



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/07.01.19.22-RPQ

**RELATÓRIO DE PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA
INTERNACIONAL DE INTERCALIBRAÇÃO DE
LABORATÓRIOS (WMO-GAW) ANO 2014 - LIS50 E
LIS51. DETERMINAÇÃO DE CÁTIONS E ANIÔNS
MAIORES E PH EM ÁGUA DE CHUVA ARTIFICIAL.**

Maria Cristina Forti
Carlos Daniel Meneghetti

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3JPMAB8>>

INPE
São José dos Campos
2015

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO
DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):****Presidente:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Membros:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Dr. Amauri Silva Montes - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE)

Dr. André de Castro Milone - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas
(CEA)

Dr. Joaquim José Barroso de Castro - Centro de Tecnologias Espaciais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
(CPT)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Duca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação
(SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Marcelo de Castro Pazos - Serviço de Informação e Documentação (SID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/07.01.19.22-RPQ

**RELATÓRIO DE PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA
INTERNACIONAL DE INTERCALIBRAÇÃO DE
LABORATÓRIOS (WMO-GAW) ANO 2014 - LIS50 E
LIS51. DETERMINAÇÃO DE CÁTIOS E ANIÔNS
MAIORES E PH EM ÁGUA DE CHUVA ARTIFICIAL.**

Maria Cristina Forti
Carlos Daniel Meneghetti

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3JPMAB8>>

INPE
São José dos Campos
2015



Esta obra foi licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

RESUMO

O objetivo da participação nesse programa internacional de intercalibração, além da busca por resultados confiáveis e de qualidade, é a inserção e credenciamento do Laboratório de Pesquisa em Biogeoquímica Ambiental (LAPBIO), do Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) na comunidade internacional. Todos os procedimentos de preparação e análises são realizados no Laboratório de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias (LAQUATEC), que é a infraestrutura onde são realizadas análises químicas e físico-químicas de amostras ambientais por via úmida. Este relatório, produzido anualmente, tem como meta relatar os resultados obtidos dentro desse estudo, realizando uma análise crítica dos mesmos.

**REPORT OF PARTICIPATION IN THE PROGRAM INTERNATIONAL
LABORATORIES INTERCALIBRATION (WMO-GAW) - YEAR 2014
LIS 50 AND LIS 51**

ABSTRACT

The purpose of a participation in an international intercalibration program, and the search for reliable results and quality, is the insertion and accreditation of Environmental Biogeochemistry Research Laboratory (LAPBIO) of the Earth System Science Center (CCST), in the National Institute for Space Research (INPE) in the international community. All preparation procedures and analyzes are performed on the Aerosol Laboratory, Aqueous Solutions and Technologies (LAQUATEC), which is the laboratory where the wet preparation and analysis of environmental samples are done. This report, produced annually, aims to report the results obtained in this study, with a critical analysis.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1: Métodos analíticos sugeridos para cada analito (segundo manual WMO-GAW nº160).....	3
Figura 2: Foto do Cromatógrafo a Líquido de Íons do LAQUATEC.....	5
Figura 3: Foto do peagâmetro do LAQUATEC.....	5
Figura 4: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 1.....	8
Figura 5: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 2.....	9
Figura 6: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 3.....	9
Figura 7: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 1.....	10
Figura 8: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 2.....	10
Figura 9: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 3.....	11
Figura 10: Tabela de entrada dos resultados analíticos para o lote LIS 50.....	12
Figura 11: Diagrama de anéis para os resultados do lote LIS 50 obtidos pelo LAQUATEC.....	12
Figura 12: Tabela de entrada dos resultados analíticos para o lote LIS 51.....	13
Figura 13: Diagrama de anéis para os resultados do lote LIS 51 obtidos pelo LAQUATEC.....	13

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1: Concentrações dos padrões utilizados.....	6
Tabela 2: Comparação entre os resultados de medidas de pH para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	14
Tabela 3: Comparação entre os resultados de medidas de Sulfato para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	14
Tabela 4: Comparação entre os resultados de medidas de Nitrato para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	15
Tabela 5: Comparação entre os resultados de medidas de Amônio para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.....	15
Tabela 6: Comparação entre os resultados de medidas de Cloreto para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	16
Tabela 7: Comparação entre os resultados de medidas de Sódio para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	16
Tabela 8: Comparação entre os resultados de medidas de Potássio para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.....	17
Tabela 9: Comparação entre os resultados de medidas de Cálcio para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.	17
Tabela 10: Comparação entre os resultados de medidas de Magnésio para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.....	18

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LAPBIO	Laboratório de Pesquisa em Biogeoquímica Ambiental
LAQUATEC	Laboratório de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias
CCST	Centro de Ciência do Sistema Terrestre
LIS	Laboratory Intercomparison Study
WMO	World Meteorological Organization
GAW	Global Atmosphere Watch
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
IC	Cromatografia de Íons Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado
ICP-OES	Indutivamente (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry)
NIST	National Institute of Standards and Technology
pH	Potencial Hidrogeniônico que indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa

LISTA DE SÍMBOLOS

Na ⁺	Íon Sódio
NH ₄ ⁺	Íon Amônio
K ⁺	Íon Potássio
Ca ²⁺	Íon Cálcio
Mg ²⁺	Íon Magnésio
NO ₃ ⁻	Íon Nitrato
Cl ⁻	Íon Cloreto
NO ₃ ⁻	Íon Nitrato
SO ₄ ²⁻	Íon Sulfato
Ag	Prata
AgCl	Cloreto de prata
PVC	Cloreto de polivinila
mg/L	Unidade de concentração, miligrama por litro (o mesmo que ppm)
μM	Unidade de concentração, micro mol
ml	Unidade de volume, mililitro
μL	Unidade de volume, microlitro

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO	3
2.1. PARÂMETROS ANALÍTICOS.....	3
2.2. SIGNIFICADO E INTERPRETAÇÃO DOS DIAGRAMAS DE ANÉIS (RING DIAGRAMS)	4
2.3. PROTOCOLO ANALÍTICO	4
3. COMPOSIÇÃO ALVO DOS LOTES DE AMOSTRAS	8
4. RESULTADOS OBTIDOS	11
5. ANÁLISE CRÍTICA E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS.....	14
6. CONCLUSÃO E MELHORIAS A SEREM IMPLEMENTADAS.....	19
7. APÊNDICE.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Pesquisa em Biogeoquímica (LAPBIO) do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST/INPE) através de seu Laboratório de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias (LAQUATEC) desde 2014 está participando de um programa de intercalibração entre laboratórios analíticos de via úmida que realizam análises de água de chuva e extrato aquoso de aerossóis atmosféricos entre outras amostras ambientais. Essa participação é importante pois, bons resultados significam que os protocolos utilizados no laboratório produzem resultados confiáveis e chancelados internacionalmente. O programa de Garantia de Qualidade/Centro de Atividade em Ciência-Américas localizado em Illinois (USA) – (Quality Assurance/Science Activity Centre - Americas (QA/SAC-Américas <http://www.qasac-americas.org/>) é um dos quatro centros QA/SACs operacional para garantir a qualidade dos dados e atividades de ciência em apoio à Organização Meteorológica Mundial (WMO) no programa de Observação Global da Atmosfera (Global Atmosphere Watch - GAW). O objetivo do QA/SAC-Américas é documentar e auxiliar na busca por melhoria na qualidade das medições da química da precipitação de todo o mundo. Os estudos de intercomparação são semianuais e os resultados gráficos e tabulares de estudos anteriores estão disponíveis no site.

No ano de 2014 foram enviados ao LAQUATEC dois lotes de amostras de água de chuva artificial denominados LIS 50 (abril-2014) e LIS 51 (setembro-2014). Cada lote continha 3 amostras de água de chuva artificial com concentrações desconhecidas do operador. Essas amostras são enviadas via correio em frascos de PVC e são submetidas aos mesmos trâmites que qualquer mercadoria enviada do exterior, por esta razão o primeiro lote ficou no sistema aduaneiro por cerca de 40 dias, ultrapassando seu limite de validade em função disso, nos foi enviado outro lote via sistema currier que chegou em 5 dias mas sobre o qual incidiram impostos de importação (apesar do valor simbólico da mercadoria). O segundo lote, enviado em setembro, foi enviado pelo fiscal aduaneiro à ANVISA que, depois de 50 dias informou que o material

não necessitava de autorização, após cerca de 60 dias essas amostras foram entregues, fora do prazo de validade. Novamente nos foi enviado, via currier, um novo lote, sobre esse incidiram impostos sobre o valor simbólico das amostras e sobre o frete.

As análises foram realizadas sobre o segundo lote da cada remessa utilizando como referência o Manual do GAW Precipitation Chemistry Programme (WMO-GAW Report nº 160) bem como aplicando os protocolos analíticos desenvolvidos no LAQUATEC (Forti e Alcaide, 2011).

2. DESENVOLVIMENTO

Neste item apresentam-se a lista dos analitos e métodos recomendados, descrevendo como os resultados são apresentados e os protocolos analíticos empregados.

2.1. Parâmetros Analíticos

Os parâmetros analíticos analisados nas amostras são: pH, Condutividade, Acidez (opcional), Sulfato como SO_4^{2-} , Nitrato como NO_3^- , Amônio como NH_4^+ , Fluoreto (opcional), Cloreto, Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio. No LAQUATEC, os parâmetros analisados são: pH, Sulfato como SO_4^{2-} , Nitrato como NO_3^- , Amônio como NH_4^+ , Cloreto, Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio. Não serão analisados os parâmetros Acidez e Fluoreto por ser opcional e não fazerem parte do protocolo do LAQUATEC e Condutividade, por atualmente não possuir um condutivímetro para uso no laboratório. Na figura 1 são transcritos do manual WMO-GAW nº160, a lista dos analitos e os métodos recomendados.

Analyte	Status	Preferred Methods ¹
pH	Required	Glass electrode
Conductivity	Required	Conductivity cell
Alkalinity	Optional	Titration
Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}	Required	IC
NH_4^+	Required	IC, AC
Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	Required	IC, ICP, AAS/AES
Organic Acids ²	Optional	IEC, IC
NO_2^- , F^-	Optional	IC
PO_4^{3-}	Optional	IC, AC

Figura 1: Métodos analíticos sugeridos para cada analito (segundo manual WMO-GAW nº160).

2.2. Significado e Interpretação dos Diagramas de Anéis (Ring diagrams)

Os resultados analíticos são apresentados no site “www.qasac-americas.org” através de diagramas de anéis segundo o descrito abaixo. Os laboratórios são identificados por número. O LAQUATEC têm o número 700165.

Abaixo são transcritos do site, as definições e significado dos diagramas:

BOM - Hexágono verde

As medidas estão dentro do intervalo do interquartil (IQR), definido entre 25 e 75 por cento ou a metade média (50%) das medidas. Exemplo: Sulfato, Amônio, Sódio e potássio.

SATISFATÓRIO - Trapezóide Azul

As medidas estão dentro do intervalo definido pela mediana +/- IQR/1,349. A razão IQR/1,349 é a estimativa não paramétrica do desvio padrão, algumas vezes denominado pseudo-desvio padrão. Exemplos: Nitrato, Cloreto e cálcio.

INSATISFATÓRIO - Triângulo vermelho

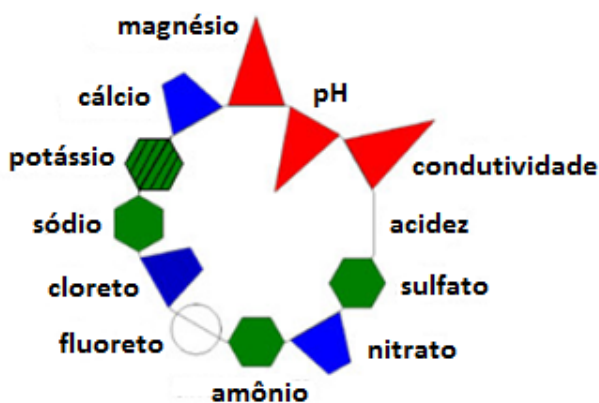
As medidas estão fora do intervalo definido pela mediana +/- IQR/1,349. Exemplo: pH, Condutividade e magnésio.

LIMITE DE DETECÇÃO - Círculo aberto

As medidas estão abaixo do limite de detecção do método analítico do laboratório. Exemplo: Fluoreto

NOTAS:

1. Um trapezoide ou triângulo apontando para fora indica que a medida é alta. Se apontarem para dentro é que a medida é baixa.
2. O hexágono ou trapezóide hachurado (exemplo: potássio) indica que a medida atinge a definição BOM ou SATISFATÓRIO mas falha na medida Objetivo de Dados de Qualidade (DQO) definido no Manual WMO-GAW nº160 da figura 1.
3. Uma linha reta sem símbolo indica que a medida não foi informada. Exemplo: acidez.



2.3. Protocolo Analítico

O LAQUATEC utiliza a técnica de cromatografia a líquido de íons para analisar tanto os cátions como os ânions maiores. O equipamento utilizado é da marca Metrohm, modelo 850 Professional, conforme mostra a figura 2. Para as medidas de pH, foi utilizado um peagâmetro da marca Tecnopon modelo

mPA210 com eletrodo de Ag/AgCl faixa de pH de 0 a 14, para soluções aquosas em geral (Digimed DME-CV1), conforme mostra a figura 3.



Figura 2: Foto do Cromatógrafo a Líquido de Íons instalado no LAQUATEC.

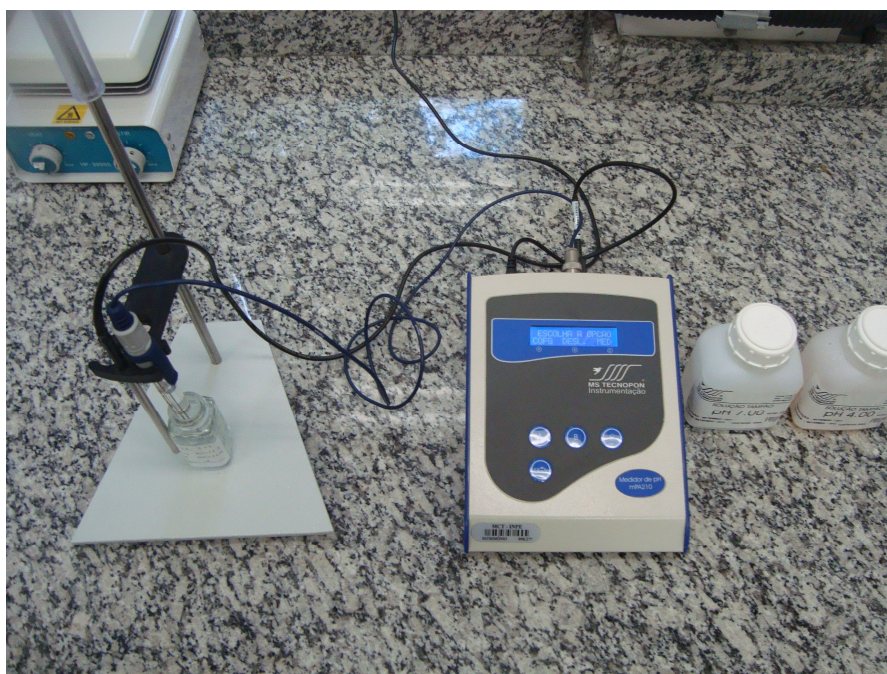


Figura 3: Foto do peagâmetro instalado no LAQUATEC.

2.3.1 Preparação dos padrões

Todos os padrões utilizados para construção da curva de calibração são preparados a partir da solução padrão de concentração de 1000 mg/L rastreável ao NIST.

São preparadas as seguintes diluições em água purificada tipo 1 dos padrões (para cátions e ânions), conforme mostra Tabela 1.

Injetar um branco (água purificada), como sendo Padrão de 0.

No laboratório são utilizadas as concentrações expressas em μM (micro mol) para preservar os algarismos significativos e assim minimizar a propagação de erros dos cálculos. No final da análise, o usuário poderá transformar na unidade que lhe for mais conveniente.

Tabela 1: Concentrações dos padrões utilizados

Íons	Espécie Química	Concentração dos Padrões (μM)									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Cátion	Na^+	0	0,44	1,09	2,18	4,35	10,86	21,77	43,89	109,17	218,39
	NH_4^+	0	0,57	1,40	2,79	5,55	13,87	27,80	56,04	139,40	278,86
	K^+	0	0,26	0,64	1,27	2,54	6,35	12,73	25,66	63,84	127,71
	Ca^{+2}	0	0,25	0,62	1,25	2,49	6,23	12,49	25,19	62,66	125,35
	Mg^{+2}	0	0,42	1,04	2,07	4,12	10,31	20,66	41,65	103,61	207,26
	Cl^-	0	0,28	0,70	1,43	2,83	6,94	13,97	28,30	70,67	142,08
Ânions	NO_3^-	0	0,16	0,40	0,82	1,62	3,97	8,00	16,21	40,49	81,53
	SO_4^{-2}	0	0,10	0,26	0,53	1,04	2,56	5,16	10,46	26,13	52,98

2.3.2 Determinação de Cátions e Ânions e pH

As análises por Cromatografia a Líquido de Íons seguiram os procedimentos descritos no Manual do LAQUATEC (Forti e Alcaide, 2012) e as condições

analíticas utilizadas para essas determinações e a determinação de pH são apresentadas a seguir:

- Análise de Cátions (Cromatografia de Íons)
 - Equipamento: Cromatógrafo de Íons Metrohm 850 Professional;
 - Coluna analítica: Metrosep C6 250/4,0 – Análise de cátions;
 - Eluente: Ácido dipicolínico (2,6 Pyridinedicarboxylic acid) 2mM e Ácido Nítrico 3,5mM em água purificada
 - Fluxo: 0,9 ml/minuto
 - Volume do loop de injeção: 300µL.
- Análise de Ânions (Cromatografia de Íons)
 - Equipamento: Cromatógrafo de Íons Metrohm 850 Professional;
 - Coluna analítica: Metrosep ASupp 5 250/4,0 – Análise de ânions com supressor químico;
 - Eluente: Carbonato de sódio (Na_2CO_3) 3,2mM e Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) 1,0mM em água purificada.
 - Fluxo: 0,7 ml/minuto
 - Volume do loop de injeção: 300µL.
- Medidas de pH

Equipamento: peagâmetro MS Tecnopon modelo: mPA210;

Eletrodo: Ag/AgCl faixa de pH de 0 a 14, indicado para soluções aquosas em geral (Digimed DME-CV1).

Calibrar o equipamento conforme descrito no manual de instruções do fabricante, com solução tampão pH 7,0 e 4,0. Utilizar solução de Ácido Sulfúrico 0,001N para verificar se o equipamento está calibrado (pH teórico desta solução $4,03 \pm 0,05$). Realizar leitura direta da amostra.

3. COMPOSIÇÃO ALVO DOS LOTES DE AMOSTRAS

Cada lote, composto por três amostras de chuva artificial, têm sua composição fornecida ao laboratório somente após o período para realização das análises. As amostras são identificadas como: “Sample1, Sample2 e Sample3”. Essas amostras de precipitação são caracterizadas por baixas concentrações iônicas e muito sensíveis à contaminação. São recomendados que as amostras sejam mantidas sob refrigeração até o momento da análise e que sejam analisadas em temperatura ambiente. Na figura 4 até a figura 9 são apresentados os resultados e as estatísticas alvo para cada uma das três amostras dos dois lotes do ano de 2014, entretanto, essas estatísticas são disponibilizadas no site após o período estipulado para a realização das análises. O operador do laboratório executa uma análise “cega”.

Sample 1 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	Σ_{est}	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	73	4.75	4.80	0.06	4.76	4.84	4.74	4.86	4.73	4.87
Conductivity	μ S/cm	67	20.8	20.4	0.5	20.0	20.8	19.9	20.9	19.0	21.8
Acidity (optional)	μ eq/L	10	N/A	15.1	2.6	13.2	16.7	12.5	17.7	11.4	18.8
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	73	1.935	1.930	0.110	1.872	2.020	1.820	2.040	1.795	2.065
Nitrate as NO_3^-	mg/L	77	0.978	0.962	0.042	0.930	0.987	0.920	1.004	0.895	1.029
Ammonium as NH_4^+	mg/L	73	0.381	0.376	0.019	0.365	0.391	0.357	0.395	0.350	0.402
Fluoride (optional)	mg/L	22	0.054	0.051	0.005	0.048	0.055	0.046	0.056	N/A	N/A
Chloride	mg/L	74	2.032	2.013	0.060	1.974	2.054	1.953	2.073	1.812	2.214
Sodium	mg/L	70	1.124	1.104	0.043	1.062	1.121	1.060	1.147	0.994	1.213
Potassium	mg/L	72	0.219	0.215	0.014	0.200	0.220	0.200	0.229	0.172	0.257
Calcium	mg/L	70	0.270	0.266	0.034	0.250	0.296	0.232	0.300	0.227	0.305
Magnesium	mg/L	69	0.119	0.117	0.005	0.113	0.121	0.112	0.122	0.106	0.128

Figura 4: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 1.

Sample 2 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	Σ_{est}	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	73	4.56	4.60	0.04	4.57	4.63	4.56	4.64	4.53	4.67
Conductivity	μ S/cm	67	15,6	15,4	0,7	14,9	15,9	14,7	16,1	14,4	16,4
Acidity (optional)	μ eq/L	10	N/A	26,2	5,5	21,5	29,0	20,6	31,7	19,7	32,6
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	73	1.339	1.363	0.091	1.314	1.438	1.272	1.454	1.268	1.458
Nitrate as NO_3^-	mg/L	77	1,058	1,059	0,043	1,030	1,088	1,016	1,102	0,985	1,133
Ammonium as NH_4^+	mg/L	73	0.222	0.221	0.015	0.211	0.232	0.206	0.236	0.206	0.236
Fluoride (optional)	mg/L	22	0,054	0,054	0,003	0,051	0,055	0,051	0,057	N/A	N/A
Chloride	mg/L	73	0.280	0.283	0.026	0.271	0.306	0.257	0.309	0.255	0.311
Sodium	mg/L	67	0.160	0.158	0.009	0.150	0.163	0.149	0.167	0.143	0.173
Potassium	mg/L	61	0.030	0.027	0.007	0.021	0.031	0.020	0.034	0.022	0.032
Calcium	mg/L	68	0.114	0.120	0.021	0.110	0.139	0.099	0.141	0.102	0.138
Magnesium	mg/L	63	0.033	0.033	0.007	0.030	0.040	0.026	0.040	0.030	0.036

Figura 5: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 2.

Sample 3 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	Σ_{est}	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	71	5.41	5.33	0.11	5.24	5.39	5.22	5.44	5.26	5.40
Conductivity	μ S/cm	67	21,8	22,0	0,5	21,5	22,2	21,5	22,5	20,5	23,5
Acidity (optional)	μ eq/L	9	N/A	6.0	1.7	4.5	6.8	4.3	7.7	4.5	7.5
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	73	2.759	2.754	0.134	2.710	2.891	2.620	2.888	2.562	2.946
Nitrate as NO_3^-	mg/L	77	1.717	1.682	0.049	1.655	1.721	1.633	1.731	1.565	1.799
Ammonium as NH_4^+	mg/L	73	0.699	0.701	0.028	0.686	0.723	0.673	0.729	0.652	0.750
Fluoride (optional)	mg/L	20	0.039	0.038	0.003	0.036	0.039	0.035	0.041	N/A	N/A
Chloride	mg/L	74	2.281	2.289	0.086	2.238	2.353	2.203	2.375	2.061	2.517
Sodium	mg/L	70	1.433	1.411	0.054	1.357	1.430	1.357	1.465	1.270	1.552
Potassium	mg/L	72	0.292	0.315	0.020	0.301	0.327	0.295	0.335	0.252	0.378
Calcium	mg/L	70	0.465	0.465	0.045	0.440	0.500	0.420	0.510	0.396	0.534
Magnesium	mg/L	69	0.211	0.208	0.014	0.196	0.216	0.194	0.222	0.188	0.228

Figura 6: Resultados Alvo do LIS 50 para a amostra 3.

Sample 1 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	$\Sigma_{est.}$	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	66	4.68	4.72	0.05	4.68	4.75	4.67	4.77	4.65	4.79
Conductivity	$\mu\text{S/cm}$	62	22.0	21.6	0.8	21.0	22.1	20.8	22.3	20.1	23.0
Acidity (optional)	$\mu\text{eq/L}$	10	N/A	19.4	3.9	15.9	21.1	15.5	23.2	14.6	24.1
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	69	2.430	2.417	0.091	2.360	2.484	2.326	2.508	2.248	2.586
Nitrate as NO_3^-	mg/L	71	1.230	1.220	0.048	1.179	1.244	1.172	1.268	1.135	1.305
Ammonium as NH_4^+	mg/L	69	0.447	0.449	0.029	0.430	0.469	0.420	0.478	0.418	0.480
Fluoride (optional)	mg/L	15	0.020	0.020	0.003	0.017	0.022	0.017	0.023	N/A	N/A
Chloride	mg/L	70	1.619	1.604	0.064	1.535	1.621	1.540	1.668	1.444	1.764
Sodium	mg/L	64	1.035	1.028	0.030	1.004	1.044	0.998	1.058	0.926	1.130
Potassium	mg/L	64	0.183	0.180	0.010	0.173	0.185	0.170	0.190	0.144	0.216
Calcium	mg/L	63	0.240	0.238	0.020	0.223	0.250	0.218	0.258	0.203	0.273
Magnesium	mg/L	61	0.123	0.121	0.007	0.116	0.126	0.114	0.128	0.109	0.133

Figura 7: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 1.

Sample 2 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	$\Sigma_{est.}$	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	66	4.72	4.75	0.03	4.73	4.78	4.72	4.78	4.68	4.82
Conductivity	$\mu\text{S/cm}$	62	11.5	11.6	0.4	11.3	11.9	11.2	12.0	10.8	12.4
Acidity (optional)	$\mu\text{eq/L}$	10	N/A	19.0	4.5	16.8	22.8	14.5	23.4	14.3	23.6
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	69	1.028	1.034	0.059	0.995	1.075	0.975	1.093	0.962	1.106
Nitrate as NO_3^-	mg/L	71	1.107	1.104	0.044	1.073	1.133	1.060	1.148	1.027	1.181
Ammonium as NH_4^+	mg/L	69	0.209	0.211	0.017	0.200	0.223	0.194	0.228	0.197	0.225
Fluoride (optional)	mg/L	15	0.020	0.019	0.005	0.016	0.024	0.014	0.024	N/A	N/A
Chloride	mg/L	65	0.119	0.116	0.012	0.112	0.128	0.104	0.128	0.105	0.127
Sodium	mg/L	59	0.083	0.080	0.007	0.074	0.084	0.073	0.087	0.072	0.088
Potassium	mg/L	56	0.031	0.031	0.005	0.029	0.035	0.026	0.036	0.025	0.037
Calcium	mg/L	61	0.110	0.109	0.017	0.097	0.120	0.092	0.126	0.093	0.125
Magnesium	mg/L	58	0.043	0.043	0.006	0.041	0.050	0.037	0.049	0.039	0.047

Figura 8: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 2.

Sample 3 Results

Measurement	Units	N	Target	Median	$\Sigma_{est.}$	Good (25th to 75th percentiles)		Satisfactory (Median \pm Sigma)		Meets Data Quality Objectives	
pH	pH units	66	4.57	4.61	0.02	4.58	4.62	4.59	4.63	4.54	4.68
Conductivity	$\mu\text{S/cm}$	62	22.7	22.2	0.6	21.7	22.6	21.6	22.8	20.7	23.7
Acidity (optional)	$\mu\text{eq/L}$	10	N/A	27.2	7.0	23.3	32.7	20.2	34.1	20.4	33.9
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	69	2.517	2.494	0.097	2.432	2.562	2.397	2.591	2.320	2.668
Nitrate as NO_3^-	mg/L	71	1.903	1.884	0.073	1.831	1.930	1.811	1.957	1.753	2.015
Ammonium as NH_4^+	mg/L	69	0.605	0.609	0.027	0.590	0.626	0.582	0.636	0.567	0.651
Fluoride (optional)	mg/L	19	0.040	0.038	0.007	0.034	0.044	0.031	0.045	N/A	N/A
Chloride	mg/L	68	0.780	0.760	0.038	0.736	0.787	0.721	0.798	0.684	0.835
Sodium	mg/L	63	0.420	0.411	0.018	0.393	0.418	0.393	0.429	0.370	0.452
Potassium	mg/L	62	0.130	0.127	0.010	0.119	0.133	0.117	0.137	0.102	0.152
Calcium	mg/L	63	0.340	0.337	0.026	0.317	0.353	0.311	0.363	0.287	0.387
Magnesium	mg/L	61	0.100	0.098	0.007	0.094	0.104	0.091	0.105	0.089	0.107

Figura 9: Resultados Alvo do LIS 51 para a amostra 3.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Após a realização das análises químicas, os resultados obtidos são inseridos em tabelas no site do programa, para então, serem processados (figura 10 e 12) e os resultados finais são disponibilizados no site e apresentados na forma de diagrama de anéis (figuras 11 e 13 para os lotes LIS50 e LIS51, respectivamente).

World Meteorological Organization - Global Atmosphere Watch QA/SAC-Americas - 50th Laboratory Intercomparison Study					
Laboratory ID	Ministry, Organization, or Network Served by the Laboratory		Primary Contact	E-Mail Address	
700165	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE		Maria Cristina Forti	cristina.forti@inpe.br	
Date Samples Received	Date Results Sent	INSTRUCTIONS FOR REPORTING YOUR MEASUREMENTS			
21/05/2014	06/06/2014	Please enter your measurements for samples 1, 2, and 3 in the columns below. Report numerical values in the units indicated. Report sulfate as SO_4^{2-} and not as S, nitrate as NO_3^- and not as N, and ammonium as NH_4^+ and not as N. Acidity and fluoride measurements are optional. All other measurements are required. Spaces left blank or with the letter 'M' or with all zeroes will be treated as missing. Indicate a measurement that is below the analytical detection limit by reporting your detection limit preceded by a less than symbol. For example if your measurement is 0.003 and your detection limit is 0.005, report < 0.005.			
		E-mail any questions you have to manager@qasac-americas.org .			
Measurement	Units	Example	Sample 1	Sample 2	Sample 3
pH	pH units	4.63	4.85	4.65	5.44
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	21.3	M	M	M
Acidity (optional)	$\mu\text{eq}/\text{L}$	26.4	M	M	M
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	2,451	1,744	1,210	2,589
Nitrate as NO_3^-	mg/L	1,855	0,841	0,947	1,536
Ammonium as NH_4^+	mg/L	0,613	0,360	0,224	0,696
Fluoride (optional)	mg/L	<0.080	M	M	M
Chloride	mg/L	0,764	2,024	0,245	2,365
Sodium	mg/L	0,409	1,121	0,174	1,472
Potassium	mg/L	0,127	0,254	0,039	0,301
Calcium	mg/L	0,335	0,385	0,236	0,446
Magnesium	mg/L	0,099	0,178	0,046	0,186
E-mail completed form to: manager@qasac-americas.org		Comments: Date: 05/19/14 - All samples arrived in good condition with no leakage. / Address: Avenida dos Astronautas, 1758 - São José dos Campos, SP Brazil CEP:12227-010 / Website: www.inpe.br / Location : Lat: -23,201008° , Long: -45,86689°.			
Van C. Bowersox Manager, QA/SAC-Americas					

Figura 10 – Tabela de entrada dos resultados analíticos para o Lote LIS50.

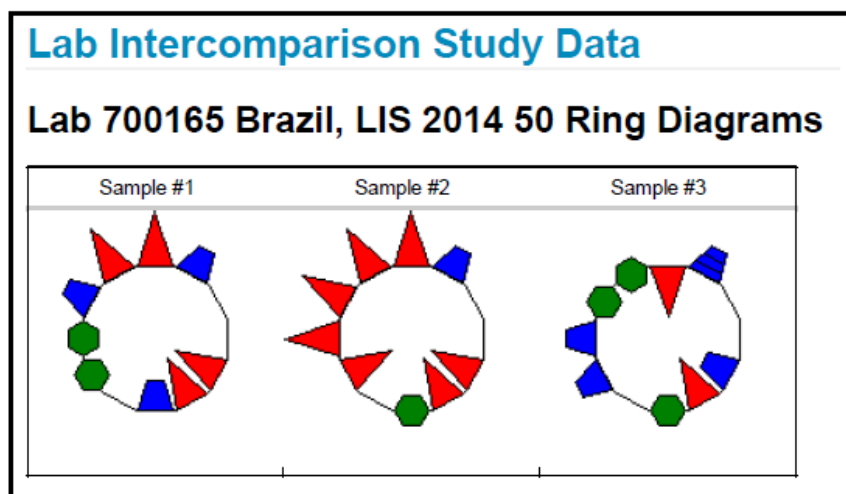


Figura 11 – Diagrama de anéis para os resultados do lote LIS50 obtidos pelo LAQUATEC

World Meteorological Organization - Global Atmosphere Watch QA/SAC-Americas - 51st Laboratory Intercomparison Study					
Laboratory ID	Ministry, Organization, or Network Served by the Laboratory		Primary Contact	E-Mail Address	
700165	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE		Maria Cristina Forti	crisrina.forti@inpe.br	
Date Samples Received	Date Results Sent	INSTRUCTIONS FOR REPORTING YOUR MEASUREMENTS			
22/10/2014		Please enter your measurements for samples 1, 2, and 3 in the columns below. Report numerical values in the units indicated. Report sulfate as SO_4^{2-} and not as S, nitrate as NO_3^- and not as N, and ammonium as NH_4^+ and not as N. Acidity and fluoride measurements are optional. All other measurements are required. Spaces left blank or with the letter 'M' or with all zeroes will be treated as missing. Indicate a measurement that is below the analytical detection limit by reporting your detection limit preceded by a less than symbol. For example if your measurement is 0.003 and your detection limit is 0.005, report < 0.005. E-mail any questions you have to manager@qasac-americas.org .			
Measurement	Units	Example	Sample 1	Sample 2	Sample 3
pH	pH units	4,63	4,75	4,77	4,62
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	21,3	m	m	m
Acidity (optional)	$\mu\text{eq}/\text{L}$	26,4	m	m	m
Sulfate as SO_4^{2-}	mg/L	2,451	2,359	0,972	0,975
Nitrate as NO_3^-	mg/L	1,855	1,179	1,085	1,087
Ammonium as NH_4^+	mg/L	0,613	0,428	0,196	0,588
Fluoride (optional)	mg/L	<0,080	m	m	m
Chloride	mg/L	0,764	1,531	0,175	0,175
Sodium	mg/L	0,409	1,013	0,068	0,398
Potassium	mg/L	0,127	0,161	0,039	0,117
Calcium	mg/L	0,335	0,346	0,211	0,491
Magnesium	mg/L	0,099	0,168	0,069	0,113
E-mail completed form to: manager@qasac-americas.org		Comments: All samples arrived in good condition with no leakage.			
Van C. Bowersox Manager, QA/SAC-Americas					

Figura 12 – Tabela de entrada dos resultados analíticos para o Lote LIS51.

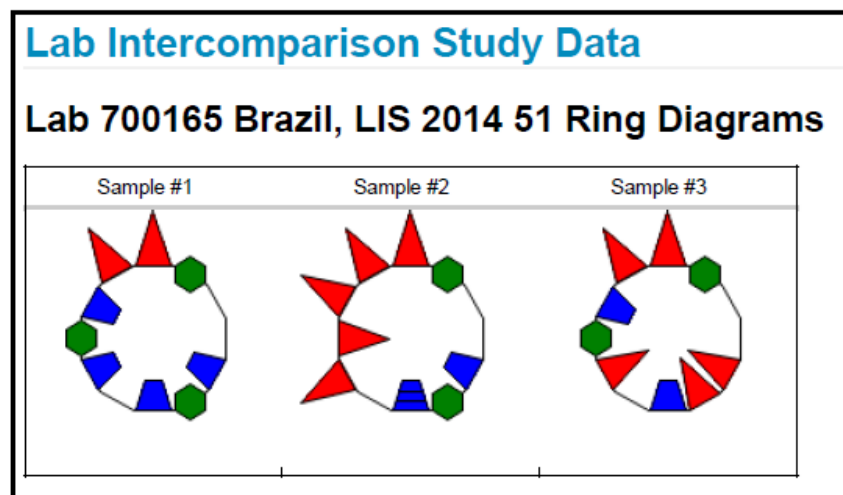


Figura 13 – Diagrama de anéis para os resultados do lote LIS51 obtidos pelo LAQUATEC

5. ANÁLISE CRÍTICA E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados obtidos foram então comparados com os valores alvo e foi estabelecido um critério de melhora. Esses valores são apresentados nas tabelas 2 até 10 para cada parâmetro, cada amostra e indicador de necessidade de melhoria. Caso não seja necessário, o indicador é NA (Não se Aplica).

Tabela 2 – Comparação entre os resultados de medidas de **pH** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	4,85	4,75	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
	2	4,65	4,56	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
	3	5,44	5,41	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
LIS 51	1	4,75	4,68	Bom (Hexágono verde)	Não	NA
	2	4,77	4,72	Bom (Hexágono verde)	Não	NA
	3	4,62	4,57	Bom (Hexágono verde)	Não	NA

Tabela 3 – Comparação entre os resultados de medidas de **Sulfato** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	1,744	1,935	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	Utilizar metodologia IC, porém com curva linear.
	2	1,210	1,339	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	2,589	2,759	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
LIS 51	1	2,359	2,430	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
	2	0,972	1,028	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
	3	0,975	2,517	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	

Tabela 4 – Comparação entre os resultados de medidas de **Nitrato** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	0,841	0,978	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	Utilizar metodologia IC, porém com curva linear.
	2	0,947	1,058	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	1,536	1,717	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
LIS 51	1	1,179	1,230	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
	2	1,085	1,107	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
	3	1,087	1,903	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	

Tabela 5 – Comparação entre os resultados de medidas de **Amônio** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	0,360	0,381	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
	2	0,224	0,222	Bom (Hexágono verde)	Não	NA
	3	0,696	0,699	Bom (Hexágono verde)	Não	NA
LIS 51	1	0,428	0,447	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
	2	0,196	0,209	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA
	3	0,588	0,605	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	NA

Tabela 6 – Comparação entre os resultados de medidas de **Cloreto** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	2,024	2,032	Bom (Hexágono verde)	Não	Utilizar metodologia IC, porém com curva linear.
	2	0,245	0,280	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	2,365	2,281	Satisfatório (Trapézio azul)	Não	
LIS 51	1	1,531	1,619	Bom (Hexágono verde)	Não	
	2	0,175	0,119	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,175	0,780	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	

Tabela 7 – Comparação entre os resultados de medidas de **Sódio** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	1,121	1,124	Bom (Hexágono verde)	Não	Utilizar metodologia por ICP-OES
	2	0,174	0,160	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	1,472	1,433	Satisfatório (Trapézio azul)	Não	
LIS 51	1	1,013	1,035	Bom (Hexágono verde)	Não	
	2	0,068	0,083	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,398	0,420	Bom (Hexágono verde)	Não	

Tabela 8 – Comparação entre os resultados de medidas de **Potássio** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	0,254	0,219	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	Utilizar metodologia por ICP-OES
	2	0,039	0,030	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,301	0,292	Bom (Hexágono verde)	Não	
LIS 51	1	0,161	0,183	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	
	2	0,039	0,031	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,117	0,130	Satisfatório (Trapezóide azul)	Não	

Tabela 9 – Comparação entre os resultados de medidas de **Cálcio** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	0,385	0,270	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	Utilizar metodologia por ICP-OES
	2	0,236	0,114	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,446	0,465	Bom (Hexágono verde)	Não	
LIS 51	1	0,346	0,240	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	2	0,211	0,110	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,491	0,340	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	

Tabela 10 – Comparação entre os resultados de medidas de **Magnésio** para os lotes LIS50 e 51 e indicação de qualidade e necessidade de melhorias com base nos diagramas de anéis.

Lote	Amostra	Resultados (mg/L)	Alvo	Diagrama de anéis	Necessita melhorias?	Se “Sim”, especificar
LIS 50	1	0,178	0,119	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	Utilizar metodologia por ICP-OES
	2	0,046	0,033	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,186	0,211	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
LIS 51	1	0,168	0,123	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	2	0,069	0,043	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	
	3	0,113	0,100	Insatisfatório (Triângulo vermelho)	Sim	

6. CONCLUSÃO E MELHORIAS A SEREM IMPLEMENTADAS

O laboratório apresentou um grande número de resultados insatisfatórios para alguns parâmetros, porém, esses valores não são sistemáticos. A obtenção de resultados insatisfatórios para diferentes faixas de concentração e diferentes íons indica que é necessário melhorar a calibração o que pode estar ligado à qualidade dos padrões e também à propagação de erros quando são eliminados valores significativos. Os cátions apresentaram sistematicamente valores insatisfatórios o que pode estar conectado à técnica analítica empregada. Sendo assim, as seguintes ações serão providenciadas para melhorar a performance do laboratório nas próximas rodadas (LIS 52 e LIS 53):

- ✓ Adquirir novos padrões em substituição aos antigos e todos rastreados ao NIST tanto para análise por cromatografia a líquido de Íons (IC) como para ICP_OES, sigla em inglês para análise por plasma induzido com espectroscopia de emissão atômica (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy).
- ✓ Utilizar a técnica de ICP-OES para análise dos cátions no equipamento pertencente ao Laboratório de Combustão e Propulsão (LCP) do INPE em Cachoeira Paulista.
- ✓ Utilizar “Curva Linear” para cálculo com utilização de padrão 0 (água tipo 1), ao invés de “Curva Linear forçando pelo zero”.

7. APÊNDICE

APÊNDICE A: Tabela geral com as conclusões finais.

APÊNDICE B: Dados dos Equipamentos utilizados

REFERÊNCIAS

FORTI, M. C.; ALCAIDE, R. L. M. Manual de procedimentos de cromatografia iônica do laboratório de aerossóis, soluções aquosas e tecnologias - LAQUATEC. São José dos Campos: INPE, 2011. v. 1. 52 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/06.03.13.41-MAN). Disponível em: < <http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/06.03.13.41/doc/publicacao.pdf> >.

FORTI, M. C.; ALCAIDE, R. L. M. PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DE ÂNIOS INORGÂNICOS EM SOLUÇÕES AQUOSAS POR CROMATOGRÁFIA IÔNICA. São José dos Campos: INPE, 2012. v. 1. 27 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2012/01.20.16.17-NTC). Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3B86KQ5>

MANUAL FOR THE GAW PRECIPITATION CHEMISTRY PROGRAMME, Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures No 160. Prepared by: Gaw Precipitation Chemistry Science Advisory Group. Disponível em: <http://www.qasac-america.org/sites/default/files/GAW-Precip%20Chem%20Manual%20No.160.pdf#page=21>

MANUAL DE INSTRUÇÕES MEDIDOR DE pH DE BANCADA Mpa 210. MS TECNOPON Instrumentação Científica – Fornecido pelo Fabricante.

APÊNDICE A: Tabela geral com as conclusões finais.

Rodada	Parâmetro	Metodologia	Conclusão Final		
			Sample 1	Sample 2	Sample 3
LIS 50	pH	Eletrodo	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
	Sulfato	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Satisfatório
	Nitrato	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
	Amônio	IC	Satisfatório	Bom	Bom
	Cloreto	IC	Bom	Insatisfatório	Satisfatório
	Sódio	IC	Bom	Insatisfatório	Satisfatório
	Potássio	IC	Satisfatório	Insatisfatório	Bom
	Cálcio	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Bom
	Magnésio	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
LIS 51	pH	Eletrodo	Bom	Bom	Bom
	Sulfato	IC	Satisfatório	Satisfatório	Insatisfatório
	Nitrato	IC	Satisfatório	Satisfatório	Insatisfatório
	Amônio	IC	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
	Cloreto	IC	Bom	Insatisfatório	Insatisfatório
	Sódio	IC	Bom	Insatisfatório	Bom
	Potássio	IC	Satisfatório	Insatisfatório	Satisfatório
	Cálcio	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
	Magnésio	IC	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
LIS xxx (próxima partic)	pH				
	Sulfato				
	Nitrato				
	Amônio				
	Cloreto				
	Sódio				
	Potássio				
	Cálcio				
	Magnésio				

APÊNDICE B: Dados dos Equipamentos utilizados:

Cromatógrafo de Íons	Cromatógrafo Líquido de Íons com supressão Modelo: 850 Professional IC S/N: 1850000009102	Marca Metrohm	Patrimônio 091.323
	Módulo de extensão: Bomba para análise de cátions Modelo: 872 Extension Module S/N: 1872003010105	Marca Metrohm	Patrimônio 102.769
	Módulo de extensão: Detector Amperométrico Modelo: 791 VA Detector S/N: 1791001008102	Marca Metrohm	Patrimônio 091.323
	Interface Modelo: 771 IC Compact Interface S/N: 1771001007114	Marca Metrohm	Patrimônio 091.323
	Injetor Automático IC Modelo: 858 Professional Sampler Processor	Marca Metrohm	Patrimônio 102.770
Peagâmetro	Medidor de pH - Modelo: mPA210 S/N: 18640/1110	Marca MSTecnopon	Patrimônio 098.277
Purificador de água	Ultra Purificador de água - Modelo: Master P&D	Marca GEHAKA	Patrimônio 092.454