

## **I-327 - AVALIAÇÃO DA RADIOATIVIDADE EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS**

### **Maura Francisca da Silva<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GO). Especialista em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAREP). Mestre em Engenharia do Meio Ambientes pela Universidade Federal de Goiás (PPGEMA-UFG). Bióloga na empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

### **Edna Santos Alves Dias**

Técnica em Saneamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG-GO), lotada na Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto (P-GAQ) – Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

### **Eduardo Veronezi**

Biólogo pela Universidade Estadual de Goiás (UEG). Mestre em Biologia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Biólogo na empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

### **Keyle Borges e Silva Monteiro**

Farmaceutica-Bioquímica pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Especialista em Controle de Qualidade de Medicamentos, Cosméticos e Correlatos (UFG); e em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental (IPOG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA-UFG). Responsável Técnica pelo Laboratório de Análise de Água empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

### **José Geraldo Nogueira de Oliveira**

Geólogo pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Especialista em Planejamento Urbano e Ambiental pela Unievangélica e Perícia Ambiental pela PUC - Goiânia e Geólogo na empresa Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua T-36, nº 2.535, Apt. 601 - Goânia – GO - CEP: 74223-055 - Brasil - Tel: (62) 3243-3380 - e-mail: [maura@saneago.com.br](mailto:maura@saneago.com.br)

## **RESUMO**

A avaliação da radioatividade de águas para consumo humano no estado de Goiás, buscou atendimento a Portaria MS 2914 de 12/12/2011 nos sistemas de tratamento operados pela empresa Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO. Em 2010 foi criada uma parceria entre a SANEAGO e a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, onde na divisão de responsabilidades, ficou aos cuidados da empresa de saneamento a coleta de amostras de água para análises e à CNEN os procedimentos e as análises laboratoriais. A SANEAGO atua em 91,05 % dos municípios goianos, sendo 225 localidades. Atualmente a empresa conta com 17 laboratórios de controle de qualidade da água, localizados em unidades regionais, responsáveis pelo monitoramento dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em atendimento à legislação; e um laboratório central, responsável pelas análises da região metropolitana e pelos demais parâmetros dispostos na Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, como metais, compostos orgânicos e hidrobiológico. Foram coletadas 20 amostras nas saídas das Estações de Tratamento de Água – ETAs ou poços artesianos da SANEAGO no mês de julho de 2010, e em 2011, foram 42 amostras colhidas nos meses de abril a outubro, para realização dos parâmetros alfa e beta total. Na imposição de realização de análises em todos os sistemas de abastecimento da empresa, porém não sendo possível, em 2013 foram adotados critérios com o intuito de selecionar e distribuir os 50 pontos de coleta de amostras de água, de forma a representar as características da qualidade da água em locais que apresentem maior possibilidade de sofrer riscos de contaminação por materiais radiológicos. Foram adotados os seguintes critérios: Indicação geológica; b) Distribuição geográfica; c) Exploração agrícola; d) Histórico do monitoramento realizado em 2010; e) Resultados Críticos. Adotando o novo critério iniciou-se o planejamento do trabalho em dezembro de 2013, e as coletas foram realizadas de abril a julho de 2014 nas 50 localidades selecionadas quanto aos parâmetros de radioatividade. Nas análises realizadas no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, a variação dos níveis de radioatividade foram de < 0,03 a 0,7 Bq/L para Alfa Total e de < 0,1 a 0,6 Bq/L para Beta Total. Os resultados apresentados encontram-se dentro dos limites da Portaria de Potabilidade. Enquanto que para Alfa Total, apenas uma amostra de São Luiz do Norte obteve resultado de 0,7 Bq/L, que ficou acima do limite de 0,5 Bq/L. Nas análises realizadas no período de junho a julho de 2014, os limites de detecção de Alfa Total foi de 0,02 Bq/L e Beta Total de 0,06 Bq/L. Os resultados encontram-se dentro dos limites da legislação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radioatividade em Água, Portaria de Potabilidade, Água de Abastecimento.

## INTRODUÇÃO

A avaliação da radioatividade de águas para consumo humano no estado de Goiás, buscou atendimento a Portaria MS 2914 de 12/12/2011, que estabeleceu prazo máximo de 2 anos, até dezembro de 2013, para que fossem promovidas as adequações necessárias no que se refere ao monitoramento dos parâmetros que compõem o padrão de radioatividade, dentre outros.

Na cidade de Goiânia-GO, no ano de 1987, ocorreu o maior acidente radioativo do Brasil com o Césio – 137 que resultou em centenas de vítimas contaminadas com radiações emitidas por uma única cápsula contendo 20 g desse elemento radioativo.

Após o ocorrido as autoridades locais e a CNEN foram acionadas e tomaram as devidas providências de descontaminação dos locais atingidos e a retirada de todo o material contaminado com o Césio -137, acondicionado-o em caixas, tambores e contêineres. Esse lixo radioativo recolhido encontra-se atualmente armazenado (enterrado) em um depósito da CNEN, construído na cidade de Abadia de Goiás, município do Estado de Goiás a 50 km da capital, onde ficará por aproximadamente 180 anos.

Ainda hoje sombreia dúvidas sobre essa radiação proveniente do acidente em Goiânia, e as possíveis contaminação do solo e água.

Em 2010 foi criada uma parceria entre a SANEAGO e a CNEN, onde na divisão de responsabilidades, ficou aos cuidados da concessionária a coleta de amostras de água para análises e à CNEN os procedimentos e as análises laboratoriais.

A Saneago atua em 91,05 % dos municípios goianos, 225 localidades, atendendo com abastecimento de água 4.959.536 habitantes, e perfazendo um volume faturado de 21.593 mil m<sup>3</sup>/mês. Organizacionalmente, a companhia se divide em uma sede administrativa localizada na capital do estado, Goiânia, e em dezoito unidades regionais responsáveis por dar suporte técnico e operacional de maneira descentralizada em todo o estado.

Atualmente, a empresa conta com 17 laboratórios de controle de qualidade da água, localizados nessas unidades regionais, que são responsáveis pelo monitoramento dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em atendimento à legislação; e um laboratório central, responsável pelas análises da região metropolitana e pelos demais parâmetros dispostos na Portaria 2914 do Ministério da Saúde, como metais, compostos orgânicos e hidrobiológico.

A parceria com a CNEN teve como objetivo a realização do Monitoramento da Qualidade da Água dos Sistemas de Abastecimento Público do Estado de Goiás e assegurar o padrão de potabilidade da água do ponto de vista radiológico segundo recomendação da legislação, que estabelece que os níveis de triagem que conferem potabilidade da água do ponto de vista radiológico são valores de concentração de atividade que não excedem 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1Bq/L para beta total. Caso excedam o limite de triagem deverá ser realizado análise radiológica de alfa total de <sup>226</sup>Ra e beta total de <sup>228</sup>Ra.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas 20 amostras nas saídas das ETAs da SANEAGO no mês de julho de 2010, e em 2011, foram 42 amostras colhidas nos meses de abril a outubro, para realização dos parâmetros alfa e beta total.

As análises foram feitas no Laboratório de Radioproteção Ambiental, CRCN-CO, localizado no Município de Abadia – GO. A metodologia utilizada para realização das análises de radioatividade alfa e beta total em água foi por LSC (Liquid Scintillation Counting) e espectrometria alfa. O equipamento utilizado para a contagem foi um Espectrômetro de Cintilação em Meio Líquido de baixo “Background” Quantulus 1220-0003.

Na impossibilidade de realização de análises de radioatividade em todos os sistemas de abastecimento da empresa, em 2013 foram adotados critérios com o intuito de selecionar e distribuir os 50 pontos de coleta de amostras de água, de forma a representar as características da qualidade da água em locais que apresentem maior possibilidade de sofrer riscos de contaminação por materiais radiológicos.

Critérios adotados:

- a) Indicação geológica;
- b) Distribuição geográfica;
- c) Exploração agrícola;
- d) Histórico do monitoramento realizado em 2010;
- e) Resultados críticos.

Adotando o novo critério iniciou-se o planejamento do trabalho em dezembro de 2013, e as coletas foram realizadas de abril a julho de 2014 nas 50 localidades selecionadas quanto aos parâmetros de radioatividade.

A seleção dos pontos pesquisados, no que se refere a presença de minerais radioativo na água, levou-se em conta a diversidade geológica do estado de Goiás. A distribuição desse pontos foram alocados geologicamente de tal forma que pudesse ter uma ideia da presença de radioatividade nas águas que permeiam os diversos tipos litológicos, e com isto ter uma panorâmica da real situação das águas distribuídas pela SANEAGO, quanto a presença de radioatividade. Neste contexto foram selecionados pontos de coletas de água, para a devida análise, em alguns mananciais de superfície de abastecimento (32), bem como em alguns poços tubulares profundos (18).

Como resultado da avaliação geológica do estado observou-se que locais onde ocorrem rochas de idade Arqueana, como é o caso das rochas do Grupo Goiás Velho, algumas suítes de idade Paleoproterozóica, passando por uma série de rochas de idade Mezoproterozóica e Neoproterozóica: Sequências metavulcanossedimentares, gnaisses, granitos, tonalitos, xistos, quartzitos, metassedimentos diversos de idade Mezoproterozóica e Neoproterozóicas pertencentes à Faixa Brasília; rochas de idade Paleozóica do Grupo Paraná, Aquidauana, Passa Dois; Mesozóica do Grupo São Bento e Bauru e Cenozoica, como é caso das rochas da Formação Cachoeirinha e as coberturas recentes Terciárias e Quaternárias.

No que se refere as amostras coletadas nos mananciais de superfície, salientamos que geralmente as bacias destes mananciais interceptam mais de um tipo litológico. Portanto o resultado da análise da água contemplou toda a diversidade geológica do contexto da bacia. Já as águas oriundas de poços tubulares profundos, os resultados obtidos, são mais restritivos em relação a variação litológica, mas de melhor compressão quanto aos resultados obtidos, do que nas águas superficiais, uma vez que alguns destes poços são perfurados em ambientes geológicos com pouca variação litológica.

Foram levantados também os demais critérios como exploração agrícola e distribuição geográfica, bem como priorização de localidades onde o monitoramento já havia sido realizado, objetivando obter um histórico.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

**Tabela 1: Resultados de Radioatividade Alfa/Beta Total em amostras de água de abastecimento público do estado de Goiás no ano de 2010.**

N. Am	Protocolo	Município	Unidade Operacional	Data da Coleta	Alfa (Bq/L)	Beta (Bq/L)
01	15732	Abadia	ETA Abadia	13/07	<LD	<LD
02	15403	Aparecida de Goiânia	Poço Residencial Atibaia	08/07	<LD	<LD
03	15402	Aparecida de Goiânia	Poço Jardim Tiradentes	08/07	<LD	<LD
04	15401	Aparecida de Goiânia	Poço Ind. Mansões	08/07	<LD	<LD
05	15732	Aragoiânia	ETA Aragoiânia	13/07	<LD	<LD
06	15736	Bela Vista de Goiás	ETA Bela Vista de Goiás	13/07	<LD	<LD
07	15662	Bonfinópolis	ETA Bonfinópolis	13/07	<LD	<LD
08	15737	Caldazinha	ETA Caldazinha	13/07	<LD	<LD
09	15661	Goianápolis	ETA Goianápolis	13/07	<LD	<LD
10	15848	Goiânia	ETA João Leite	13/07	<LD	<LD
11	15847	Goiânia	ETA Meia Ponte	13/07	<LD	<LD
12	15846	Goiânia	ETA Campus II - Samambaia	13/07	<LD	<LD
13	15657	Goianira	ETA Goianira	13/07	<LD	<LD
14	15733	Guapó	ETA Guapó	13/07	<LD	<LD
15	15735	Hidrolândia	ETA Hidrolândia	13/07	<LD	<LD
16	15659	Nerópolis	ETA Nerópolis	13/07	<LD	<LD
17	15658	Nerópolis	Poço João Ramos	13/07	<LD	<LD
18	15660	Terezópolis	ETA Terezópolis	13/07	<LD	<LD
19	15495	Trindade	ETA Arrozal	13/07	<LD	<LD
20	15494	Trindade	Poço Ponta Kayana	09/07	<LD	<LD

As análises das amostras colhidas no ano de 2010, foram realizadas no período de novembro a dezembro do mesmo ano, os resultados estão apresentados na Tabela 01. Os valores das análises estão em conformidade com o padrão de radioatividade da Portaria MS 518 (2004), isto é, inferiores a 0,1 Bq/L (alfa total) e 1,0 Bq/L (Beta total). Observa-se que os resultados encontram-se abaixo dos limites de detecção, que são de Alfa Total de 0,01 Bq/L e Beta Total de 0,04 Bq/L.

**Tabela 2: Resultados de Radioatividade Alfa/Beta Total em amostras de água de abastecimento público do estado de Goiás no ano de 2011.**

N. Am	Protocolo	Município	Unidade Operacional	Data da Coleta	Alfa (Bq/L)	Beta (Bq/L)
01	13636	Acreúna	Poço Novo Horizonte	15/06	<LD	<LD
02	10486	Alto Horizonte	Poço – Saída Reservatório	19/04	0,06 ± 0,03	0,1 ± 0,1
03	16289	Anápolis	Poço Jd. Arco Verde – Setor Sul - Saída	18/07	0,06 ± 0,03	<LD
04	20069	Aporé – Jataí	Poço – Saída (ventosa)	01/08	0,06 ± 0,04	0,1 ± 0,1
05	15972	Cabeceiras	Poço - Saída	14/07	0,09 ± 0,03	0,2 ± 0,1
06	10484	Campinorte	Poço – Saída Reservatório	19/04	0,17 ± 0,04	0,4 ± 0,1
07	9037	Campos Belos	Rio Montes Claros - Captação	14/04	0,05 ± 0,02	0,1 ± 0,1
08	13635	Castelândia	Reservatório	15/06	0,04 ± 0,02	<LD
09	9033	Cidade Ocidental	Poço ABC	08/04	0,08 ± 0,03	<LD
10	15363	Flores de Goiás	Poço - Saída	07/06	<LD	<LD
11	15973	Formosa - Vila Verde	Poço - Saída	14/07	0,06 ± 0,03	<LD
12	13123	Itajá	Torneira de Jardim - Saída	09/06	0,04 ± 0,02	<LD
13	21355	Itumbiara	Rib. Sta. Maria – ETA (torneira Lab.)	20/09	<LD	<LD
14	21356	Itumbiara	Rib. Sta. Maria – Captação	20/09	0,04 ± 0,02	0,1 ± 0,1
15	20071	Jataí	ETA - Captação	01/09	0,04 ± 0,03	<LD
16	20465	Jataí	ETA – Saída torneira adutora (Rio Claro)	01/09	<LD	<LD
17	18372	Jussara	St. Vila Nova – Poço Saída	12/07	0,09 ± 0,02	0,3 ± 0,1
18	9027	Luziânia	Poço St. Vila Guará	08/04	0,09 ± 0,03	<LD
19	9028	Luziânia	Poço St. Serrinha	08/04	0,07 ± 0,02	0,1 ± 0,1
20	9029	Luziânia	Poço Dial	08/04	0,05 ± 0,02	<LD
21	9030	Luziânia	Poço St. Leste Mandu	08/04	0,03 ± 0,01	<LD
22	9031	Luziânia	Poço Jd. Ingá	08/04	0,10 ± 0,03	0,2 ± 0,1
23	9032	Luziânia	Poço P. Estrela Dalva	08/04	0,08 ± 0,03	0,1 ± 0,1
24	10481	Mara Rosa	Poço – Saída Reservatório	19/04	0,08 ± 0,03	0,1 ± 0,2
25	15362	Mimoso de Goiás	Poço - Saída	07/06	<LD	<LD
26	13978	Morrinhos	Poço - Saída	17/06	<LD	<LD
27	10485	Nova Iguaçu	Poço – Saída Reservatório	19/04	0,15 ± 0,03	0,2 ± 0,2
28	11567	Nova Veneza	Poço Profundo nº 10 - Saída	19/04	0,11 ± 0,03	0,2 ± 0,1
29	9034	Novo Gama	Poço Lago Sul	08/04	0,07 ± 0,03	0,1 ± 0,1
30	11707	Palmeiras	Poço nº 2 – Torneira saída	20/05	0,07 ± 0,02	0,1 ± 0,1
31	13634	Porteirão	Reservatório	15/06	0,03 ± 0,02	<LD

32	13120	Rio Verde	Reservatório Sistema Veneza	09/06	0,07 ± 0,03	<LD
33	13121	Rio Verde	S. Miriam Resende - Saída	09/06	0,07 ± 0,03	<LD
34	22474	S. Luiz do Norte	Reservatório - Saída	04/10	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,2
35	18373	Santa Fé	Poço - Saída	12/08	0,14 ± 0,06	0,5 ± 0,2
36	10069	São Luiz Montes Belos	Poço Vila Quininha - Saída	03/05	0,09 ± 0,02	<LD
37	24380	Sta. Terezinha de Goiás	Poço - Saída	26/10	0,14 ± 0,04	0,3 ± 0,1
38	10482	Uruaçu	Captação	19/04	0,07 ± 0,03	0,1 ± 0,1
39	10483	Uruaçu	ETA - Saída Tratamento	19/04	0,07 ± 0,03	0,2 ± 0,1
40	9035	Valparaíso	Poço Jd. Do Céu	08/04	0,32 ± 0,08	0,3 ± 0,1
41	9036	Valparaíso	Poço Jd. Marajó	08/04	0,06 ± 0,03	0,2 ± 0,1
42	15364	Vila Boa	Poço - Saída	07/06	0,13 ± 0,03	0,2 ± 0,1

Nas análises realizadas no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, conforme Tabela 02, os limites de detecção de Alfa Total foi de 0,03 Bq/L e Beta Total de 0,1 Bq/L. A variação dos níveis de radioatividade foram de < 0,03 a 0,7 Bq/L para Alfa Total e de < 0,1 a 0,6 Bq/L para Beta Total. Os resultados apresentados encontram-se dentro dos limites da Portaria MS 2.914 (2011) para Beta Total que é de 1,0 Bq/L. Enquanto que para Alfa Total, apenas uma amostra de São Luiz do Norte obteve resultado de 0,7 Bq/L, que ficou acima do limite de 0,5 Bq/L.

**Tabela 3: Resultados de Radioatividade Alfa/Beta Total em amostras de água de abastecimento público do estado de Goiás no ano de 2014.**

N. Am	Protocolo	Município	Unidade Operacional	Data da Coleta	Alfa (Bq/L)	Beta (Bq/L)
1	12718	Abadia de Goiás	Captação Córrego Dourados	27/05	< 0,02	< 0,06
2	12719	Abadia de Goiás	Saída Poço - Córrego Dourados	27/05	0,05 ± 0,04	0,09 ± 0,08
3	16213	Alvorada do Norte	Captação - Rio Corrente	27/05	0,03 ± 0,04	< 0,06
4	11223	Americano do Brasil	Captação - Pepe	12/05	< 0,02	< 0,06
5	15260	Amorinópolis	Captação - Córrego Jacuba	26/06	< 0,02	< 0,06
6	11224	Anicuns	Captação - Boa Esperança	12/05	< 0,02	< 0,06
7	12823	Aparecida de Goiânia	Eta - Captação - Córrego Lajes	28/05	< 0,02	< 0,06
8	12717	Aragoiânia	Captação - Córrego Vereda	27/05	< 0,02	< 0,06
9	11225	Aurilândia	ETA - Canal de Chegada - Boa Vista	12/05	< 0,02	< 0,06
10	15976	Barro Alto	Poço - Córrego Barro Alto	07/07	0,03 ± 0,03	0,08 ± 0,07
11	15530	Campos Belos	ETA - Captação	01/07	< 0,02	< 0,06
12	11950	Cezarina	Captação - Córrego Borá	20/05	< 0,02	< 0,06
13	13743	Doverlandia	Captação - Rio do Peixe	09/06	< 0,02	< 0,06



14	17640	Formosa	Captação – Córrego Bandeirinha	23/07	$0,03 \pm 0,03$	$< 0,06$
15	16752	Formosa	Poço – Água Fria	16/07	$0,05 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,07$
16	12841	Goianópolis	Poço – ETA – Córrego Sozinha	28/05	$< 0,02$	$< 0,06$
17	13876	Goiandira	Saída Poço	10/06	$< 0,02$	$0,08 \pm 0,08$
18	12887	Goiânia	Captação – Rib. João Leite	27/05	$< 0,02$	$0,12 \pm 0,06$
19	12888	Goiânia	Captação – Rio Meia Ponte	27/05	$< 0,02$	$0,08 \pm 0,07$
20	18500	Goiás	Captação - Córrego Bacalhau	05/08	$0,03 \pm 0,05$	$< 0,06$
21	18501	Goiás	Captação - Córrego Ludovico	05/08	$< 0,02$	$< 0,06$
22	18502	Goiás	Poço 04 – Setor Papyrus	05/08	$0,30 \pm 0,08$	$0,32 \pm 0,10$
23	15278	Iporá	Captação – Córrego Santo Antônio	26/06	$< 0,02$	$< 0,06$
24	15279	Israelândia	Captação	26/06	$< 0,02$	$< 0,06$
25	15015	Itajá	Poço	24/06	$< 0,02$	$0,28 \pm 0,10$
26	14386	Itumbiara	Captação – Ribeirão Santa Maria	15/06	$< 0,02$	$< 0,06$
27	13742	Jataí	ETA – Captação Rio Claro	09/06	$0,03 \pm 0,03$	$< 0,06$
28	10055	Luziânia	Poço 14 – Manancial Ribeirão Palmital	24/04	$0,05 \pm 0,03$	$0,11 \pm 0,07$
29	9708	Mara Rosa	Poço	22/04/14	$0,04 \pm 0,03$	$< 0,06$
30	9711	Minaçu	Captação - Ribeirão Corrente	22/04	$0,06 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,06$
31	15531	Monte Alegre de Goiás	ETA – Captação	01/07	$< 0,02$	$0,21 \pm 0,09$
32	9709	Niquelândia	Captação – Rio Traíras	22/04	$0,07 \pm 0,04$	$0,07 \pm 0,06$
33	13877	Ouvidor	ETA – Captação	10/06	$< 0,02$	$< 0,06$
34	12833	Palmeiras de Goiás	Captação – Córrego Alemão	22/05	$< 0,02$	$< 0,06$
35	13715	Piracanjuba	Captação Rio Piracanjuba	09/06	$< 0,02$	$< 0,06$
36	13405	Pires do Rio	Captação – Ribeirão Maratá	05/06	$< 0,02$	$< 0,06$
37	8440	Porangatu	Captação – Rib. Funil	07/04	$0,05 \pm 0,03$	$< 0,06$
38	13741	Portelândia	Poço	09/06	$< 0,02$	$< 0,06$
39	14281	Professor Jamil	Captação – Rio Dourados	13/06	$< 0,02$	$< 0,06$
40	13789	Rio Verde	Captação – Córrego Lajes	09/06	$< 0,02$	$< 0,06$
41	12824	Santo Antônio de Goiás	Saída Poço – ETA	28/05	$< 0,02$	$< 0,06$
42	15977	São Luiz do Norte	Poço	07/07	$0,20 \pm 0,06$	$0,34 \pm 0,08$

43	11226	São Luiz de Montes Belos	ETA – Canal de Chegada – Santana	12/05	0,03 ± 0,03	0,51 ± 0,11
44	8439	São Miguel do Araguaia	Captação – Córrego do Ouro	07/04	0,04 ± 0,04	0,09 ± 0,07
45	9707	São Miguel do Araguaia	Poço	22/04	0,11 ± 0,06	0,21 ± 0,07
46	9712	Uruaçu	Captação – Rio Passa Três	22/04	0,04 ± 0,04	0,08 ± 0,07
47	10056	Valparaíso de Goiás	Poço – Manancial Saia Velha	24/04	0,04 ± 0,04	< 0,06
48	12413	Vianópolis	Córrego Dirceu	21/05	0,02 ± 0,03	< 0,06

As análises realizadas no período de junho a julho de 2014, ver Tabela 03, os limites de detecção de Alta Total foi de 0,02 Bq/L e Beta Total de 0,06 Bq/L. Os resultados encontram-se dentro dos limites da legislação.

Segundo Mazzilli (2014), em um total de 452 amostras foram encontrados resultados < que 0,002 – 0,3 de alfa e < 0,002 – 1,8 de beta em águas do estado de São Paulo, valores superiores aos encontrados em Goiás.

A amostra da campanha de 2011 da cidade de São Luiz do Norte que apresentou resultado acima do nível de triagem para alfa total, apresentou em 2014 resultado abaixo do limite do padrão da potabilidade.

## CONCLUSÕES

As análises realizadas mostraram que as águas de abastecimento público em Goiás encontram-se dentro dos padrões de radioatividade da Portaria MS nº 2914 (2011).

Estes pontos selecionados e analisados quanto a presença de radioatividade nas águas dos SAA da SANEAGO, darão um direcionamento para novas pesquisas no estado de Goiás.

Recomendamos ainda que sejam ampliados os pontos de amostragem, com atendimento de um maior número de sistemas. Caso algum valor exceda os limites de triagem de radioatividade que sejam realizadas a caracterização radiológica das águas: emissores alfa ( $^{226}\text{Ra}$ , Urânio) e emissores beta ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Portaria de Potabilidade da Água do Ministério da Saúde nº 2914 (2011).
2. MAZZILI, B., IPEN/CNEM, 2014.
3. MINGOTE, R. M; COSTA, F. H; VAVASSORI, G., Determinação de atividades alfa e beta total em água para consumo humano.
4. SANTOS, E. E.; COSTA, F. C; MINGOTE, R. M; NOGUEIRA, R. A; SILVA, R. L. M; BARBOSA, R. C. Relatório Técnico: RT -LRA-01-2011. Abadia de Goiás. CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR; CRCN-GO - CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO CENTRO-OESTE CRCN-GO.
5. SANTOS, E. E; COSTA, F. C; MINGOTE, R. M; NOGUEIRA, R. A; SILVA, R. L. M; Relatório Técnico: RT -LRA-01-2012. Abadia de Goiás. CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR; CRCN-GO - CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO CENTRO-OESTE CRCN-GO.
6. SANTOS, E. E; MINGOTE, R. M; NOGUEIRA, Abadia de Goiás. CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR; CRCN-GO - CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO CENTRO-OESTE CRCN-GO.