

I-100 - CLAREAMENTO DA ÁGUA COM ALÚMEN DE POTÁSSIO: UM ESTUDO DE CASO NA ILHA DE JUTUBA EM BELÉM - PA

Anacélia de Jesus Coelho⁽¹⁾

Graduada em Letras - Inglês pela Faculdade de Formação de Professores de Araripina (2005) e Discente de Engenharia Ambiental pelo ESTÁCIO- IESAM.

Andrea da Silva Lopes⁽²⁾

Discente de Engenharia Ambiental pelo ESTÁCIO- IESAM.

Plycian Adam Raad da Costa⁽³⁾

Discente de Engenharia Ambiental pelo ESTÁCIO- IESAM

Helenice Quadros de Menezes⁽⁴⁾

Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará 2007; Mestre em Geologia e Geoquímica pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, 2011 e Professora da ESTÁCIO-IESAM.

Ronaldo Magno Rocha⁽⁵⁾

Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal do Pará (2006), Mestrado em Química Analítica pela Universidade Federal do Pará (2008), Doutorando no PPGQ (Programa de Pós-Graduação em Química - UFPA), Químico Industrial e Membro do Comitê de Pesquisa do Laboratório Central de Saúde Pública do Pará - (LACEN/PA) e Professor da ESTÁCIO- IESAM.

Endereço⁽¹⁾: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, nº 2375, casa 08 – Marco – Belém/PA – CEP: 66040-320 – Brasil. Tel. (91) 8219 2612 – E-mail: anaceliaamapa@bol.com.br

RESUMO

Esse artigo aborda o estudo sobre tratamento da água com alúmen de potássio, uma técnica muito utilizada pelas comunidades ribeirinhas nas regiões das ilhas de Belém. O objetivo dessa pesquisa é analisar a qualidade da água antes e após a adição do produto químico alúmen de potássio, o qual, até o momento, obteve-se os resultados da primeira análise de água. O mineral alúmen de potássio ocorre naturalmente como incrustações em rochas em áreas de meteorização, bem como a partir da reação dos sais de alumínio e potássio, sendo conhecido também como pedra umes. A metodologia utilizada nessa pesquisa foi dividida em três etapas: (1) pesquisa bibliográfica, (2) visita de campo, (3) análise de água. Nesta última etapa foi analisado os parâmetros da qualidade da água antes da adição do alúmen: pH, Turbidez (NTU), Sólidos Dissolvidos Totais, Ferro, Nitrogênio Amoniacal Total mg/L, Nitrato mg/L, Nitrito mg/L, Cloreto Total mg/L, Fósforo Total mg/L (ambiente lótico), e os ensaios das dosagens do alúmen de potássio. Os resultados obtidos da análise da água antes da adição do alúmen mostram uma elevação do nitrato, de fósforo e ferro. Os ensaios das dosagens do alúmen de potássio comprovam que há eficiência no processo de coagulação, assim como, a clarificação da água, podendo ser facilmente visível em um período de 24 horas. Nos ensaios realizados para se determinar a concentração de alumínio, este mostrou-se cerca de mil vezes acima dos limites máximos estabelecido pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, qualidade da água, alúmen de potássio.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida de todos os seres vivos e para a manutenção no nosso planeta, sendo assim, indispensável para a sociedade, pois o uso da água está interligado com todos os aspectos do desenvolvimento sustentável, econômico e social da civilização humana (SOUSA, 2002).

A diminuição da quantidade e da qualidade, concomitante com a poluição da água potável à níveis que comprometam até mesmo a sobrevivência humana é um problema cada vez mais próximo, pois a água é um recurso natural renovável em quantidade, mas não em qualidade. No entanto, o homem necessita de água de qualidade e, em quantidade suficiente para manutenção de sua saúde, além de atender a todas suas necessidades básicas, tais como: higiênica, alimentar, industrial, recreação e outras (SOUSA, 2002; MÜLLER, 2011).

Atualmente a qualidade da água é uma das grandes preocupações do homem e dos sistemas de gerenciamento das cidades. A água pura isenta de qualquer substância estranha e de organismos vivos, não existe na natureza, isso porque, devido a sua propriedade de solvente universal e sua capacidade de transportar partículas, tem-se a incorporação de diversas impurezas, alterando ainda mais sua qualidade, que é analisada por um conjunto de parâmetros determinados por uma série de análise física, químicas e biológicas, realizadas em laboratório. Porém se contaminada, causando prejuízo para a humanidade, em especial para os seres humanos, dessa maneira, o tratamento da água para o consumo público é de fundamental importância, especialmente, quando se trata de água de superfície, pois não atendem aos padrões de potabilidade recomendada pela Organização Mundial de Saúde (SOUSA, 2002).

Segundo Sousa (2002), o Brasil possui cerca de 8% de toda água doce do planeta, porém a região Amazônica, com 5% da população, tem 80% desta água, e as outras regiões, com 95% da população, tem apenas 20%. No entanto, apesar da elevada quantidade de água presente na região amazônica, nem todos tem acesso aos tratamentos convencionais e adequados da água, devido a diversos fatores, como é o caso dos ribeirinhos, típicos da região amazônica, que por não dispor de formas de tratamentos adequados da água, utilizam muitas vezes, de seus conhecimentos empíricos, para fazer o tratamento da água bruta a ser utilizada.

Segundo o catálogo PAN-AMERICANA S.A - Indústrias químicas *apud* Pavanelli (2001), a história da separação de impurezas em dispersões coloidais da água, ou seja, coagulação, é antiga. Na China, o alúmen, era usado como coagulante, sendo este, considerado o verdadeiro precursor dos modernos coagulantes minerais.

A coagulação corresponde à desestabilização da dispersão coloidal, obtida por redução das forças de repulsão entre as partículas de cargas negativas, por meio da adição de produto químico apropriado (PAVANELLI, 2001).

O alúmen de potássio é um mineral sulfato, que ocorre naturalmente como incrustações em rochas em áreas de meteorização, bem como, a partir da reação dos sais de alumínio e potássio, sendo conhecido também como pedra umes, sulfato duplo de alumínio e potássio ou alúmen comum. Apresentam-se como cristais transparentes ou pós-brancos cristalinos, inodoros, de sabor adocicado, adstringente, levemente eflorescente ao ar, solúveis em água e insolúveis no álcool (Casquímica, 2008).

A falta de saneamento básico nas comunidades que residem nas proximidades dos rios, ou seja, os ribeirinhos, o comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento público, independente da forma de ocupação, é um fator preocupante, por se tratar de constante lançamento de diferentes fontes de poluição, tais como efluentes os efluentes domésticos, constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos que podem ser patogênicos, como também os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola, constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos de animais. No entanto, as comunidades ribeirinhas sofrem por não terem água potável, e necessitam utilizar água diretamente do rio, sem tratamento físico e/ou químico, para fazer suas necessidades básicas, e até mesmo para o consumo humano, o que pode ser prejudicial à saúde humana (Rheinheimer et al., 2003 *apud* Casali, 2008), ficando à critério dos habitantes da comunidade à procurar técnicas individuais para o tratamento da água (CASALI, 2008).

Tendo em vista que, normalmente, as águas superficiais utilizadas pela população ribeirinha não recebem tratamento algum e que essas águas de superfícies geralmente não são potáveis, elas necessitam de tratamento convencional. Além disso, existe uma variedade de impurezas que tornam a água imprópria ao consumo humano (SOUSA, 2002). Tais impurezas devem ser eliminadas ou reduzidas a concentrações que não comprometam a saúde humana, e de uma forma geral podem ser removidas por meio de diversas tecnologias baratas e adaptadas de tratamento das águas usadas, reduzindo, assim, os riscos das doenças de transmissão e veiculação hídrica (CASALI, 2008).

Portanto, verifica-se a necessidade de uma forma de tratamento acessível e eficaz da água disponível a esse convívio social (às margens do rio), desde que não comprometa as necessidades vitais e favoreça a qualidade de vida dos habitantes da comunidade, é um dos aspectos relevantes nesse trabalho, que tem como objeto de estudo, uma forma de tratamento de água que vem sendo utilizada há muitos anos, que é o tratamento de clarificação da água bruta feito com o alúmen de potássio, mais conhecido como pedra ume, na comunidade da Ilha de Jutuba, situada às margens do Rio Pará, distrito de Outeiro, Belém-PA.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na comunidade da Ilha de Jutuba, situada às margens do Rio Pará, distrito de Outeiro, Belém-PA. A figura 1 apresenta o local onde foi realizada a coleta de amostras de água e, que servirá de ponto de estudo para esse trabalho.



Figura 1 – Comunidade ribeirinha da Ilha de Jutuba em Belém-PA. Uso da água diretamente do rio.
Fonte: Arquivo Pessoal (Abril 2014).

Os procedimentos metodológicos idealizados para nossa pesquisa foram estruturados em três etapas: Na primeira etapa foi realizada a pesquisa bibliográfica para fundamentar o trabalho e entrevistas informais junto à comunidade local. Nesta primeira fase, foram obtidos dados importantes em relação à técnica da adição do alúmen de potássio feita pelos moradores da Ilha de Jutuba.

Na segunda etapa, foi realizada duas visitas *in loco* nos meses de abril e maio. No dia 01 de Abril, foi feita a primeira visita *in loco* para reconhecimento do local e escolha do ponto de coleta, assim como, conhecer as famílias que residem na comunidade, para obter melhores informações da técnica utilizadas por elas, a segunda visita foi feita no dia 13 de maio de 2014, para fazer a coleta das amostras de água, seguindo as normas da resolução nº 724/2011 da Agência Nacional de Águas - ANA, as quais foram encaminhadas ao laboratório para análise e realização de ensaios com as dosagens de alúmen de potássio e verificação dos resultados.

Na terceira etapa, foi feita a análise físico-química da água. As análises químicas para aferir os padrões de qualidade da água foram realizadas em um período inferior a 24 horas após a coleta das amostras, a fim de se obter resultados com maior confiabilidade analítica, o local da realização das análises foi em um Laboratório Público Estadual- LACEN. Para a realização da análise da água afim de se medir a concentração de alumínio após a adição do alúmen de potássio foi utilizada a técnica de Espectrometria de absorção atômica.

Nessa etapa foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, pH, cloreto, nitrogênio Amoniacal, nitrato, nitrito, ferro e alumínio, de acordo com a Portaria nº 2914/11, do Ministério da saúde e CONAMA 357/05, conforme mostra a tabela 2. Em seguida, foram preparados balões de 50 mL para que fosse adicionado o alúmen de potássio, com o objetivo de verificar a dosagem ideal do alúmen para o tratamento da água, como mostra a figura 2.

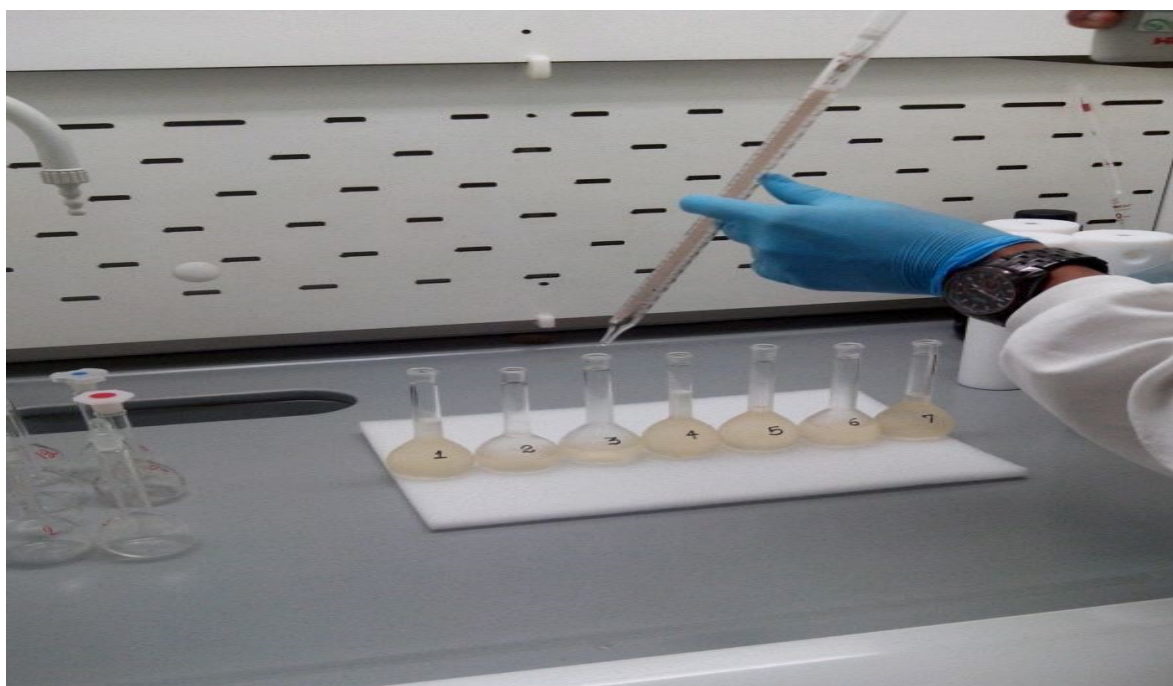


Figura 2: Adição das dosagens do alúmen de potássio na água.

Fonte: Arquivo Pessoal (Maio 2014).

As adições foram feitas em triplicata para cada balão foram adicionadas as seguintes dosagens do alúmen de potássio, como mostra o quadro abaixo:

MASSAS ADICIONADAS DE ALUMEN EM (g)	VOLUME DA ÁGUA (ml)
0,05	50,0
0,05	50,0
0,05	50,0
0,1	50,0
0,1	50,0
0,1	50,0
0,2	50,0
0,2	50,0
0,2	50,0
0,5	50,0
0,5	50,0
0,5	50,0

Vale ressaltar, também, que todas as etapas deste trabalho de pesquisa foram fotografadas, como forma de documentar o estudo para a posteridade e para futuros estudantes e interessados, em geral, nessa técnica aplicada.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Para cada balão utilizado, foram adicionadas as seguintes dosagens do alúmen de potássio, como mostra o quadro abaixo.

Balão Volumétrico (ml)	Volume de amostra. Água bruta (ml)	Massa adicionada de alúmen (g)	Coagulação e precipitação
1	50	0,5	SIM
2	50	0,2	SIM
3	50	0,1	SIM
4	50	0,05	SIM

Os ensaios mostraram que o processo de coagulação começa a ocorrer 1 hora após a adição do alúmen de potássio e é concluído após 24 horas, e o processo de clarificação da água fica facilmente perceptível. A coagulação corresponde à desestabilização da dispersão coloidal, obtida por redução das forças de repulsão entre as partículas de cargas negativas, por meio da adição de produto químico apropriado (PAVANELLI, 2001).

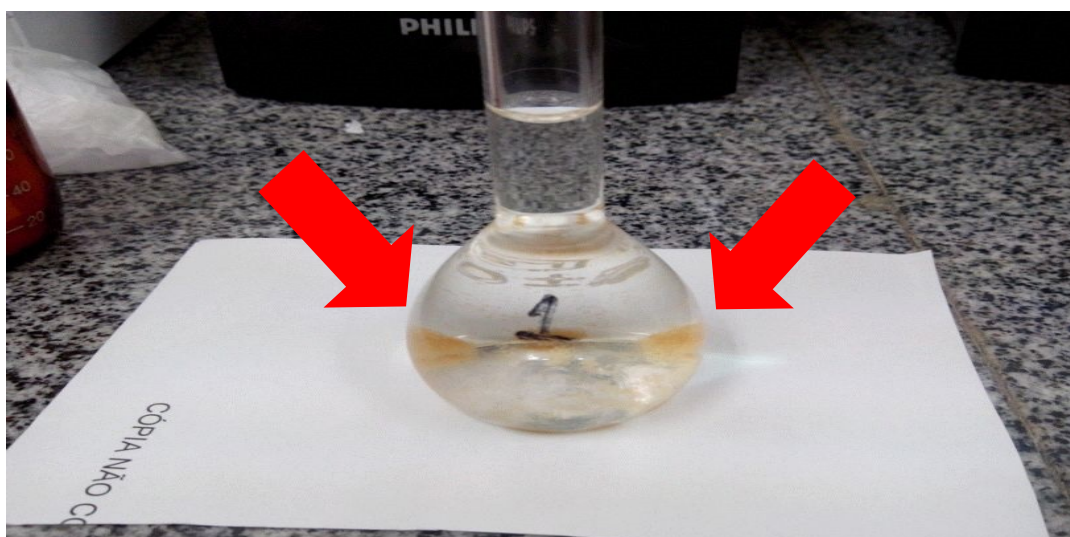


Figura 3: 24 horas após a adição do Alúmen de Potássio na água.
Fonte: Arquivo pessoal (Maio 2014).

A partir da observação do processo de coagulação e clarificação da água com a adição do alúmen de potássio, verificou-se a eficiência do sal, partindo assim, para a próxima etapa da pesquisa, que será a análise da qualidade da água após a adição do alúmen de potássio. O mineral alúmen de potássio ocorre naturalmente como incrustações em rochas em áreas de meteorização, bem como, a partir da reação dos sais de alumínio e potássio, sendo conhecido também como pedra uzes, sulfato duplo de alumínio e potássio ou alúmen comum (Casquímica, 2008).

Os resultados apresentados na tabela 1, referem-se à análise antes da adição do alúmen de potássio, onde foram determinados os seguintes parâmetros: pH, Turbidez (NTU), Sólidos Dissolvidos Totais, Ferro, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrato, Nitrito, Cloreto Total, Fósforo Total (ambiente lótico). Os parâmetros Nitrato e Fósforo Total apresentaram valores acima do estabelecido pela Resolução do CONAMA 357/2005

Parâmetros	Ponto de coleta	CONAMA 357/05
pH	6,81	6,0 a 9,0
Turbidez (NTU)	71,8	≤ 100
Sólidos Dissolvidos Totais	42,4	até 500
Ferro mg/L	2,53	0,3
Nitrogênio Amoniacal Total mg/L	0,1	≤ 3,7
Nitrato mg/L	17,3	10,0
Nitrito mg/L	0,228	1,0
Cloreto Total mg/L	23	250
Fósforo Total mg/L (ambiente lótico)	2,5	0,1
Alumínio mg/L	< LOD	0,1

**Tabela 1: Resultados dos parâmetros físico-químicos.
Maio/2014.**

Os resultados obtidos da análise da água antes da adição do alúmen mostram uma concentração do nitrato acima do valor máximo estabelecido pela portaria vigente, assim como, o fósforo. A concentração de nitrato na água para o consumo humano não deve exceder 10 mg.L^{-1} de N-NO_3^- , de acordo com os limites adotados pela resolução e portaria antes mencionados. Pessoas adultas podem ingerir quantidades relativamente altas de nitrato por meio dos alimentos e da água e excretá-lo pela urina, sem maiores complicações, entretanto, as crianças podem reduzir o nitrato a nitrito e este reage com a hemoglobina, formando a metahemoglobina, que dificulta o transporte de oxigênio pelo sangue (ORTIZ, 2009).

Nos resultados, a elevação do fósforo presente pode ser proveniente dos esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatos e da própria matéria fecal, pois a comunidade não é contemplada com o saneamento básico. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também pode ser uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. A elevação do teor de ferro nos resultados, por ser águas superficiais, o nível de ferro, possivelmente é devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Vale ressaltar que, o objetivo do trabalho é avaliar a qualidade da água após a adição do alúmen de potássio e, a partir dos resultados, poder-se-ia enquadrá-la em conformidade com as normas vigentes de controles de qualidade da água para consumo humano.

Para a realização da análise da concentração do alumínio na água houve a calibração do aparelho Absorção atômica com chama, através da curva analítica para o alumínio, a Análise de Regressão e Correlação, o qual o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9969$) indica que 99,69% das variações na "Concentração" explicam as variações na "Absorbância". O R^2 é um número que vai de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, mais confiável será os resultados, como mostra o quadro e a figura 9 abaixo:

Concentração	Absorbância
10	0,0051
40	0,0079
80	0,0132
100	0,0152
300	0,0342

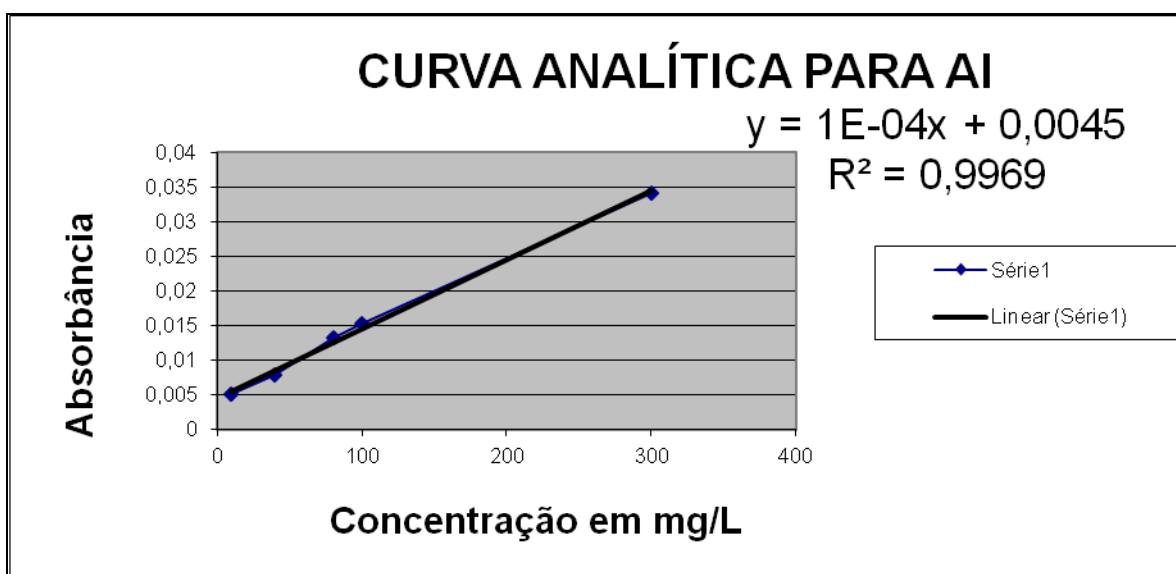


Figura 9: Absorbância x Concentração para AI

Os resultados na tabela 2 abaixo mostra que a concentração do alumínio em todas as dosagens estão acima do permitido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde e pela Resolução CONAMA 357/05.

Massas adicionadas alúmen em (g)	Volume de Água (ml)	Concentração de alumínio em mg/L	Média mg/L	VMP* Portaria 2914/11 - Potabilidade	VMP* CONAMA 357/05- Água doce classe 1	Quant. de vezes >que a Portaria 2.914/11
0,05	50	227	225,67	0,2 mg/L	0,1 mg/L	1.128,33
0,05	50	226				
0,05	50	224				
0,1	50	269	270,33	0,2 mg/L	0,1 mg/L	1.351,67
0,1	50	271				
0,1	50	271				
0,2	50	487	487,67	0,2 mg/L	0,1 mg/L	2.438,33
0,2	50	488				
0,2	50	488				
0,5	50	1156	1151,7	0,2 mg/L	0,1 mg/L	5.758,34
0,5	50	1145				
0,5	50	1154				

Tabela 2: Resultados da concentração de alúmen. Mês/Ano: Set./2014.

***VMP: Valor Máximo Permitido**

Os resultados apresentados na tabela 2 evidenciam que a população que faz uso dessa técnica está utilizando água com altas concentrações de alumínio. Vale ressaltar que, de acordo com Rosalino (2011), estudos mostram uma possível relação com o mal de Alzheimer.

CONCLUSÃO

Estudos mostram que a presença de um residual de alumínio na água destinada ao consumo humano acima do valor estabelecido poderá comprometer a saúde da população, porém, a legislação vigente, não contempla os efeitos deste metal na saúde humana, mas apenas questões relacionadas com a qualidade organoléptica da água.

Nos ensaios realizados através da técnica de absorção atômica, constatou-se que, adicionando 0.05g de alúmen de potássio em 50 ml de água a média da concentração do alúmen de Potássio na água ($225,67 \text{ mg/L} \div 0,2 \text{ mg/L} = 1.128,33$) foi de mil vezes acima do valor máximo permitido pela Portaria 2914/11, e de duas mil vezes acima do valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357/05.

No entanto, pelo princípio da precaução, conclui-se que, ao utilizar coagulantes à base de alumínio deve-se fazer uso de um monitoramento das concentrações de Al ao longo do tratamento, para obter-se uma concentração mais reduzida possível, objetivando sempre a otimização da técnica para não pôr a saúde da população em risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Agência Nacional de águas (ANA). Resolução N° 724, de 03 de Outubro de 2011. Estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA). 225p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf>.
2. CASALI, C. A. 2008. 173 f. Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade federal de Santa Maria. Centro de ciências Rurais. Santa Maria, RS, Brasil. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/Disserta%E7%E3o%20Carlos%20Alberto%20Casali.pdf>. Acesso em: 27 de Mar. de 2014.
3. CASQUÍMICA. 2008. Alúmen de Potássio. Disponível em: <http://www.casquimica.com.br/fisqp/Alumempotassio.pdf>. Acesso em: 26 de Fev. 2014.
4. MAIA, A.S. et al. Tratamento da água: o papel do coagulante. Química Nova na Escola. N° 18, Novembro de 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A11.PDF>. Acesso em 11 de Abr. de 2014.
5. MÜLLER, J. Qualidade microbiológica da água descartada por destiladores e seu potencial para o reuso. Monografia de Conclusão de Curso em Bacharel em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2011. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/30530/Monografia%20Juliana%20Muller.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 de Mar. De 2014.
6. PAVANELLI, G. 2001. 233 f. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Área: Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo. 2001. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-21012003-084719/pt-br.php>. Acesso em: 12 de Abr. de 2014.
7. SOUSA, T. G. S. Água Potável Garantia de Qualidade de Vida. Especialização em Ciências Ambientais. GT 15: Educação Ambiental. 2002. Disponível em: http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/evento2002/GT15/GT15_3_2002.pdf. Acesso em: 27 de Mar. De 2014.