0002) com 725,61 mg/L, ambos no aquífero Cristalino.

- Ferro

Quanto as concentrações de Ferro acima do VMP, compreenderam 06 poços, sendo 03 poços na Bacia Piancó/Piranhas Açu nos municípios de Ipanguaçu (IPA0028) 1,33 mg/L, Lagoa Nova (LNO0042) 0,33 e Caicó (CAC0001) com 1,59 mg/L. Os outros 03 poços compreendem 01 na bacia Leste de escoamento difuso, no município de Rio do Fogo (RFO0010) com 0,46 mg/L, 01 na Bacia de Maxaranguape no município de Maxaranguape (MAX0059) com 1,60mg/L e outro na Bacia Ceará Mirim no município de Taipu (TAP0002) com 3,83 mg/L.

As tabelas 23 a 25 apresentam as comparações entre os resultados das análises químicas do Cloreto, STD, Ferro, Sulfato e Sódio nos poços monitorados nas campanhas de 2015 e na campanha de maio a junho/2016.

Tabela 17 Número de poços com concentrações anômalas em relação ao Cloreto, Sódio, STD, Sulfato e Ferro.

Íon	BH Apodi Mossoró e Bacias Norte de Escoamento Difuso	BH Piancó/Piranhas/Açu e Norte de Escoamento Difuso	*Bacias Hidrográficas situadas na porção Norte/Leste do RN	Total
	Em um conjunto de **16** poços tubulares	Em um conjunto de **13** poços tubulares	Em um conjunto de **21** poços tubulares	**50** Poços
Cloreto	05	07	06	18
Sódio	01	06	02	09
STD	04	07	05	16
Sulfato	02	02	01	05
Ferro	0	02	02	04

*Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso

Tabela 18 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Apodi/Mossoró e Norte de Escoamento Difuso – outubro/dezembro2016.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Sódio (mg/L)**	**Ferro (mg/L)**	**Sulfato (mg/L)**	**Cloreto (mg/L)**	**Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)**
VMP*			200	0,3	250	250	1000
GAL0001	L. Norte de Escoamento Difuso	Galinhos	973,68	0,07	426,70	1869,15	4304,80
MOS1797		Mossoró	31,80	0,05	< LD	105,00	224,00
BAR0094		Baraúnas	34,00	< LD	27,46	532,00	41494,00
MOS0064	Apodi Mossoró	Mossoró	11,60	0,07	< LD	35,00	58,00
CAR0034		Carnaúba	23,83	0,01	< LD	98,00	494,00
GDR0071		Gov. Dix-Sept Rosado	149,00	< LD	256,23	406,00	1880,00
GDR0067		Gov. Dix-Sept Rosado	77,43	< LD	< LD	70,00	600,00
ALX0001		Alexandria	62,73	0,05	15,30	378,00	876,00
ABR0019		Areia Branca	83,50	< LD	< LD	98,00	238,00
MAT0002		Martins	25,00	0,15	< LD	140,00	298,00
PAL0048		Portalegre	39,50	< LD	< LD	98,00	208,00
APO0366		Apodi	19,33	< LD	< LD	98,00	696,00
UPA0030		Upanema	23,10	0,30	< LD	28,00	232,00
BAR0233		Baraúnas	38,50	< LD	12,51	266,00	1174,00
BAR0298		Baraúnas	59,35	< LD	91,32	154,00	968,00
BAR0216		Baraúnas	36,80	< LD	< LD	91,00	236,00

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008

Tabela 19 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Piancó/Piranhas Açu e Norte de Escoamento Difuso – outubro/dezembro/ 2016.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Sódio (mg/L)**	**Ferro (mg/L)**	**Sulfato (mg/L)**	**Cloreto (mg/L)**	**Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)**
VMP*			200	0,3	250	250	1000
PAV0058	L. Norte de Escoamento Difuso	Pedro Avelino	100,00	0,02	93,42	393,17	1289,20
PAV0057		Pedro Avelino	14,37	0,00	1,69	12,89	61,29
SDM1451	Piancó/Piranhas Açu	Serra do Mel	342,85	0,14	523,53	1200,45	3514,50
ARO0062		Alto do Rodrigues	300,00	0,01	300,93	554,30	1869,00
PEN0059		Pendência	73,91	0,45	110,00	80,57	640,80
ABE0026		Afonso Bezerra	53,79	0,06	8,92	106,35	277,20
IPA0028		Ipanguaçu	42,75	1,15	5,47	41,89	204,40
JPI0001		Jardim de Piranhas	240,00	0,06	50,39	696,10	1854,00
LNO0042		Lagoa Nova	566,66	0,27	49,35	1224,62	2352,80
ACI0001		Acarí	248,27	0,18	49,71	451,17	1506,80
ASS0066		Assu	28,33	0,01	15,28	70,90	312,00
TLT0039		Tenente Laurentino	476,19	0,07	21,55	1005,48	1925,60
CNS0001		Currais Novos	117,24	0,03	21,02	103,13	652,80

*VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008.

Tabela 20 Resultados das análises dos poços monitorados nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso.

ID	Bacia Hidrográfica	Município	**Sódio (mg/L)**	**Ferro (mg/L)**	**Sulfato (mg/L)**	**Cloreto (mg/L)**	**Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)**
VMP*			200	0,3	250		1000
JAD0056	L. Norte de Escoamento Difuso	Jandaíra	55,26	0,01	172,78	161,13	823,60
CNO0446		Caiçara do Norte	93,75	0,01	46,64	264,26	1003,20
PMA0011		Porto do Mangue	60,00	0,04	24,31	41,89	324,80
PRZ0054		Parazinho	120,74	0,06	90,35	786,33	1818,00
PGR0013		Pedra Grande	355,55	0,07	316,24	676,76	1996,00
BFO0001	L. Leste de Escoamento Difuso	Baia Formosa	9,41	0,00	3,81	12,89	137,00
RFO0011		Rio do Fogo	12,22	0,04	1,04	19,34	61,73
RFO0010		Rio do Fogo	9,44	0,17	2,18	19,34	40,97
MAX0262		Maxaranguape	8,82	2,20	2,01	20,95	51,63
TOU0010	Boqueirão	Touros	14,12	0,03	2,09	22,56	130,07
SMG0002		São Miguel do Gostoso	112,00	0,42	83,02	244,92	831,60
TOU0081	Punaú	Touros	8,82	0,03	1,25	16,11	50,30
MAX0059	Maxaranguape	Maxaranguape	20,95	0,02	0,73	30,62	110,78
TAP0002	Ceará-Mirim	Taipu	184,21	0,01	115,27	660,65	1847,60
PBC0001		Poço Branco	444,44	0,08	25,87	918,46	2080,00
JCA0001		João Câmara	81,58	0,03	34,94	199,81	739,60
SGE0012	Trairí	Senador Georgino Avelino	13,00	0,19	0,95	29,00	110,96
ARE0011	Jacú	Ares	22,85	0,00	12,10	29,00	287,00
TBS0002	Catu	Tibau do Sul	16,50	0,11	1,05	29,00	119,90
TBS0001		Tibau do Sul	38,94	0,11	1,68	58,01	271,20
CAM0051	Curimataú	Canguaretama	23,80	0,02	15,18	35,45	131,20

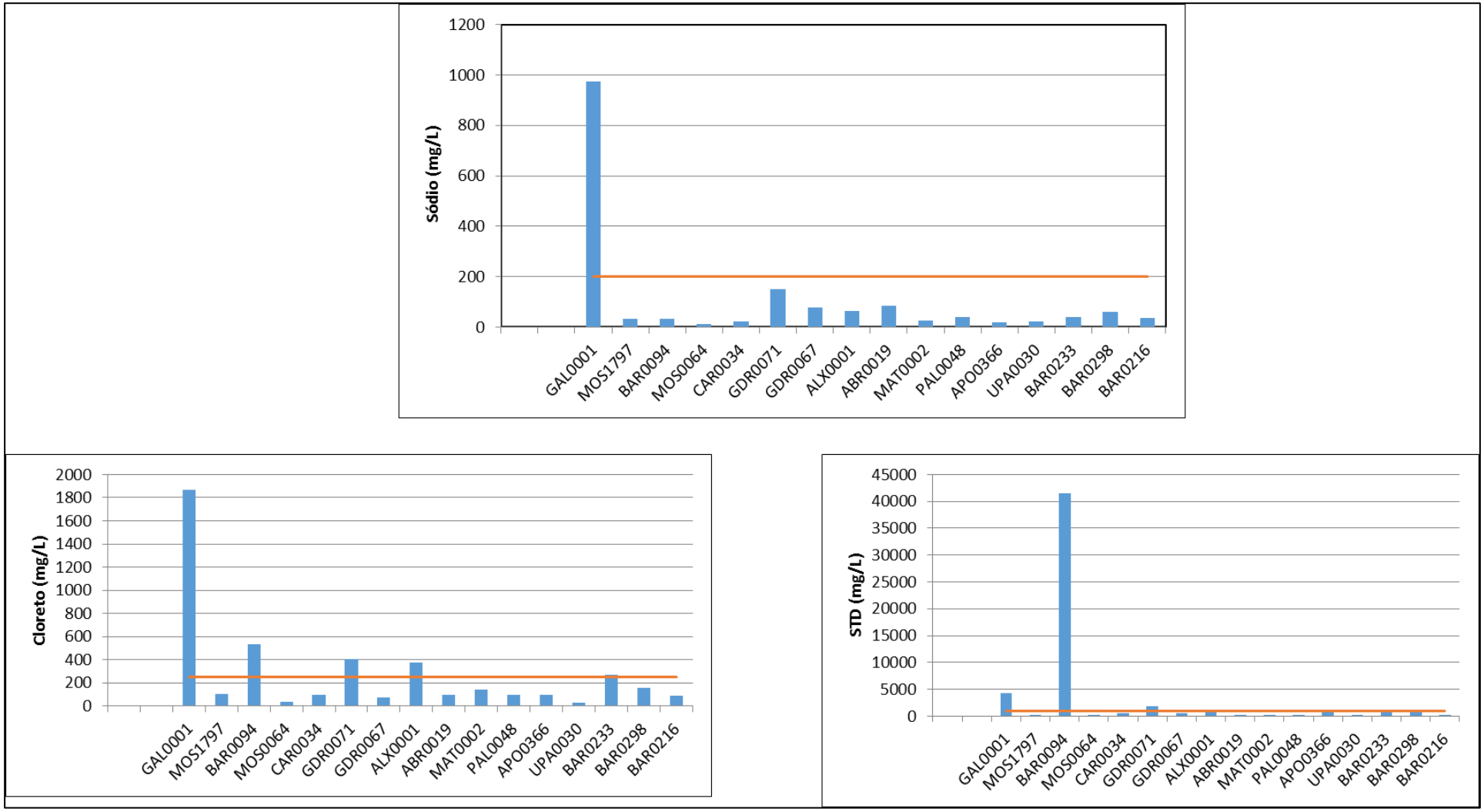
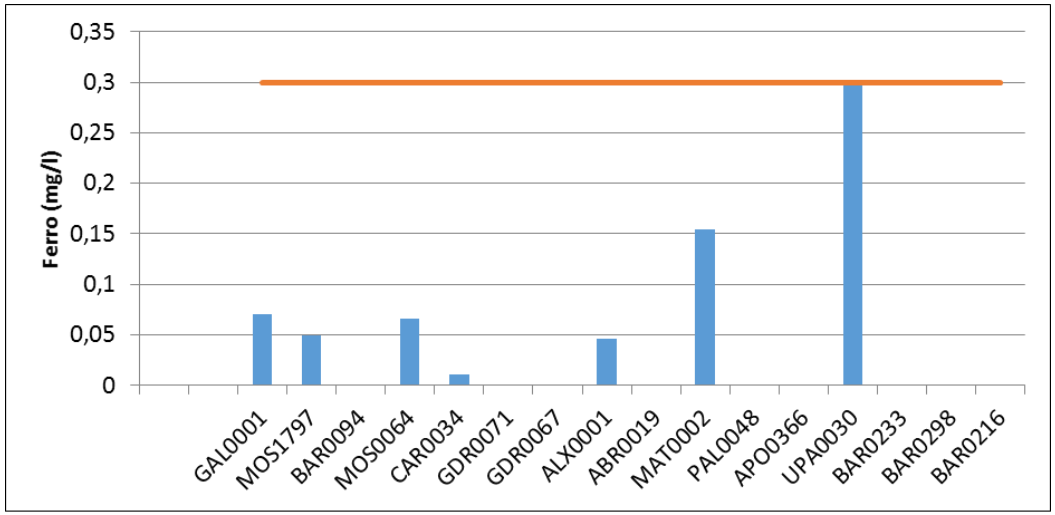


Figura 22 Comportamento do Sódio, Cloreto e STD nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de Escoamento Difuso.

——— VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02



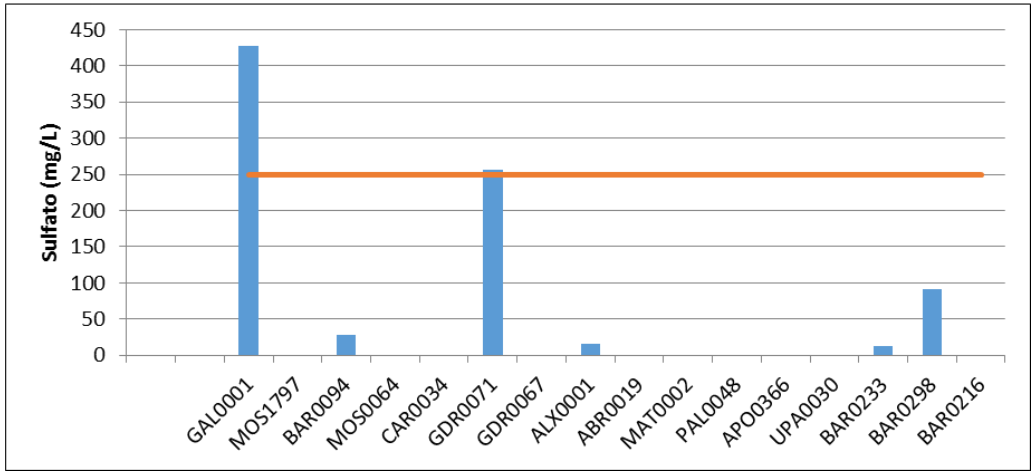


Figura 23 Comportamento do Ferro e Sulfato nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Apodi Mossoró e Norte de Escoamento Difuso, maio/junho/2016.

——— VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

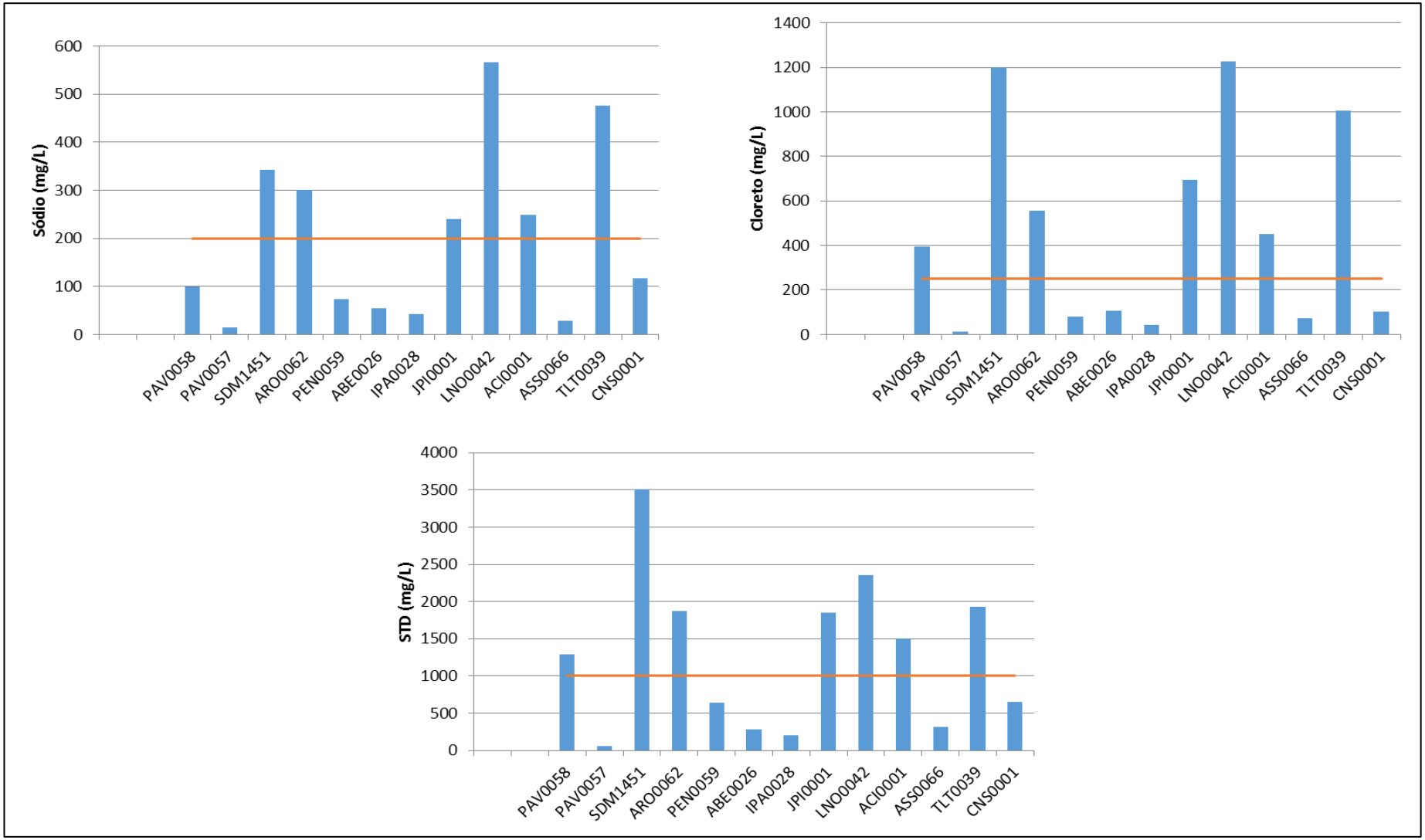


Figura 24 Comportamento do Cloreto, Sódio e STD nas bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu/e Norte de Escoamento Difuso.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

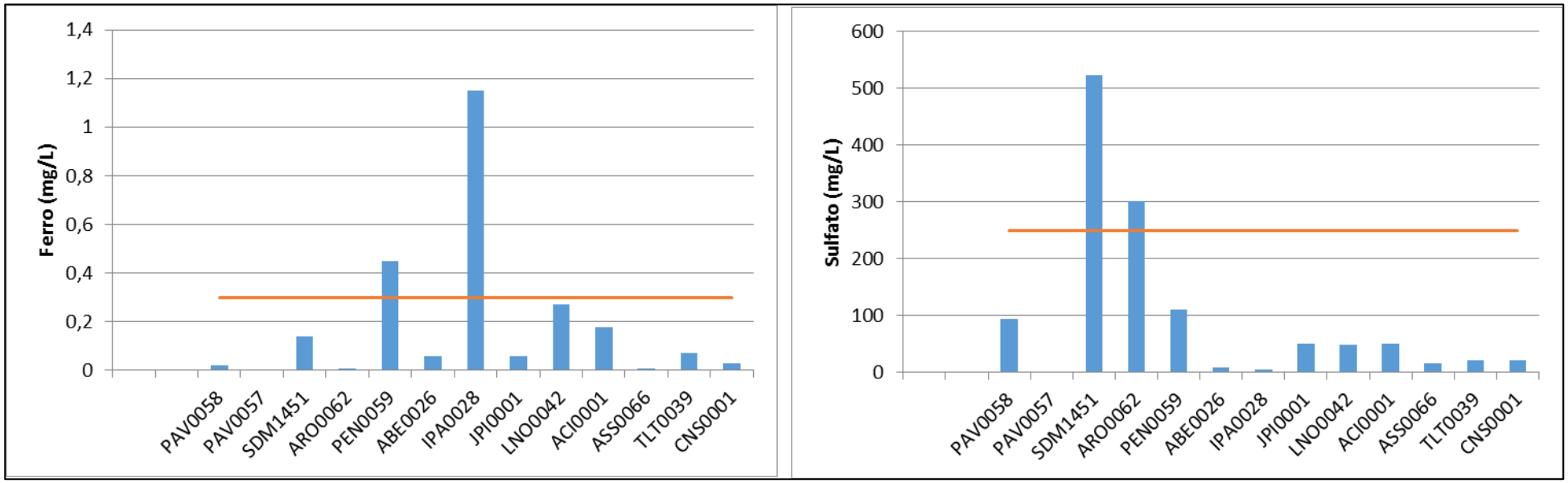


Figura 25 Comportamento do Ferro e Sulfato nas dimensões dos municípios das bacias hidrográficas Piancó/Piranhas/Açu e Norte de Escoamento Difuso, outubro/dezembro/2016.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

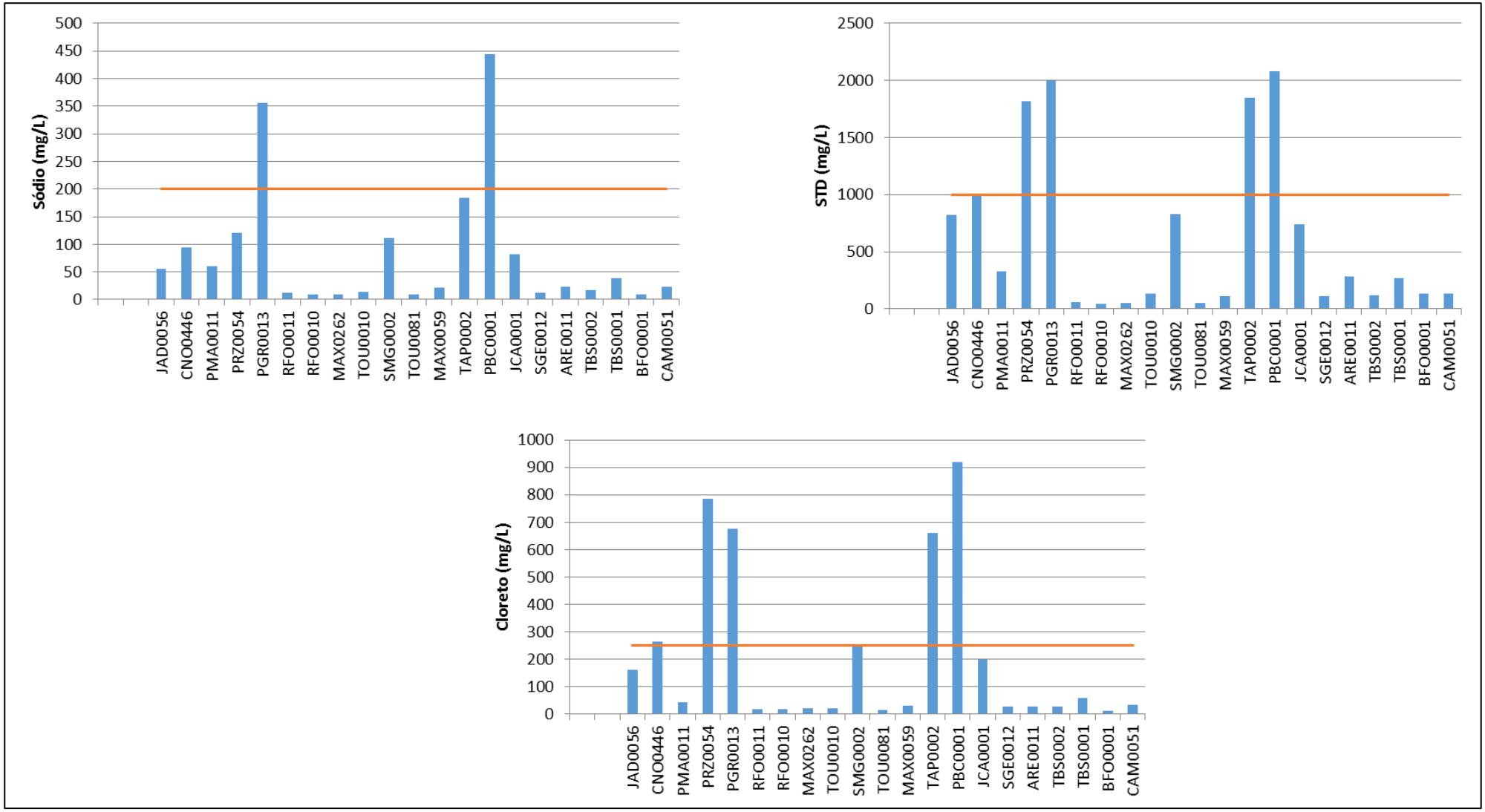


Figura 26 comportamento do Sódio, Cloreto e STD nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso- outubro/dezembro/2016.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

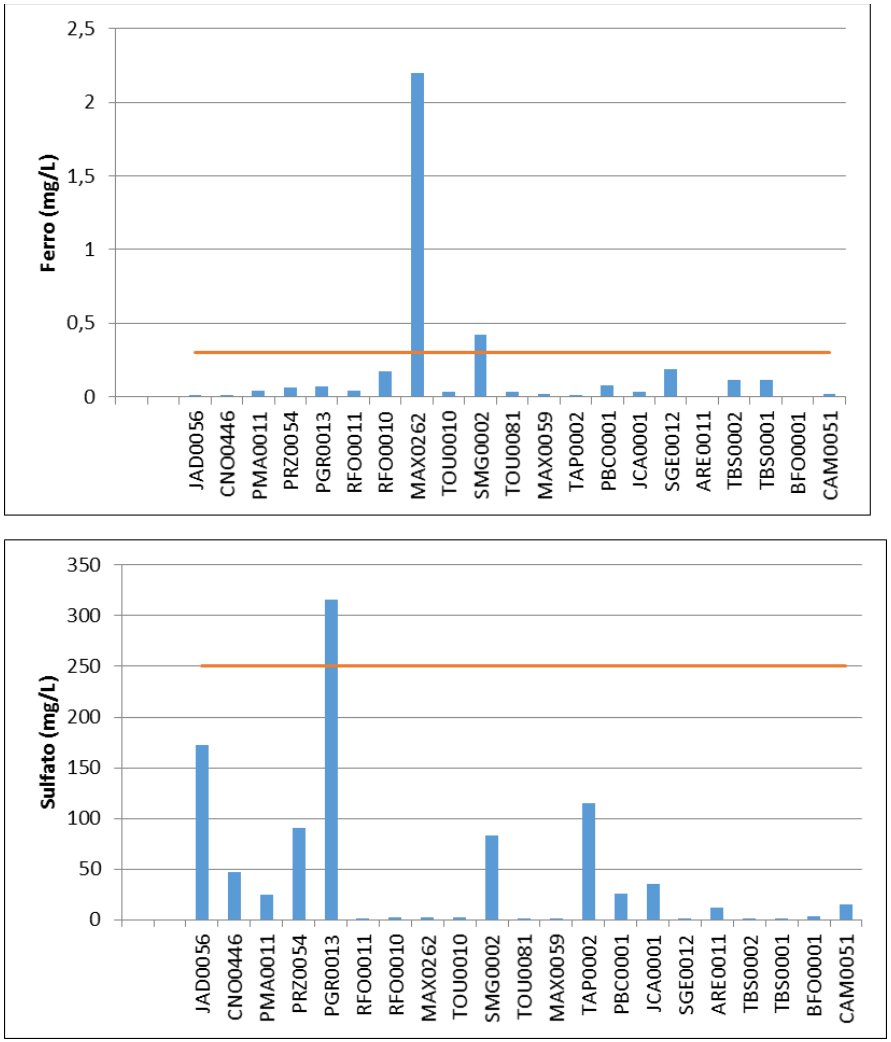


Figura 27 Comportamento do Sulfato e do Ferro nas Bacias Hidrográficas Curimataú, Catu, Jacu, Trairi, Maxaranguape, Boqueirão, Norte e Leste de Escoamento Difuso - outubro/dezembro/2016.

VMP - Valores Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

Tabela 21 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso e Apodi Mossoró.

ID	Sódio (mg/L)				Ferro (mg/L)				Sulfato (mg/L)				Cloreto (mg/L)				STD (mg/L)			
	2015 - ABR	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2015 - JUN**	**2015 - OUT**
VMP	200				0,3				250				250				1000			
GAL0001	1265,00		548,50	973,68	0,11		0,03	0,07	388,89		235,00	426,70	2385,42		1179,02	1869,15	5250,80		3120,00	4304,80
MOS1797		17,90	25,18	31,80		0,03	< LD	0,05		0,00	< LD	< LD		198,00	63,00	105,00		108,00	68,00	224,00
BAR0094				34,00				< LD				27,46				532,00				41494,00
BAR0069	57,40	43,80			0,02	0,03			822,00	0,00			101,00	468,00			822,00	774,00		
BAR0100	65,90	40,90			0,02	0,02			22,23	15,36			182,00	491,00			1030,00	840,00		
MOS0064	281,00	ND	9,50	11,60	0,01	0,03	0,00	0,07	176,82	0,00	< LD	< LD	658,00	124,00	28,00	35,00	2604,00	114,00	30,00	58,00
CAR0034		16,90	16,33	23,83		0,03	< LD	0,01		0,00	< LD	< LD		112,00	98,00	98,00		226,00	112,00	494,00
GDR0071	150,70	150,80	142,50	149,00	0,02	0,03	< LD	< LD	63,78	18,35	167,52	256,23	406,00	814,00	378,00	406,00	1820,00	1994,00	1588,00	1880,00
GDR0067	87,20	86,80	85,00	77,43	0,02	0,03	< LD	< LD	2,17	12,99	11,24	< LD	70,00	225,00	77,00	70,00	414,00	424,00	232,00	600,00
ALX0001	82,00	70,10	65,80	62,73	0,01	0,03	< LD	0,05	0,65	20,53	11,76	15,30	189,00	202,00	266,00	378,00	344,00	260,00	568,00	876,00
ABR0019	83,90	72,10	75,00	83,50	0,02	0,03	0,00	< LD	16,82	15,23	< LD	< LD	49,00	131,00	70,00	98,00	324,00	320,00	248,00	238,00
MAT0002	32,70	22,10	23,67	25,00	0,02	0,03	< LD	0,15	9,17	0,00	< LD	< LD	154,00	112,00	126,00	140,00	94,00	226,00	298,00	298,00
PAL0048	60,90	55,40	41,17	39,50	0,02	0,03	< LD	< LD	7,17	0,00	< LD	< LD	105,00	192,00	84,00	98,00	216,00	326,00	136,00	208,00
APO0366	42,40	24,50	19,05	19,33	0,02	0,03	0,06	< LD	11,54	0,00	< LD	< LD	140,00	210,00	182,00	98,00	352,00	596,00	362,00	696,00
UPA0030	15,20	ND	21,50	23,10	0,02	0,02	0,16	0,30	5,08	12,18	< LD	< LD	35,00	196,00	126,00	28,00	282,00	208,00	694,00	232,00
UPA0033	13,00		16,50		0,02		< LD		8,46		11,42		49,00		182,00		330,00		962,00	
BAR0233	101,80	91,70		38,50	0,02	0,03		< LD	28,98	18,45		12,51	308,00	623,00		266,00	1460,00	1174,00		1174,00
BAR0298	76,60	70,50	65,34	59,35	0,02	0,03	0,02	< LD	48,23	0,00	53,11	91,32	154,00	565,00	203,00	154,00	1284,00	1070,00	1094,00	968,00
BAR0216	54,30	37,40	36,70	36,80	0,30	0,03	0,00	< LD	14,96	0,00	12,70	< LD	91,00	487,00	70,00	91,00	342,00	792,00	210,00	236,00
BAR0502	89,70	84,80	84,50		0,02	0,03	0,04		28,63	24,49	22,37		245,00	608,00	238,00		1380,00	1104,00	1078,00	

Tabela 22 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso e Piancó/Piranhas Açu.

ID	Sódio (mg/L)				Ferro (mg/L)				Sulfato (mg/L)				Cloreto (mg/L)				STD(mg/L)			
	2015 - ABR	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**
VMP	200				0,3				250				250				1000			
PAV0058	158,33	190,90	88,09	100,00	0,20	0,00	0,03	0,02	107,62	125,32	112,20	93,42	480,40	533,49	409,81	393,17	1504,00	1587,60	1373,60	1289,20
PAV0057	132,14		106,45	14,37	0,06		0,08	0,00	131,28		93,90	1,69	231,92		217,91	12,89	834,80		1014,00	61,29
SDM1451	410,71		232,14	342,85	0,25		0,18	0,14	492,30		385,36	523,53	1176,14		1203,41	1200,45	3267,60		3390,40	3514,50
ARO0062	440,48		238,10	300,00	0,01		0,08	0,01	392,90		293,90	300,93	762,01		546,41	554,30	2441,60		1843,60	1869,00
PEN0059	114,28		83,33	73,91	0,08		0,06	0,45	209,88		106,10	110,00	142,46		81,31	80,57	940,95		596,00	640,80
ABE0026	60,00	85,21	55,48	53,79	0,11	0,00	0,00	0,06	5,64	14,29	10,00	8,92	102,71	143,50	117,09	106,35	296,80	346,80	354,14	277,20
IPA0028	52,72	65,63	52,38	42,75	0,89	0,65	1,33	1,15	9,09	5,06	1,34	5,47	46,38	55,71	45,53	41,89	220,00	227,20	206,24	204,40
JPI0001	229,03	311,11	173,07	240,00	0,05	0,00	0,06	0,06	33,00	44,81	38,41	50,39	469,41	891,41	630,98	696,10	1549,20	2241,60	1816,00	1854,00
LNO0042	518,50	648,15	450,00	566,66	0,33	0,45	0,33	0,27	49,08	61,48	50,42	49,35	1089,82	1242,41	1115,59	1224,62	2242,50	2412,00	2671,20	2352,80
ACI0001	244,44	320,55	165,38	248,27	0,72	0,54	0,08	0,18	39,51	48,70	40,24	49,71	475,98	570,64	374,04	451,17	1538,40	1670,40	1270,40	1506,80
ASS0066	29,41	40,00	41,00	28,33	0,04	0,00	0,12	0,01	4,97	24,16	45,43	15,28	92,77	91,17	130,10	70,90	480,00	446,80	654,23	312,00
TLT0039	601,83	518,52	346,15	476,19	0,09	0,08	0,14	0,07	9,57	36,39	24,04	21,55	1272,00	1060,19	1001,76	1005,48	2593,60	2042,50	2207,20	1925,60
CNS0001	86,84	140,74	58,14	117,24	0,03	0,11	0,09	0,03	9,50	18,03	7,14	21,02	42,67	115,96	24,39	103,13	499,60	630,00	418,40	652,80
CAC0001		1000,00	69,77			5,98	1,59			215,58	6,66			1671,39	113,84			3804,00	460,40	

*Máximos Permitidos em mg/L para águas subterrâneas para consumo humano, segundo Resolução CONAMA N° 396/2008 – Padrão para águas classe 02

Tabela 23 Comparação dos resultados entre as campanhas de 2015 e a campanha de maio-junho/2016, nas bacias hidrográficas L. Norte de Escoamento Difuso, L. Leste de Escoamento Difuso, Boqueirão, Maxaranguape, Ceará Mirim, Trairi, Jacú e Catu.

ID	Sódio (mg/L)				Ferro (mg/L)				Sulfato (mg/L)				Cloreto (mg/L)				STD(mg/L)			
	2015 - ABR	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**	**2015 - ABR**	**2015 - SET**	**2016 - JUN**	**2016 - OUT**
VMP	200				0,3				250				250				1000			
JAD0056	73,80		61,93	55,26	0,14		0,06	0,01	236,21		175,60	172,78	165,65		169,13	161,13	769,60		1049,60	823,60
CNO0446	110,05		78,85	93,75	0,13		0,07	0,01	60,00		65,86	46,64	361,13		328,50	264,26	1290,00		1076,40	1003,20
PMA0011	64,21		42,86	60,00	0,01		0,03	0,04	36,96		19,51	24,31	46,38		32,52	41,89	321,10		325,04	324,80
PRZ0054	175,00	150,00	103,85	120,74	0,14	0,08	0,11	0,06	118,34	107,14	16,71	90,35	748,76	810,37	754,57	786,33	2138,00	2447,60	2070,40	1818,00
PGR0013	296,77	180,77	387,50	355,55	0,18	0,18	0,14	0,07	142,01	135,71	491,80	316,24	752,07	675,31	609,84	676,76	2088,00	2256,40	1955,00	1996,00
BFO0001	9,19	10,26	9,54		0,62	0,08	0,01		10,00	2,99	4,26		14,91	20,26	19,51		108,39	106,43	100,56	
RFO0011	11,89	12,56	14,44	12,22	0,07	0,01	0,10	0,04	7,28	0,26	0,00	1,04	11,91	16,88	16,26	19,34	60,38	58,31	60,37	61,73
RFO0010	10,45	9,77	9,11	9,44	0,33	0,26	0,46	0,17	5,13	0,78	0,37	2,18	18,22	16,88	19,51	19,34	42,49	42,33	39,14	40,97
MAX0262	7,57	7,44	6,88	8,82	0,09	0,02	1,60	2,20	5,06	0,38	1,36	2,01	14,91	13,51	13,01	20,95	76,43	74,80	60,32	51,63
TOU0010	12,43	12,56	14,50	14,12	0,09	0,00	0,15	0,03	0,00	2,07	0,00	2,09	69,19	23,64	26,02	22,56	122,24	120,36	114,31	130,07
SMG0002	125,00	140,00	104,16	112,00	0,14	0,01	0,07	0,42	110,00	68,83	59,26	83,02	231,92	273,50	256,94	244,92	785,00	970,40	971,20	831,60
TOU0081	8,92	7,91	8,44	8,82	0,09	0,00	0,07	0,03	6,79	1,30	1,48	1,25	16,57	13,51	13,01	16,11	48,89	46,84	46,61	50,30
MAX0059	16,48	16,28	19,44	20,95	0,08	0,02	0,14	0,02	5,00	0,38	0,00	0,73	23,19	23,64	29,27	30,62	87,09	92,48	89,69	110,78
TAP0002	212,50		86,54	184,21	1,17		3,83	0,01	126,67		725,61	115,27	801,77		273,21	660,65	1992,40		1196,57	1847,60
PBC0001			394,23	444,44			0,11	0,08			25,54	25,87			826,12	918,46			1870,40	2080,00
JCA0001	83,63			81,58	0,47			0,03	16,44			34,94	175,59			199,81	756,80			739,60
SGE0012	19,00	18,42	17,27	13,00	0,19	0,06	0,02	0,19	4,90	0,52	0,33	0,95	33,13	35,45	35,78	29,00	113,39	112,32	105,64	110,96
ARE0011	23,80	21,82	23,00	22,85	0,14	0,10	0,02	0,00	30,16	12,08	3,23	12,10	29,82	37,14	42,28	29,00	286,14	284,78	85,00	287,00
TBS0002	20,95	17,89	17,00	9,41	0,56	0,08	0,04	0,00	20,25	9,61	11,10	3,81	28,16	30,39	26,02	12,89	120,69	99,44	74,05	137,00
TBS0001	41,43	50,85	35,83	23,80	0,19	0,14	0,05	0,02	46,00	23,89	31,03	15,18	49,70	65,62	52,04	35,45	295,46	285,60	285,12	131,20
CAM0051	24,76	23,64	25,71		2,66	0,15	0,00		35,00	17,79	20,98		28,16	32,08	32,52		113,32	113,60	105,91	

6.2.4 - Apresentação e Discussão dos Resultados Relacionados aos Indicadores Biológicos

A Resolução CONAMA 396/2008 estabelece que a água utilizada para beber e preparar alimentos deve ser isenta de microrganismos patogênicos. Os resultados das análises dos coliformes totais e termotolerantes relacionados à campanha de outubro/dezembro/2016 demonstraram que dos 54 poços monitorados, nos demais municípios do interior do Estado, apenas todos estão em desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, tabela 24. Destaca-se que 14 poços apresentaram valores < 1,0 (UFC/100 mL), tanto em relação aos coliformes totais como aos coliformes termotolerantes. Quinze (15) poços apresentaram coliformes totais, cujos valores de (UFC/100 mL) variaram entre <2 a 17, enquanto estes mesmos poços apresentaram 0,0 (UFC/100 mL) em relação aos coliformes termotolerantes. Os poços que apresentaram coliformes termotolerantes com valores de (UFC/100 mL) acima de 1000 foram em um total de 02: o poço JCA0001 em João Câmara, no Assentamento Lajeado, CNS0001, Currais Novos, em Malhada da Areia.

Destacam-se algumas considerações, que muitas destas, já vêm sendo destacadas nos relatórios anteriores:

(i) A exemplo dos resultados das campanhas anteriores as desconformidades continuam significativas;

(ii) De acordo com as normas legais da vigilância sanitária, não podem ser utilizadas para beber ou para preparar alimentos, as águas que apresentam microorganismos patogênicos como bactérias, protozoários ou vírus, uma vez que estes são causadores de doenças e representam sérios riscos à saúde humana, constituindo-se em causa da ocorrência de surtos de infecção ou de epidemias, especialmente nas áreas onde são precárias ou inexistentes a infra-estrutura sanitária;

(iii) A definição de um perímetro de proteção, principalmente para os poços que tem captação para o consumo humano;

(iv) Articulação entre os órgãos gestores, afins com a temática, no sentido de realizar orientação ao usuário sobre a importância da área de proteção do poço, desinfecção e manutenção do poço, como também o manuseio correto durante o bombeamento.

Tabela 24 Resultados das análises quanto aos coliforme totais e termotolerantes, campanha outubro/dezembro/2016.

Nome	Local da coleta	Bacia	Munícipio	Data de coleta	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)
BFO0001	Praia de Sagi	DIFUSA LESTE	Baia Formosa	03/11/2016	37,90	3,10
CAM0051	Barra de Cunhaú	CURIMATAÚ	Canguaretama	03/11/2016	< 1	< 1
SJM0052	Poço Caern - Bica	DIFUSA LESTE	São José do Mipibu	03/11/2016	< 1	< 1
ARE0011	Escritório da CAERN P-01	JACU	Ares	03/11/2016	1,00	< 1
TBS0002	Praia de Pipa CAERN P-01	CATU	Tibau do Sul	03/11/2016	< 1	< 1
TBS0001	Praia de Tibau Do Sul P-01	CATU	Tibau do Sul	03/11/2016	1,00	< 1
SGE0012	Baixa do Dutra - CAERN	TRAIRÍ	Senador Georgino Avelino	03/11/2016	248,10	8,60
CMI0809	Gameleira II - Poço SAAE	RIO DOCE	Ceará-Mirim	22/11/2016	3,10	3,10
CMI0009	Poço SAAE - Barro Vermelho	CEARÁ-MIRIM	Ceará-Mirim	22/11/2016	6,30	5,20
EXT0001	Sede do SAAE	EXTREMOZ	Extremoz	22/11/2016	< 1	< 1
MAX0059	Poço Escritório SAAE	MAXARANGUAPE	Maxaranguape	22/11/2016	> 2419,6	2,00
MAX0262	Praia de Caraubas - Poço SAAE	DIFUSA LESTE	Maxaranguape	22/11/2016	14,60	3,10
TOU0081	Poço Assentamento Golandim	PUNAÚ	Touros	23/11/2016	1,00	1,00
RFO0011	Poço SAAE - Punaú	DIFUSA LESTE	Rio do Fogo	22/11/2016	< 1	< 1
RFO0010	Escritório SAAE	DIFUSA LESTE	Rio do Fogo	23/11/2016	< 1	< 1
TOU0010	Escritório SAAE	BOQUEIRÃO	Touros	23/11/2016	< 1	< 1
SMG0002	Colégio Olimpio Teixeira	BOQUEIRÃO	São Miguel do Gostoso	23/11/2016	3,10	2,00
PRZ0054	Granja Deus Seja Louvado	DIFUSA NORTE	Parazinho	23/11/2016	1,00	1,00
PGR0013	Associação Rural Alto da Aroeira	DIFUSA NORTE	Pedra Grande	23/11/2016	11,00	2,00
TAP0002	Sítio Pau D'àgua - Ingá	CEARÁ MIRIM	Taipu	16/11/2016	< 1	< 1
JCA0001	Assentamento Lajeado	CEARÁ MIRIM	João Câmara	16/11/2016	2419,60	1413,60

JAD0056	Sede Escritório CAERN	DIFUSA NORTE	Jandaíra	16/11/2016	< 1	< 1
PBC0001	Fazenda Volta	CEARÁ MIRIM	Poço Branco	16/11/2016	> 2419,6	12,70
CNO0446	Fazenda Cabeço	DIFUSA NORTE	Caiçara do Norte	16/11/2016	60,50	< 1
PAV0057	Fazenda EMPARN	DIFUSA NORTE	Pedro Avelino	16/11/2016	< 1	< 1
PEN0059	CAERN P-04 Mulungu	PIRANHAS-AÇU	Pendência	25/10/2016	1,00	< 1
PMA0011	CAERN P02	DIFUSA NORTE	Porto do Mangue	24/10/2016	285,10	5,20
SDM1451	Vila Rio Grande do Sul	PIRANHAS-AÇU	Serra do Mel	24/10/2016	1986,30	1,00
ARO0062	Distrito Estreito	PIRANHAS-AÇU	Alto do Rodrigues	24/10/2016	3,10	< 1
GAL0001	Colégio	DIFUSA NORTE	Galos	16/11/2016	< 1	< 1
PAV0058	Fazenda Laginha	DIFUSA NORTE	Pedro Avelino	16/11/2016	28,80	7,30
ABE0026	Chafariz I	PIRANHAS-AÇU	Afonso Bezerra	25/10/2016	< 1	< 1
IPA0028	Sede CAERN	PIRANHAS-AÇU	Ipanguaçu	25/10/2016	1,00	< 1
ASS0066	Assentamento Palheiros I	PIRANHAS-AÇU	Assu	25/10/2016	< 1	< 1
JPI0001	Sítio Maracujá - José Jerry	PIRANHAS-AÇU	Jardim de Piranhas	26/10/2016	2419,60	435,20
CNS0001	Malhada da Areia - RN	PIRANHAS-AÇU	Currais Novos	25/10/2016	> 2419,6	1553,10
ACI0001	Sítio Pedra e Cal	PIRANHAS-AÇU	Acarí	25/10/2016	1413,60	137,40
TLT0039	Umbuzeiro de Cima	PIRANHAS-AÇU	Tenente Laurentino	25/10/2016	1,00	< 1
LNO0042	Granja Adelson	PIRANHAS-AÇU	Lagoa Nova	25/10/2016	< 1	< 1
MOS1797	Fazenda Reforma III	DIFUSA NORTE	Mossoró	08/11/2016	< 2	0,00
ABR0019	Escritório CAERN P03	APODI-MOSSORÓ	Areia Branca	10/11/2016	< 2	0,00
MOS0064	Comunidade Santo Antônio (Santana)	APODI-MOSSORÓ	Mossoró	08/11/2016	17,00	0,00
BAR0094	Fazenda Lajedo de Ouro	DIFUSA NORTE	Baraúnas	09/11/2016	2,00	0,00
BAR0233	Fazenda Melão Cristal	APODI-MOSSORÓ	Baraúnas	09/11/2016	< 2	0,00
BAR0298	Vertente	APODI-MOSSORÓ	Baraúnas	09/11/2016	< 2	0,00
BAR0216	Moinho Novo	DIFUSA NORTE	Baraúnas	09/11/2016	< 2	0,00
MAT0002	Chafariz Martins	APODI-MOSSORÓ	Martins	08/11/2016	< 2	0,00
PAL0048	Terminal Turistico da Bica	APODI-MOSSORÓ	Portalegre	08/11/2016	4,00	0,00
CAR0034	CAERN P01	APODI-MOSSORÓ	Carnaúba	09/11/2016	< 2	0,00
GDR0067	CAERN Km04	APODI-MOSSORÓ	Gov. Dix-Sept Rosado	09/11/2016	< 2	0,00
ALX0001	Água Mineral Do Céu	APODI-MOSSORÓ	Alexandria	08/11/2016	< 2	0,00

GDR0071	Assentamento Três Marias	APODI-MOSSORÓ	Gov. Dix-Sept Rosado	08/11/2016	< 2	0,00
APO0366	Sítio Ponta	APODI-MOSSORÓ	Apodi	08/11/2016	< 2	0,00
UPA0030	Assentamento Bom Jesus	APODI-MOSSORÓ	Upanema	08/11/2016	< 2	0,00

6.2.5 Apresentação e Discussão dos Resultados Relacionados a Presença de Agrotóxicos no Município de Baraúnas

No que diz respeito às análises dos agrotóxicos, apenas as águas dos poços localizados no município de Baraúnas, foram coletadas para determinação da presença de agrotóxicos. A seleção do município de Baraúna para as análises de agrotóxicos se justifica pelos registros de estudos anteriores em relação a presença de nitrato em uma área rural, onde existe a prática da agricultura irrigada. Melo *et al*. (2007) destaca estudos de FERNANDES *et al. (*2005) que menciona sobre a utilização do cloreto de potássio (KCl) como fertilizante na agricultura da Chapada do Apodi, no qual o íon potássio é facilmente assimilado pelo sistema solo-planta, enquanto que o íon cloreto, que é conservativo, é carreado para o aquífero, tornando-se fonte de salinização das águas. Melo et al. Discute sobre as elevadas concentrações de nitrato, que na época foram constatadas concentrações nas faixas de entre 7,0 a 22,0 mg/L de N, estando a maioria dos poços com concentrações superiores a 10 mg/L de N, que é o limite estabelecido pela Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) para o consumo humano, o que se atribuiu a intensa prática da agricultura irrigada com o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Igualmente às campanhas anteriores os resultados das análises indicaram a ausência de contaminação da água por agrotóxicos, nos 04 poços analisados. A Tabela 26 representa os parâmetros analisados e os resultados obtidos, que foram iguais nas 03 amostras analisadas, tabela 25, (BAR0094,BAR0216, BAR233 e BAR0298). Diante do exposto, aborda-se nesse relatório as mesmas considerações registradas pela equipe do IGARN, nos relatórios anteriores, sobre a afirmação da ausência de agrotóxicos nas águas subterrâneas no município de Baraúnas, no entanto com os seguintes destaques: “Existe a possibilidade de contaminação anterior e a coleta ter sido feita posteriormente a um intervalo de várias meias-vidas”. A equipe destaca, ainda, a tendência à produção de agrotóxicos com meia-vida curta, facilitando sobremaneira a sua degradação, embora as características do solo sejam um fator de grande influência na biodegradação do ingrediente ativo desses compostos. Nessa mesma condução de raciocínio, ressalta-se que é importante assinalar que a não detecção de resíduo nas amostras analisadas não significa necessariamente que estas águas não tiveram resíduos de agrotóxicos, porque há possibilidade de a coleta de água ter acontecido após um intervalo de tempo de várias meias vidas. Outro aspecto importante diz respeito ao intervalo do monitoramento realizado, pois a

área avaliada não faz uso contínuo de agrotóxicos e, portanto, a meia-vida curta desses compostos pode influenciar os resultados.

Tabela 25 Informações da campanha para análise de agrotóxicos nos poços, município de Baraúnas.

Nome	Local da coleta	Poço	Bacia	Munícipio	Data de coleta	Código da Análise Agrotóxicos
BAR0094	Fazenda Lajedo de Ouro	PB-94	Difusa Norte	Baraúnas	09/11/2016	IAA.02.2016.11-34-A1
BAR0233	Fazenda Melão Cristal	PB-233	Apodi-Mossoró	Baraúnas	09/11/2016	IAA.02.2016.11-34-A2
BAR0298	Vertente	PB-298	Apodi-Mossoró	Baraúnas	09/11/2016	IAA.02.2016.11-34-A3
BAR0216	Moinho Novo	PB-216	Difusa Norte	Baraúnas	09/11/2016	IAA.02.2016.11-34-A4

Tabela 26 Resultados das análises de agrotóxicos no município de Baraúnas.

PARÂMETRO	UNIDADE	LD	LQ	VMP	BRANCO	RESULT.
2,4-D	µg/L	0,015	0,05	30	< LD	< LD
Alaclor	µg/L	0,003	0,01	20	< LD	< LD
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	µg/L	0,9	3	10	< LD	< LD
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,0009	0,003	0,03	< LD	< LD
Atrazina	µg/L	0,015	0,05	2	< LD	< LD
Bentazona	µg/L	0,015	0,05	300	< LD	< LD
Carbofurano	µg/L	0,3	1	7	< LD	< LD
Clordano (Cis + Trans)	µg/L	0,003	0,01	0,2	< LD	< LD
Clorotalonil	µg/L	0,015	0,05	30	< LD	< LD
Clorpirifós	µg/L	0,3	1	30	< LD	< LD
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE+ p,p-DDD)	µg/L	0,009	0,03	2	< LD	< LD
Endossulfan (a + b + Sulfato)	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD
Endrin	µg/L	0,003	0,01	0,6	< LD	< LD
Glifosato + AMPA	µg/L	0,04	0,15	500	< LD	< LD
Heptacloro e heptacloro epóxido	µg/L	0,0009	0,003	0,03	< LD	< LD
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,015	0,05	1	< LD	< LD
Lindano (gama HCH)	µg/L	0,0015	0,005	2	< LD	< LD
Malation	µg/L	0,003	0,01	190	< LD	< LD
Metolacloro	µg/L	0,015	0,05	10	< LD	< LD
Metoxicloro	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD
Molinato	µg/L	0,015	0,05	6	< LD	< LD
Pendimentalina	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD
Pentaclorofenol	µg/L	0,015	0,05	9	< LD	< LD
Permetrina	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD

Propanil	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD
Simazina	µg/L	0,03	0,1	2	< LD	< LD
Trifluralina	µg/L	0,015	0,05	20	< LD	< LD

6.3 Considerações Finais

Em relação ao $N(NO^{-}_{3})$ observou-se que de uma maneira geral ao comparar as campanhas, realizadas em 2015 e em 2016 na cidade de Natal, há uma indicação de que os poços que estavam em uma situação de desconformidade, segundo a Resolução CONAM396/2008, manteve-se nessa mesma situação. Verificou-se, também, que em alguns casos as águas de alguns poços saíram de uma situação de conformidade para uma situação de desconformidade, a exemplo do caso do Poço LGN0453, Bairro de Lagoa Nova, que apresentou as seguintes concentrações de N(NO-3), abril/2015 8,68 mg/L; outubro/2015: 9,13; julho/2016 16,96 mg/L e outubro/2016 12,91 mg/L.

Alerta-se, também, para a situação do poço NFL0001 (Nísia Floresta), que apresentou concentrações de N (NO-3) da ordem de 11,81 mg/L, tendo em vista que esse poço pertence ao sistema adutor Monsenhor Expedito para o abastecimento público. Conforme, já foi mencionado em relatórios anteriores, essa evolução das concentrações de N (NO-3) está ocorrendo devido à expansão urbana, dos municípios de Nísia Floresta e são José do Mipibu. Esse cenário é notório quando se compara a atual configuração da malha urbana com aquela da época em que os poços foram construídos.

Outra situação, que se destaca, é em relação ao Poço poços STR1116 (Santos Reis), que igualmente as campanhas de 2015 e a primeira campanha de 2016, apresentou 0,0 (zero) mg/L de $N(NO^{-}_{3})$, sinalizando que esse comportamento possivelmente está associado a profundidade da captação da água, como também a uma adequada proteção do poço e/ou a ausência de conexão com alguma fonte de contaminação, como fossa, esgoto. Em relação a profundidade de captação da água, verifica-se que a perfuração do poço atingiu o arenito calcífero, pois a composição química da água demonstra isso, tendo em vista que o pH é 7,3, a alcalinidade a bicarbonato é 355,35 mg/L e a dureza total é de 285,10 mg/L.

No que se refere, a presença de $N(NO^{-}_{3})$, nos poços monitorados nos demais municípios do interior do Estado, foi verificado que as concentrações acima do valor máximo permitido ocorreram principalmente nas bacias hidrográficas dos rios Apodi/Mossoró e Piancó/Piranhas/Açu, predominantemente no domínio dos aquíferos Cristalino e Jandaíra.

Destaca-se o fato de que os poços que apresentaram concentrações anômalas de $N(NO^{-}_{3})$, na campanha de maio/junho/2016, na Bacia Apodi/Mossoró/aquíferos Cristalino e Jandaíra e que anteriormente estavam em uma situação de conformidade com o estabelecido na Resolução CONAMA 396/2008, mantiveram a desconformidade na campanha de outubro/dezembro/2016. Foram os poços: MAT0002 (Martins) e PAL0048 (Portalegre). Além destes, outros casos que nas campanhas anteriores estavam em conformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, nesta campanha de outubro-dezembro de 2016 apresentaram valores acima de 10 mg/L.

Os resultados das análises realizadas para o Cloreto, Sódio, Ferro e Sólidos Totais Dissolvidos na Região Metropolitana de Natal indicaram 03 poços em desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, especificamente em relação ao Ferro, Poço LAZ 620, localizado no Bairro Lagoa Azul/Natal e no poço CMI0809 localizado no município de Ceará Mirim. Ressalta-se que, estas elevadas concentrações de Ferro, normalmente, estão associadas a própria hidroquímica natural das formações geológicas. Em relação às variações de concentrações, que estão sempre ocorrendo, entre as campanhas, se faz necessário a equipe observar e estar atenta aos procedimentos aplicados desde a coleta até à realização das análises. A outra desconformidade diz respeito a concentração de Cloreto de 251,37 mg/L no poço CMI0009 (Ceará Mirim), cujos resultados, da análise química, sinalizam uma água com características do aquífero Jandaíra, justificando tal comportamento.

Em relação aos parâmetros do sódio, cloreto, e sólidos totais dissolvidos, nos demais municípios do interior do Estado, foi verificado que na campanha de outubro/dezembro/2016, igualmente a campanha anterior, a maior quantidade de poços com concentrações acima do VMP, ocorre na bacia hidrográfica Piancó/Piranhas Açu, especificamente no aquífero cristalino. Já as concentrações de sulfato, quando interpretados no âmbito dos aquíferos e das bacias hidrográficas observa-se uma predominância, destas concentrações anômalas nas bacias Litoral Norte de Escoamento Difuso/aquíferos Jandaíra e Cristalino (Galinhos e Pedra Grande) no curso inferior da Bacia Piancó/Piranhas/Açu/ aquífero Açu (Serra do Mel e Alto do Rodrigues) e na Bacia Apodi Mossoró/aquífero Jandaíra (Governador Dix Sept-Rosado).

Ressaltam-se, também, alguns dos destaques mencionados no relatório anterior, ou seja: de uma maneira geral, observa-se que as concentrações dos respectivos parâmetros, analisados, refletem a relação da hidroquímica natural e os aspectos geoclimáticos da região em que os poços estão inseridos. Nesse contexto, destaca-se que a região, em apreço, com exceção de uma parte

dos municípios da região metropolitana de Natal, está totalmente inserida no semiárido, com elevadas taxas de evaporação e déficit hídrico. Este cenário associado a um conjunto de fatores exógenos e endógenos, como relevo, espessura do solo que capeia a rocha armazenadora de água, vegetação, espessuras da zona não saturada, o tempo de contato rocha-água e a hidrodinâmica do aquífero, dentre outros fatores, têm definido as características da hidroquímica destas águas.

Nesse contexto, vale ressaltar as várias possibilidades no desenvolvimento de pesquisas, visando o domínio do conhecimento dos mecanismos de interação água-rocha em cada um destes casos.

Quanto aos resultados das análises de coliformes totais e coliformes termotolerantes, a exemplo dos resultados das campanhas anteriores, estes indicam que a situação de desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008 é persistente. No conjunto dos 28 poços analisados, na cidade de Natal, durante a campanha de outubro-dezembro/2016, todos estão em desconformidade com a norma. Na RMN em um conjunto de 04 poços, todos apresentaram resultados positivos em relação aos coliformes totais e aos termotolerantes. No conjunto dos 54 poços monitorados, nos demais municípios do interior do Estado, todos estão em desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008. Em alguns casos, os valores de (UFC/100 mL) foram ausentes, mas, sempre, com a presença de coliformes totais.

Igualmente aos destaques já realizados nos relatórios anteriores se faz necessário ressaltar a importância da definição de um perímetro de proteção, principalmente para os poços que tem captação para o consumo humano. Além disso, é de grande valia a articulação entre os órgãos gestores, afins com a temática, no sentido de realizar orientação ao usuário sobre a importância da área de proteção do poço, desinfecção e manutenção do poço, como também o manuseio correto durante o bombeamento.

Em relação aos resultados das análises dos agrotóxicos, realizadas nos poços localizados no município de Baraúnas, igualmente as campanhas anteriores, não foi detectada a presença de agrotóxicos nas águas dos poços monitorados. Considerando que esta situação vem se repetindo em todas as campanhas do Programa Água Azul, recomenda-se um redirecionamento em relação a estas investigações.

Ressalta-se, ainda, que nessa mesma perspectiva, de ajustes e redirecionamentos no Programa Água Azul, tem a questão que diz respeito aos BTEXs, cujos resultados sobre os compostos aromáticos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) estão, sempre, abaixo do limite de detecção.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Estudos Hidrogeológicos para a Orientação do Manejo das Águas Subterrâneas na Região Metropolitana de Natal. Relatório Final. Volumes 1 e 2. Brasília/DF: ANA, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed.. New York. 1998.

Bartram, J. & Balance, R. (1996). (Ed.)Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programme. Published on behalf of UNDP & WHO Chapman & Hall, London. 383 pp.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, Resolução Nº 396, de 08 de abril de 2008.

FEITOSA, F. A. C.; Filho, J. E. (1997). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**.** Fortaleza: CPRM, LABHID, UFPE.

FOSTER, S. S. D. e R. Hirata.. "Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data." WHOPAHO/ HPE-CEPIS Technical Manual. Lima, Peru. 1988

MEDEIROS, G. C. S. Método Avaliativo do Risco de Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas na Região Metropolitana de Natal/RN. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Curso Engenheira Ambiental, 2015.

MELO, J.G; FEITOSA, E.C.; DA SILVA, E.R.. Hidrogeologia da Região do complexo lagunar do Bonfim/RN. Águas Subterrâneas, São Paulo, 2000.

PEREIRA R.; SILVA JR G. C.; GUIMARÃES JR J. A. 2000. Analysis of an Alternative Source to Improve the Trairi Water Supply System, RN – Brazil. In: SBG, International geological Congress, 31, Rio de Janeiro – Brasil, CD-ROM, Resumo

PORTARIA MS n.º 2914/2011 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.

RIO GRANDE DO NORTE - PROGRAMA ÁGUA AZUL. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 8º RELATÓRIO PARCIAL, 2014.

RIO GRANDE DO NORTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS . Relatório Final do Cadastramento e Nivelamento de Poços do Aquífero Barreiras no município do Natal/RN, 2005.

ROMPRÉ, A. et al. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging. Journal of microbiological methods, v. 49, p. 31-54, 2002.

Stein, P. Hidrogeoquímica das águas subterrâneas da Bacia Sedimentar Potiguar/RN e caracterização da salinização do aquífero cárstico Jandaíra. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2013- Recife, 204 folhas.

Tallon P., Magajna B., Lofranco C., Leung K. T. Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. Water, Air and Soil Pollution 166: 139-66, 2005

TIBURTIUS, E.R.L., PERALTA ZAMORA, P.P, EMMEL, A., LEAL, E.S Degradação de BETEXS via processo oxidativo avançados. Qui. Nova, v.28,n.1.p.61-64, 2005.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition 1996, 651 pages.

ANEXO 1 Dados gerais dos poços monitorados em Natal na campanha de outubro/dezembro/2016.

POÇO	ENDEREÇO	BAIRRO	PROPRIETÁRIO	Data de coleta	Coletado (S ou N)	Código Físico-química	BTEX
ALE0758	PRAÇA DOM PEDRO II, 1055	ALECRIM	COLEGIO NOSSA SENHORA DAS NEVES	31/10/2016	**S**	1266/16	IAA.02.2016.11-05-A5
CAN0447	AVENIDA DA INTEGRACAO	CANDELÁRIA	MÁRMORE LTDA	31/10/2016	**S**	1270/16	IAA.02.2016.11-05-A9
CAN1253	AVENIDA JAGUARARI, S/N	CANDELÁRIA	CONDOMíNIO GREEN WOODS	-	**N**	-	-
CAN1312	BR 101, S/N	CANDELÁRIA	CARREFOUR	31/10/2016	**S**	1264/16	IAA.02.2016.11-05-A3
CPM0668	RUA M.JOEL CASSIO 1875	CAPIM MACIO	COMDOMINIO ITATIAIA	31/10/2016	**S**	1267/16	IAA.02.2016.11-05-A6
FCA0060	RUA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO S/N	FELIPE CAMARÃO	CAERN (P-01 FELIPE CAMARÃO)	07/12/2016	**S**	1480/16	IAA.02.2016.12-18-A13
GUA0768	LIXÃO DE CIDADE NOVA, SEM N°	GUARAPES	PREFEITURA DE NATAL	01/11/2016	**S**	1279/16	IAA.02.2016.11-05-A14
LAZ0620	RUA SALESIANO S/N	LAGOA AZUL	CAERN (P-8 LAGOA AZUL)	24/11/2016	**S**	1410/16	IAA.02.2016.11-54-A4
LGN0453	AVENIDA PRUDENTE DE MORAIS	LAGOA NOVA	ESTADIO MACHADAO	31/10/2016	**S**	1263/16	IAA.02.2016.11-05-A2
NDE0087	AVENIDA BRIGADEIRO GOMES RIBEIRO, SEM N°	NOVA DESCOBERTA	CAERN (P-3 NOVA DESCOBERTA)	-	**N**	-	-
NSA0269	RD DN 160 KM 03 S/N BL A	N.S DA APRESENTAÇÃO	GUARARAPES	01/11/2016	**S**	1277/16	IAA.02.2016.11-05-A12
PAJ0180	AVENIDA MOEMA TINÈCO, 2490	PAJUÇARA	POSTO NOSSA SENHORA SANTANA	01/11/2016	**S**	1281/16	IAA.02.2016.11-05-A16
PAJ0629	RUA MAR MEDITERRÂNEO S/N	PAJUÇARA	CAERN (P-33 PAJUÇARA)	-	**N**	-	-
PAR0118	ETA LAGOA DO JIQUI	PARNAMIRIM	CAERN (ETA DO JIQUI)	14/11/2016	**S**	1372/16	IAA.02.2016.11-54-A8
PAR0139	AVENIDA MARIA LACERDA MONTENEGRO, S/N	PARNAMIRIM	CAERN (P-10 PARNAMIRIM)	14/11/2016	**S**	1371/16	IAA.02.2016.11-54-A7
PET0377	RUA TRAIRI, 581	PETRÓPOLIS	ED. EWERTON CORTEZ	01/11/2016	**S**	1276/16	IAA.02.2016.11-05-A11
PIT1318	RUA SERRA DO SALITRE, SN	PITIMBU	CAERN (P-9 PITIMBU)	24/11/2016	**S**	1412/16	IAA.02.2016.11-54-A6
PLA0065	RUA JARDIM DO ÉDEN	PLANALTO	CAERN (P-1 PLANALTO)	24/11/2016	**S**	1411/16	IAA.02.2016.11-54-A5
PNE0787	ESTRADA DE PIRANGI - ROTA DO SOL, SEM N°	PONTA NEGRA	ABC	31/10/2016	**S**	1262/16	IAA.02.2016.11-05-A1
POT0003	RUA ARAGUARI S/N	SANTA CATARINA	HOSPITAL SANTA CATARINA	01/11/2016	**S**	1278/16	IAA.02.2016.11-05-A13
POT0586	RUA ILHÉUS S/N	POTENGI	CAERN (P-34 POTENGI)	-	**N**	-	-
POT0605	RUA DO COQUEIRO, S/N°	POTENGI	CAERN (P-44 POTENGI)	24/11/2016	**S**	1409/16	IAA.02.2016.11-54-A3
PQD0690	VIA COSTEIRA, SEM N°	PARQUE DAS DUNAS	CENTRO DE CONVENÇIES	31/10/2016	**S**	1265/16	IAA.02.2016.11-05-A4
QUI0918	AVENIDA BERNARDO VIEIRA, 1050	QUINTAS	POSTO IPIRANGA	01/11/2016	**S**	1280/16	IAA.02.2016.11-05-A15
STR1176	RUA CORONEL FLAM═NIO	SANTOS REIS	IATE CLUBE DE NATAL	31/10/2016	**S**	1268/16	IAA.02.2016.11-05-A7
SVA0002	AV. PREF. OMAR OGRADY	SAN VALE	CAERN (P-6 SAN VALE)	07/12/2016	**S**	1479/16	IAA.02.2016.12-18-A12
TIR0355	RUA DOM JOSÉ TOMÁZ, 1041	TIROL	CONDOMINIO ARIANE	01/11/2016	**S**	1275/16	IAA.02.2016.11-05-A10
TIR1173	AVENIDA SEN. SALGADO FILHO, 1559	TIROL	IFRN	31/10/2016	**S**	1269/16	IAA.02.2016.11-05-A8

ANEXO 2 Resultados das Análises Físico-químicas dos poços monitorados em Natal na campanha de Outubro a Dezembro/2016.

Bacia Hidrográfia/ Aquífero	ID	**Cálcio (mg/L)**	**Magnésio (mg/L)**	**Sódio (mg/L)**	**Potássio (mg/L)**	**Ferro (mg/L)**	**Sulfato (mg/L)**	**Cloreto (mg/L)**	**Alcalinidade Bicarbonato (mg/L)**	**Nitrito (expresso em N) (mg/L)**	**Nitrato (expresso em N) (mg/L)**	**Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)**	**pH**	**Condutividade elétrica (µS/cm)**	**Dureza Total (mg/L)**
BH Rio Doce/Aquif. Dunas/Barreiras	VMP			200		0,3	250	250		1	10	1000			
	LAZ0620	2,92	5,05	37,77	4,33	4,04	3,80	70,90	85,64	0,00	0,00	176,00	8,90	412,20	28,09
	NSA0269	3,54	3,41	71,11	2,00	0,00	12,40	101,51	10,68	0,00	5,80	277,64	5,20	408,30	22,89
	PAJ0180	14,02	11,71	30,43	2,94	0,02	0,50	45,12	20,03	0,00	23,40	281,11	6,80	413,40	83,24
	PAJ0629	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BH Faixa Leste Escoamento Difuso/Aquif. Dunas/Barreiras	ALE0758	2,71	12,00	27,62	7,06	0,02	16,51	35,45	2,67	0,00	14,97	123,00	4,80	278,60	56,18
	CAN0447	3,54	5,43	14,00	2,00	0,02	4,86	22,56	9,35	0,00	6,81	87,10	5,60	128,10	31,21
	CAN1312	6,04	7,96	26,67	4,41	0,01	1,35	32,23	10,87	0,00	15,47	177,00	5,40	252,60	47,86
	LGN0453	1,87	4,42	22,85	0,29	0,04	1,50	17,72	0,00	0,00	12,91	88,00	4,50	181,12	22,89
	PET0377	1,04	4,17	22,72	2,66	0,02	1,20	29,00	0,00	0,00	8,27	117,22	4,40	172,39	19,76
	PQD0690	1,87	4,68	18,24	1,47	0,22	4,88	20,95	0,00	0,00	8,69	65,00	4,50	155,97	23,93
	SVA0002	1,83	3,33	17,50	2,67	0,01	2,63	19,34	8,01	0,00	7,13	159,52	5,10	234,60	18,27
	TIR0355	11,46	9,22	21,81	8,33	0,00	5,52	35,45	20,03	0,00	14,69	183,73	5,70	270,20	66,59
	TIR1173	1,87	6,70	29,00	3,00	0,02	1,21	35,45	4,00	0,00	14,19	146,67	5,00	215,70	32,25
BH Potengi/Aquif. Dunas/Barreiras	CPM0668	4,37	8,97	27,62	2,35	0,03	1,97	35,45	1,33	0,00	15,38	210,00	4,90	256,80	47,86
	FCA0060	4,67	13,56	47,14	5,00	0,04	1,03	49,95	0,00	0,00	27,24	206,50	4,50	405,70	67,51
	GUA0768	4,47	12,33	21,50	2,35	0,00	20,07	46,73	10,68	0,00	6,38	215,42	5,30	316,80	61,92
	PIT1318	2,08	5,31	20,00	3,00	0,01	4,12	22,56	5,34	0,00	11,42	136,80	6,60	184,00	27,05
	PLA0065	2,50	5,56	27,77	3,33	0,02	3,72	29,00	4,01	0,00	12,31	161,20	6,00	226,10	29,13
	PNE0787	0,62	2,65	10,58	2,06	0,07	4,50	20,95	3,62	0,00	0,55	33,00	5,20	93,11	12,49
	POT0003	10,77	8,75	20,85	3,24	0,03	0,37	49,95	61,45	0,00	0,13	191,96	7,20	282,30	62,94
	POT0605	4,18	13,65	41,60	5,66	0,04	5,62	64,45	2,67	0,00	18,61	244,40	5,30	418,20	66,59
	QUI0918	6,30	9,12	18,28	6,18	0,02	13,97	30,62	5,34	0,00	12,15	189,58	5,00	278,80	53,29
	STR1176	81,45	19,84	34,00	7,00	0,02	37,06	38,67	355,35	0,00	0,00	417,92	7,30	614,60	285,10

BH Pirangi/ Aquif. Dunas/Barreiras	PAR0118	1,02	2,10	10,00	1,47	0,01	1,93	19,34	4,00	0,00	0,41	50,22	4,90	73,86	11,16
	PAR0139	8,33	12,70	64,28	5,59	0,01	30,62	74,12	2,67	0,00	21,51	394,00	4,70	522,30	73,09

ANEXO 3 Dados gerais dos poços monitorados nos municípios do interior do estado do RN na campanha de outubro - dezembro/2016.

Nome	Local da coleta	Poço	Munícipio	Data de coleta	Coletado (S ou N)	Código Físico-química	Agrotóxicos
BFO0001	Praia de Sagi	P-001	Baia Formosa	03/11/2016	S	1290/16	-
CAM0051	Barra de Cunhaú	P-05-1	Canguaretama	03/11/2016	S	1291/16	-
PNM0005	Escritório da CAERN	P-05-1	Parnamirim	-	N		-
NFL0001	Lagoa do Bonfim - P1	P-02	Nísia Floresta	-	N		-
NFL0007	Lagoa do Bonfim - P7	P-04	Nísia Floresta	-	N		-
SJM0052	Poço Caern - Bica	P-05-2	São José do Mipibu	03/11/2016	S	1282/16	-
ARE0011	Escritório da CAERN P-01	P-01-1	Ares	03/11/2016	S	1292/16	-
TBS0002	Praia de Pipa CAERN P-01	P-01	Tibau do Sul	03/11/2016	S	1294/16	-
TBS0001	Praia de Tibau Do Sul P-01	P-01	Tibau do Sul	03/11/2016	S	1293/16	-
SGE0012	Baixa do Dutra - CAERN	P-01-2	Senador Georgino Avelino	03/11/2016	S	1295/16	-
MAC0001	Loteamento Jardim Potiguar (Fonte Pura)	P-01	Macaíba	-	N		-
PNM0001	Sidore Ind. e Com. Refrigerantes Ltda	P-01	Parnamirim	-	N		-
CMI0809	Gameleira II - Poço SAAE	PS-0809	Ceará-Mirim	22/11/2016	S	1397/16	-
CMI0009	Poço SAAE - Barro Vermelho	P-09	Ceará-Mirim	22/11/2016	S	1398/16	-
EXT0001	Sede do SAAE	P-01	Extremoz	22/11/2016	S	1399/16	-
MAX0059	Poço Escritório SAAE	PS-0059	Maxaranguape	22/11/2016	S	1400/16	-
MAX0262	Praia de Caraubas - Poço SAAE	PS-0262	Maxaranguape	22/11/2016	S	1401/16	-
TOU0081	Poço Assentamento Golandim	PS-0081	Touros	23/11/2016	S	1403/16	-
RFO0011	Poço SAAE - Punaú	P-11	Rio do Fogo	22/11/2016	S	1405/16	-
RFO0010	Escritório SAAE	P-02	Rio do Fogo	23/11/2016	S	1404/16	-

Continuação do Anexo 3							
TOU0010	Escritório SAAE	P-10	Touros	23/11/2016	S	1402/16	-
SMG0002	Colégio Olimpio Teixeira	P-02	São Miguel do Gostoso	23/11/2016	S	1408/16	-
PRZ0054	Granja Deus Seja Louvado	P-54	Parazinho	23/11/2016	S	1406/16	-
PGR0013	Associação Rural Alto da Aroeira	P-13	Pedra Grande	23/11/2016	S	1407/16	-
SGA0001	Distrito Industrial		São Gonçalo do Amarante	-	N		-
TAP0002	Sítio Pau D'àgua - Ingá	P-01	Taipu	16/11/2016	S	1364/16	-
JCA0001	Assentamento Lajeado	P-01	João Câmara	16/11/2016	S	1367/16	-
JAD0056	Sede Escritório CAERN	P-56	Jandaíra	16/11/2016	S	1368/16	-
PBC0001	Fazenda Volta		Poço Branco	16/11/2016	S	1365/16	-
CNO0446	Fazenda Cabeço	PS-0446	Caiçara do Norte	16/11/2016	S	1366/16	-
PAV0057	Fazenda EMPARN	P-57	Pedro Avelino	16/11/2016	S	1363/16	-
PEN0059	CAERN P-04 Mulungu	P-59	Pendência	25/10/2016	S	1254/16	-
PMA0011	CAERN P02	P-18	Porto do Mangue	24/10/2016	S	1255/16	-
SDM1451	Vila Rio Grande do Sul	P-01	Serra do Mel	24/10/2016	S	1256/16	-
ARO0062	Distrito Estreito	P-62	Alto do Rodrigues	24/10/2016	S	1257/16	-
GAL0001	Colégio	P-01	Galos	16/11/2016	S	1369/16	-
PAV0058	Fazenda Laginha	P-58	Pedro Avelino	16/11/2016	S	1370/16	-
ABE0026	Chafariz I	P-26	Afonso Bezerra	25/10/2016	S	1246/16	-
IPA0028	Sede CAERN	P-28	Ipanguaçu	25/10/2016	S	1247/16	-
ASS0066	Assentamento Palheiros I	P-66	Assu	25/10/2016	S	1248/16	-
CAC0001	Sítio Carlos Magno – Aluvião - Seridó	PAM-01	Caicó	-	N		-
JPI0001	Sítio Maracujá - José Jerry	P-01	Jardim de Piranhas	26/10/2016	S	1253/16	-
CNS0001	Malhada da Areia - RN	P-01	Currais Novos	25/10/2016	S	1249/16	-
ACI0001	Sítio Pedra e Cal	P-01	Acarí	25/10/2016	S	1250/16	-
TLT0039	Umbuzeiro de Cima	P-39	Tenente Laurentino	25/10/2016	S	1251/16	-
LNO0042	Granja Adelson	P-42	Lagoa Nova	25/10/2016		1252/16	-
TIB0020	Escritório CAERN P01	P-20	Tibau	-	N		-
MOS1797	Fazenda Reforma III	P-01	Mossoró	08/11/2016	S	UERN	-
ABR0019	Escritório CAERN P03	P-19	Areia Branca	10/11/2016	S	UERN	-

Continuação do Anexo 3							
MOS0064	Comunidade Santo Antônio (Santana)	P-64	Mossoró	08/11/2016	S	UERN	-
BAR0094	Fazenda Lajedo de Ouro	PB-94	Baraúnas	09/11/2016	S	UERN	IAA.02.2016.11-34-A1
BAR0047	Velame I	PB-47	Baraúnas	-	N		NC
BAR0233	Fazenda Melão Cristal	PB-233	Baraúnas	09/11/2016	S	UERN	IAA.02.2016.11-34-A2
BAR0298	Vertente	PB-298	Baraúnas	09/11/2016	S	UERN	IAA.02.2016.11-34-A3
BAR0216	Moinho Novo	PB-216	Baraúnas	09/11/2016	S	UERN	IAA.02.2016.11-34-A4
BAR0502	Primavera	PB-502	Baraúnas	-	N		NC
BAR0017	Fazenda Modelo	PB-017	Baraúnas	-	N		NC
BAR0036	Baixa da Aroeira	PB-36	Baraúnas	-	N		NC
BAR0069	Mata Burro - Fazenda Líder	PB-69	Baraúnas	-	N		NC
BAR0100	Sede Associação B.I	PB-100	Baraúnas	-	N		NC
MOS0020	Alto do Moura	PS-0020	Mossoró	-	N		-
ENC0072	Caern Aluvião	P-27	Encanto	-	N		-
MAT0002	Chafariz Martins	P-02	Martins	08/11/2016	S	UERN	-
PAL0048	Terminal Turistico da Bica	P-48	Portalegre	08/11/2016	S	UERN	-
CAR0034	CAERN P01	P-34	Carnaúba	09/11/2016	S	UERN	-
GDR0067	CAERN Km04	P-67	Gov. Dix-Sept Rosado	09/11/2016	S	UERN	-
ALX0001	Água Mineral Do Céu	P-01	Alexandria	08/11/2016	S	UERN	-
GDR0071	Assentamento Três Marias	P-71	Gov. Dix-Sept Rosado	08/11/2016	S	UERN	-
APO0366	Sítio Ponta	P-01	Apodi	08/11/2016	S	UERN	-
UPA0030	Assentamento Bom Jesus	P-30	Upanema	08/11/2016	S	UERN	-
UPA0033	Assentamento Nova Vida	P-33	Upanema	-	N		-

ANEXO 4 Resultados das Análises Físico-químicas dos poços monitorados nos municípios do interior do estado do RN na campanha outubro/dezembro/2016.

Nome	Munícipio	STD (mg/L)	Alcal. de Carb. (mg/L)	Alca. Bicarb. (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Cálcio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Sódio (mg/L)	Potássio (mg/L)	Ferro (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Cloreto (mg/L)
BFO0001	Baia Formosa	137,00	0,00	80,15	62,43	0,11	0,00	0,00	12,29	7,71	9,41	2,65	0,00	3,81	12,89
CAM0051	Canguaretama	131,20	0,00	0,00	12,48	0,19	0,00	1,28	0,62	2,65	23,80	2,35	0,02	15,18	35,45
SJM0052	São José do Mipibu	184,00	0,00	8,01	46,69	0,75	0,00	11,81	3,46	9,25	19,43	6,00	0,00	0,29	38,67
ARE0011	Ares	287,00	0,00	197,71	160,23	0,19	0,00	2,34	29,79	20,85	22,85	7,65	0,00	12,10	29,00
TBS0002	Tibau do Sul	119,90	0,00	6,68	21,85	0,25	0,00	3,24	2,08	4,04	16,50	2,00	0,11	1,05	29,00
TBS0001	Tibau do Sul	271,20	0,00	128,25	108,21	0,16	0,00	3,11	20,83	13,65	38,94	6,56	0,11	1,68	58,01
SGE0012	Senador Georgino Avelino	110,96	0,00	16,03	29,13	0,40	0,00	2,40	4,17	4,55	13,00	3,07	0,19	0,95	29,00
CMI0809	Ceará-Mirim	82,94	0,00	21,37	3,04	0,17	0,00	0,42	0,20	0,62	26,67	4,12	0,45	15,49	24,17
CMI0009	Ceará-Mirim	999,00	0,00	269,85	381,71	0,16	0,01	15,06	70,73	49,81	138,09	12,96	0,02	47,16	251,37
EXT0001	Extremoz	130,75	0,00	13,35	34,51	0,12	0,00	8,26	3,86	6,04	20,00	5,89	0,02	2,99	29,00
MAX0059	Maxaranguape	110,78	0,00	14,69	29,44	0,12	0,00	5,69	3,05	5,30	20,95	3,24	0,02	0,73	30,62
MAX0262	Maxaranguape	51,63	0,00	13,35	16,75	0,14	0,00	0,25	3,05	2,22	8,82	2,65	2,20	2,01	20,95
TOU0081	Touros	50,30	0,00	20,03	16,24	0,11	0,00	0,04	3,05	2,10	8,82	3,82	0,03	1,25	16,11
RFO0011	Rio do Fogo	61,73	0,00	4,67	14,56	0,03	0,00	3,64	2,92	1,77	12,22	2,77	0,04	1,04	19,34
RFO0010	Rio do Fogo	40,97	0,00	1,34	7,28	0,04	0,00	0,02	2,50	0,25	9,44	1,94	0,17	2,18	19,34
TOU0010	Touros	130,07	0,00	76,14	59,89	0,11	0,00	0,14	11,18	7,77	14,12	4,70	0,03	2,09	22,56
SMG0002	São Miguel do Gostoso	831,60	0,00	6,68	260,12	1,05	0,00	41,20	60,41	26,53	112,00	34,48	0,42	83,02	244,92
PRZ0054	Parazinho	1818,00	0,00	386,74	1326,64	0,10	0,00	8,77	249,96	170,58	120,74	6,66	0,06	90,35	786,33
PGR0013	Pedra Grande	1996,00	0,00	408,12	827,19	0,17	0,01	12,36	160,39	103,61	355,55	10,71	0,07	316,24	676,76
TAP0002	Taipu	1847,60	0,00	392,75	998,88	0,08	0,00	5,07	181,22	132,67	184,21	6,25	0,01	115,27	660,65
JCA0001	João Câmara	739,60	14,39	438,22	463,02	0,05	0,00	0,35	83,32	61,91	81,58	7,03	0,03	34,94	199,81
JAD0056	Jandaíra	823,60	0,00	503,63	665,92	0,10	0,00	0,50	133,31	80,87	55,26	6,25	0,01	172,78	161,13
PBC0001	Poço Branco	2080,00	0,00	192,37	437,01	0,13	0,00	8,69	54,16	73,29	444,44	11,72	0,08	25,87	918,46
CNO0446	Caiçara do Norte	1003,20	0,00	488,94	598,28	0,11	0,00	5,71	106,23	80,87	93,75	7,81	0,01	46,64	264,26
PAV0057	Pedro Avelino	61,29	0,00	10,68	4,16	0,05	0,00	2,30	0,83	0,51	14,37	0,62	0,00	1,69	12,89
PEN0059	Pendência	640,80	0,00	466,22	397,47	0,12	0,00	0,16	77,90	49,28	73,91	16,20	0,45	110,00	80,57
PMA0011	Porto do Mangue	324,80	0,00	257,82	137,35	0,09	0,00	0,60	29,54	15,42	60,00	11,38	0,04	24,31	41,89
SDM1451	Serra do Mel	3514,50	0,00	179,98	1748,04	0,03	0,03	21,11	385,36	190,80	342,85	27,94	0,14	523,53	1200,45
ARO0062	Alto do Rodrigues	1869,00	0,00	432,43	806,38	0,06	0,14	19,36	155,18	101,72	300,00	16,17	0,01	300,93	554,30
GAL0001	Galos	4304,80	19,67	285,97	1040,50	0,22	0,02	4,92	149,98	161,73	973,68	62,50	0,07	426,70	1869,15
PAV0058	Pedro Avelino	1289,20	0,00	432,83	759,56	0,07	0,00	2,56	160,39	87,18	100,00	12,50	0,02	93,42	393,17
ABE0026	Afonso Bezerra	277,20	0,00	37,44	56,18	0,17	0,00	1,06	5,62	10,23	53,79	22,17	0,06	8,92	106,35
IPA0028	Ipanguaçu	204,40	0,00	114,75	49,94	0,28	0,00	0,20	7,29	7,71	42,75	5,29	1,15	5,47	41,89
ASS0066	Assu	312,00	0,00	167,90	198,73	0,18	0,00	4,61	51,45	17,06	28,33	9,71	0,01	15,28	70,90
JPI0001	Jardim de Piranhas	1854,00	0,00	484,93	892,23	0,19	0,00	16,96	184,35	104,87	240,00	18,38	0,06	50,39	696,10
CNS0001	Currais Novos	652,80	0,00	477,12	291,34	0,27	0,00	6,84	46,24	42,71	117,24	11,07	0,03	21,02	103,13

ACI0001	Acarí	1506,80	0,00	721,12	676,32	0,22	0,00	0,91	117,69	92,87	248,27	16,43	0,18	49,71	451,17
TLT0039	Tenente Laurentino	1925,60	0,00	0,00	442,21	0,29	0,00	6,34	39,58	83,39	476,19	32,00	0,07	21,55	1005,48
LNO0042	Lagoa Nova	2352,80	0,00	0,00	494,23	0,29	0,00	1,66	60,41	83,39	566,66	32,76	0,27	49,35	1224,62
MOS1797	Mossoró	224,00	< LD	9,00	100,00	< LD	< LD	13,24	24,05	9,72	31,80	7,49	0,05	< LD	105,00
ABR0019	Areia Branca	238,00	< LD	35,00	40,08	< LD	< LD	< LD	40,08	2,13	83,50	11,49	< LD	< LD	98,00
MOS0064	Mossoró	58,00	< LD	4,00	40,00	< LD	< LD	3,62	8,02	4,86	11,60	6,31	0,07	< LD	35,00
BAR0094	Baraúnas	41494,00	< LD	59,00	820,00	< LD	< LD	32,75	220,44	175,03	34,00	5,66	< LD	27,46	532,00
BAR0233	Baraúnas	1174,00	< LD	80,00	620,00	0,12	< LD	31,31	124,25	75,36	38,50	4,15	< LD	12,51	266,00
BAR0298	Baraúnas	968,00	< LD	71,00	650,00	0,15	< LD	9,50	120,24	85,09	59,35	9,57	< LD	91,32	154,00
BAR0216	Baraúnas	236,00	8,00	27,00	220,00	< LD	< LD	10,34	40,08	29,17	36,80	17,05	< LD	< LD	91,00
MAT0002	Martins	298,00	< LD	4,00	110,00	< LD	< LD	23,92	20,04	14,59	25,00	8,89	0,15	< LD	140,00
PAL0048	Portalegre	208,00	< LD	< LD	110,00	< LD	< LD	65,93	12,02	19,45	39,50	7,90	< LD	< LD	98,00
CAR0034	Carnaúba	494,00	< LD	20,00	170,00	< LD	< LD	8,35	52,10	9,72	23,83	19,20	0,01	< LD	98,00
GDR0067	Gov. Dix-Sept Rosado	600,00	< LD	19,00	130,00	0,13	< LD	1,88	24,05	17,02	77,43	9,83	< LD	< LD	70,00
ALX0001	Alexandria	876,00	< LD	32,00	390,00	< LD	< LD	2,49	92,18	38,90	62,73	10,71	0,05	15,30	378,00
GDR0071	Gov. Dix-Sept Rosado	1880,00	< LD	69,00	1030,00	< LD	< LD	1,09	280,56	80,22	149,00	28,36	< LD	256,23	406,00
APO0366	Apodi	696,00	< LD	13,00	260,00	< LD	< LD	18,43	56,11	29,17	19,33	24,20	< LD	< LD	98,00
UPA0030	Upanema	232,00	< LD	14,00	130,00	< LD	< LD	3,85	24,05	17,02	23,10	10,98	0,30	< LD	28,00