

IX-015 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO USO DE VELAS CERÂMICAS FILTRANTES NA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS DE CAMPINA GRANDE - PB

Dayse Luna Barbosa⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Recursos Hídricos pela UFPB. Doutora pelo programa de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Dra. Da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da UFCG (UAEC/UFCG).

Luana Varela Miranda⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) com graduação sanduíche nos Estados Unidos na Universidade do Alabama. Mestranda em Engenharia Agrícola pela UFCG.

Marconi Andrade Farias⁽³⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Mecânica pela UFPB. Professor Mestre do departamento de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Campina Grande (UAEM/UFCG).

Igor Marques Cavalcante⁽⁴⁾

Bacharel em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Química pela UFC. Doutor em Química pela UFC com doutorado sanduíche na Alemanha na Universidade de Tübingen. Químico da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UAEC/UFCG).

Patrícia Hermínio Cunha Feitosa⁽⁵⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora associada da UFCG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-900 - Brasil - Tel: (83) 2101-1284 - e-mail: dayseluna@yahoo.com.br

RESUMO

A situação de escassez hídrica vivenciada nos últimos anos na cidade de Campina Grande – PB, promoveu o uso de fontes alternativas no atendimento das demandas, sendo a captação de águas subterrâneas uma das fontes utilizadas. O presente trabalho analisou as propriedades físico-químicas da água de três poços nos bairros do Catolé e Jardim Quarenta em Campina Grande. O objetivo desta pesquisa foi verificar o comportamento de pH, turbidez, condutividade elétrica, dureza total, dureza relacionada ao cálcio, sólidos totais e coliformes totais da água desses poços a partir do tratamento por cloração e filtração. O filtro utilizado na pesquisa foi desenvolvido artesanalmente para esse fim. Os resultados apresentaram melhorias significativas na qualidade de tais parâmetros com o uso do filtro. No poço 1 houve uma redução da turbidez em 19,32%. No poço 2 houve um aumento do pH em 25,68%. No poço 3, a redução da turbidez foi de 98,46%. Portanto, pode-se dizer que tais melhorias nos parâmetros propicia o uso da água subterrânea para diversos outros fins menos exigentes, como o uso agrícola e o uso industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Poços, filtração, água subterrânea.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana que as populações constroem suas vidas ao redor de rios e lagos a fim de garantir o abastecimento hídrico. Em Campina Grande não foi diferente, os índios Ariús formaram a primeira rua do lugar, com casas de taipa, nas proximidades do Riacho das Piabas. A vila cresceu ao redor do riacho, onde hoje é o grande centro comercial da cidade. No entanto, essa disponibilidade de água não implica dizer que as fontes sejam suficientes em termos de volume nem em qualidade para saúde pública.

Levando em consideração a situação hídrica emergente no estado da Paraíba, dá-se ênfase à problemática enfrentada desde meados de 2012 quando se iniciou o maior período de seca no reservatório que abastece 19 cidades paraibanas, o Reservatório Epitácio Pessoa – Boqueirão.

Diante desse cenário, a água subterrânea vem assumindo uma importância cada vez mais relevante. Segundo Capucci et al. (2001), a água subterrânea está sendo reconhecida como alternativa viável aos usuários devido a uma série de fatores que restringem a utilização das águas superficiais, bem como ao crescente aumento dos custos da sua captação, adução e tratamento. Todavia, sabe-se que o caráter salobro é comum nas águas de poços de Campina Grande e região, o que torna as águas impróprias para o consumo humano. Métodos eficazes devem ser implementados para a desinfecção dessas águas, tais como: trabalhos socioeducativos e ambientais, filtração ou dessalinização.

Neste trabalho, a filtração surge como uma oportunidade de tratamento e alternativa de melhoria da qualidade dessa água subterrânea a fim de propor à população uma alternativa barata e viável na utilização de uma água de qualidade adequada ao consumo. Além de contribuir na caracterização das águas de poços de Campina Grande, uma vez que poucos estudos foram desenvolvidos nesse aspecto.

OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho foi de colaborar na caracterização das águas de poços de Campina Grande e analisar a influência da filtração da água sobre algumas de suas características físico-químicas, comparando os resultados obtidos em laboratório com a resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011.

METODOLOGIA UTILIZADA

A Figura 1 apresenta as etapas desenvolvidas nesta pesquisa para obtenção dos resultados.

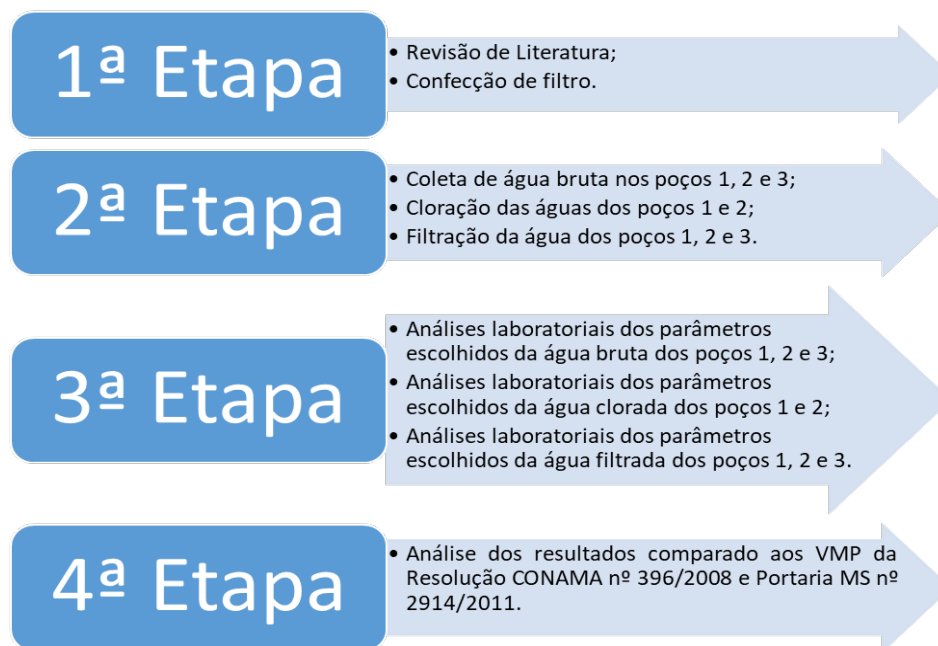


Figura 1: Fluxograma de atividades para elaboração da pesquisa

Na Figura 1, pode-se observar as etapas desenvolvidas nesta pesquisa, que consistiu sobretudo em uma investigação de como um filtro confeccionado artesanalmente poderia otimizar as propriedades físico-químicas em águas de três poços em locais residenciais. O estudo se esquemmatizou da seguinte forma: as águas deveriam ser coletadas em todas as etapas do seu tratamento, ou se não houver tratamento, apenas bruta e filtrada, de forma que possa ser visualizada a interferência desse tratamento na qualidade da água e depois comparar-se com os parâmetros estabelecidos nas resoluções e portarias.

De acordo com o WSG84 (World Geodesic System), a cidade de Campina Grande está localizada na posição 7°13'50" S, 35°52'52" W, situada a 125 km da capital paraibana. A cidade pertence à região do agreste paraibano, e localiza-se em pleno planalto da Borborema, tendo curvas de níveis variando entre 337 e 665m acima do nível do mar. A cidade é caracterizada, por abrangência, como clima de semiárido brasileiro, mas apesar da classificação a altitude da região faz com que a temperatura seja moderada e tendo ainda algumas chuvas concentradas nos meses de abril a julho. Formada por maciços e morros altos, sua altitude varia entre 650 a 1000 metros e é caracterizada pelo clima quente e úmido, com temperaturas amenas, que variam de acordo com o relevo. Está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, nas regiões do Médio e Baixo curso do rio, apresentando assim rios perenes, de pequena vazão e com baixo potencial de águas subterrâneas.

O poço 1, localizado no bairro Jardim Quarenta, foi perfurado com a finalidade de suprir as necessidades de uma família, diante da instabilidade hídrica na região que o racionamento provocou. Na residência, a água é tratada com cloro pelo próprio morador na proporção de 20 ml de Hipoclorito de Sódio a 12,5% para cada 1000 litros de água, o que nos resulta em 1,2 mg/L.

O poço 2, localizado no bairro Catolé, foi perfurado para o abastecimento de um residencial com 16 apartamentos e o tratamento da água também é feito com cloro, utilizando-se uma pastilha composta por ácido tricloro isocianúrico (100%) e teor de cloro ativo de 90%.

Enquanto que no poço 3, também localizado no bairro Catolé, a água não recebe tratamento, uma vez que sua qualidade não é adequada ao consumo humano, e seu uso é destinado apenas à lavagem de garagens e regar as plantas, apesar de se tratar de um condomínio residencial de 24 apartamentos.

A escolha dos poços se deu devido à facilidade de acesso para coleta das águas. A Figura 2 apresenta parte do mapa de Campina Grande com a localização em que os poços estão instalados, onde o ponto amarelo localiza o poço do bairro Jardim Quarenta (Poço 1), e os pontos vermelho e azul localizam os poços do bairro Catolé (Poços 2 e 3).

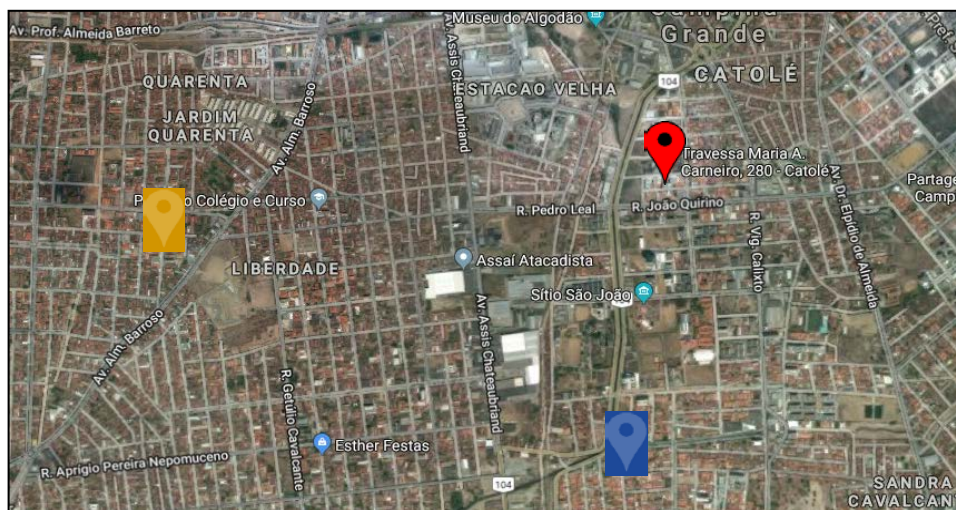


Figura 2: Mapa com localização dos poços estudados

As amostras das águas dos poços estudados foram coletadas no intervalo de 01 de novembro de 2017 a 30 de janeiro de 2018. Em cada endereço, durante a coleta, aguardou-se um tempo de aproximadamente 5 minutos, com a finalidade de deixar a água escoar, descartando os primeiros litros de água. As amostras eram usualmente armazenadas em garrafas PET de 500 ml, previamente lavadas e encaminhadas para ensaios no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), geralmente no mesmo dia, porém nunca depois de 24 horas após a coleta. Para as águas que passariam pelo tratamento de cloração (no próprio residencial) e posteriormente pela filtração, a coleta acontecia da mesma forma, com a diferença que as águas cloradas eram coletadas diretamente da torneira da residência e as águas filtradas, do filtro após passagem pelas velas de carvão ativado e prata coloidal.

Foi feita uma análise não instrumental da cor, do odor e dos materiais em suspensão na água no recipiente de coleta e, com exceção do poço 3, as águas dos poços apresentaram-se sem odor, sem cor aparente e sem materiais em suspensão visíveis.

As variáveis pH, turbidez, condutividade elétrica, dureza total, dureza relacionada ao cálcio, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes foram analisadas em laboratório através de procedimentos devidamente normatizados.

As análises foram feitas em triplicata para melhor garantia dos resultados.

O filtro utilizado na pesquisa (Figuras 3 e 4) foi construído artesanalmente e os materiais utilizados para sua construção são os seguintes: 2 baldes, quantas velas tríplices achar necessária, cuja composição é de cerâmica porosa, carvão ativado e prata coloidal, e 1 torneira, o que custa em torno de R\$ 35,00 quando construído com 2 velas.

A água bruta ou já tratada com cloro era filtrada e analisada em laboratório.



Figura 3: Filtro artesanal utilizado na pesquisa



Figura 4: Filtro internamente com velas

As metodologias utilizadas para as análises laboratoriais seguem as recomendações descritas no Manual de Análises Físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias (SILVA et al., 2001). Os procedimentos utilizados na determinação do pH, turbidez, condutividade elétrica, dureza total e dureza relacionada ao cálcio, sólidos totais dissolvidos e coliformes totais estão descritos na Tabela 1 e analisados pela Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e pela Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS).

Tabela 1: Parâmetros analisados e metodologia utilizada

Parâmetros	Métodos
pH	Potenciômetro
Turbidez	Nefelométrico
Condutividade Elétrica	Condutivímetro
Dureza Total	Titulométrico do EDTA
Dureza do Cálcio	Titulométrico do EDTA
Sólidos Totais Dissolvidos	Gravimétrico
Coliformes Totais	Membrana de Filtração

RESULTADOS OBTIDOS

As amostras ensaiadas do poço 1 são as de codinome PB1, PC1 e PF1, que significam, respectivamente, água bruta do poço 1, água com cloro do poço 1 e água após o filtro do poço 1. No poço 2 têm-se a mesma simbologia, porém com índice 2, sendo PB2, PC2 e PF2. Enquanto que no poço 3, existirão apenas PB3 e PF3, uma vez que os usuários do poço 3 não fazem o tratamento da água com cloro.

Na Tabela 2 a seguir são apresentados os dados médios obtidos nos ensaios laboratoriais comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011.

Tabela 2: Dados médios obtidos nos ensaios laboratoriais comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA e Ministério da Saúde

Parâmetro	Amostras pré-filtração			Amostras pós-filtração			VMP
	P1	P2	P3	PF1	PF2	PF3	
pH	6,8 ± 0,2	6,9 ± 0,1	7,0 ± 0,9	8,3 ± 0,2	8,5 ± 0,1	8,3 ± 0,2	6 - 9,5
Turbidez (NTU)	0,65 ± 0,15	0,60 ± 0,20	120 ± 130	1,00 ± 0,75	1,1 ± 0,2	1,7 ± 1,5	5
Condutividade (mS/cm)	2,1 ± 0,04	3,1 ± 0,15	3,6 ± 0,7	2,1 ± 0,03	3,0 ± 0,14	3,4 ± 0,7	1,5
Dureza Total (mg de CaCO₃/L)	256 ± 8	460 ± 45	409 ± 172	288 ± 25	467 ± 39	406 ± 159	500
Dureza do Cálcio (mg de CaCO₃/L)	55 ± 3	40 ± 7	113 ± 53	61 ± 16	38 ± 8	93 ± 25	500
Sólidos Totais (mg/L)	1199 ± 80	1802 ± 127	2290 ± 699	1090 ± 50	1705 ± 120	2096 ± 670	1000

A partir de uma avaliação preliminar dos dados médios para o poço 1 pode-se inferir que o filtro contribuiu na melhoria das especificações do pH em um aumento de 19,23%, redução da turbidez em 19,32%, redução da condutividade elétrica em 2,4% e redução dos sólidos totais dissolvidos em 6,47% quando comparados à água bruta. Enquanto que para a dureza, este filtro não contribuiu para sua melhoria neste poço.

Com relação à adequação dessas águas ao consumo humano, considerando os VMP da Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e a Portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, encerra-se que os parâmetros de pH, turbidez e durezas total e do cálcio estão de acordo, e que o filtro contribuiu para que elas melhorassem a qualidade da água nesses parâmetros. Enquanto que para os sólidos totais, o filtro não foi o suficiente para adequar-se às resoluções, mas auxiliou no processo de melhoria da água.

A partir de uma observação preliminar dos dados médios para o poço 2 pode-se concluir que o filtro foi mais eficaz e contribuiu para o aumento do pH em 25,68%, redução da turbidez em 26,39% e condutividade elétrica em 15,34%. A dureza total teve redução em 10,73% e sólidos totais dissolvidos em 6,88% quando comparados à água bruta. As porcentagens obtidas na redução e aumento dos parâmetros deste poço foram superiores aos do poço 1. Sendo o poço 2 com qualidade da água inferior ao poço 1, conclui-se que o filtro proporcionou melhores resultados para o poço com qualidade de água inferior.

Com relação à adequação dessas águas, conclui-se que os parâmetros de pH, turbidez e durezas total e do cálcio estão de acordo, e que o filtro contribuiu também na melhoria da qualidade da água nesses parâmetros. Enquanto que para os sólidos totais, o filtro ainda não foi suficiente para adequar-se às resoluções, no entanto, houveram reduções.

As águas do poço 3 se mostraram mais expressivas, trazendo novas conclusões e pontos de vista ao trabalho. As águas do mesmo evidenciavam uma diferença visual notável nas amostras. No entanto, nas duas últimas coletas, tal fato não ocorreu e as águas coletadas passaram a ser mais límpidas, indicando que o poço é perfurado em solo, e não em rocha como nos casos anteriores e como não é um manancial utilizado frequentemente ao abastecimento, como nos outros poços estudados, onde as retiradas de água sucessivas estavam provocando uma “renovação” do poço, explicando tal episódio.

Pode-se concluir que o filtro foi mais eficaz no poço 3, já que sua água é de qualidade inferior às anteriores. O tratamento contribuiu na melhoria das especificações do aumento do pH em 20,44%, redução da turbidez em 98,46%, condutividade elétrica em 14,36%, Dureza total em 10,30% e sólidos totais dissolvidos em 8,47%, quando comparados à água bruta.

Com relação à adequação dessas águas, percebe-se que os parâmetros de pH, turbidez e durezas total e do cálcio estão de acordo com as resoluções. O filtro foi capaz de fazer alterações em todos os parâmetros analisados. No entanto, para os sólidos totais não foi possível deixá-lo dentro do VMP das resoluções para consumo humano.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando-se agora os parâmetros de forma geral, pode-se ter uma visão do impacto do filtro em cada poço estudado.

O pH foi mais influenciado no Poço 2, em que o tratamento com filtro depois de clorado, o que não aconteceu no poço 3, aumentando o valor do pH.

O pH é um indicador fundamental de controle de desinfecção, pois influencia diretamente na velocidade de reação do cloro na água, por exemplo em pH elevado a cloração perde eficiência (GOMES, 2014).

As águas analisadas se mostraram alcalinas (pH maior que 8), o que é benéfico à saúde humana e possui um poder de hidratação superior às águas de menor pH. Segundo Freitas et al., o pH afeta na absorção de metais contidos na água pelo organismo humano através do trato gastrointestinal, podendo contribuir para fazer a absorção de metais ser muito alta ou muito baixa no homem.

Na turbidez, o filtro foi mais eficaz no poço 3, já que se tratava de águas mais turvas e com matéria orgânica. Durante as análises em laboratório também foi possível observar que às vezes no tratamento com cloro, a turbidez é elevada, mas após o tratamento com o filtro, ela se recupera e reduz a turbidez da água quando comparada à água bruta coletada.

A turbidez está relacionada à presença de material em suspensão na água; também é um indicador de qualidade da água considerado sentinela pela facilidade e agilidade de diagnosticar a situação da água, uma vez que os usos e as fontes de poluição podem causar alterações (GOMES, 2014).

A condutividade elétrica foi um dos parâmetros que mais chamou atenção no poço 2, evidenciando que com o tratamento proposto, partículas dissolvidas podem ser reduzidas e tornar a água mais pura. No entanto, vale lembrar que esse parâmetro continua fora do estabelecido pela resolução para água potável.

Conforme Jesus (2005), valores superiores a 1mS/cm proporcionam um sabor exagerado na água, que a torna “pesada”, segundo a definição popular, no intervalo de 1,5 a 2 mS/cm a água pode ser classificada como salobra. Apesar de a Portaria MS nº 2914/2011 não limitar o valor da condutividade elétrica para o consumo humano, este parâmetro é importante, pois relaciona-se à presença de íons, como o cloreto, que é nocivo à saúde humana.

Todas as amostras possuem valor acima de 1,5 mS/cm, portanto podem ser classificadas como águas salobras segundo Jesus (2005).

A dureza total e a dureza relacionada ao cálcio não apresentaram grandes alterações com o tratamento. Pode-se perceber que no poço 3 a presença de cálcio é mais constante, além de ter tido uma melhor eficiência devido à má qualidade da água.

A dureza afeta consideravelmente os usos domésticos, uma vez que as águas duras consomem grande quantidade de sabão e detergentes, dificultando o cozimento dos alimentos e o uso industrial, originando incrustações nas caldeiras, tubagens e radiadores. Em determinadas circunstâncias, a água dura pode afetar o organismo causando problemas de saúde como cálculos renais (JESUS, 2005).

Para os sólidos totais, o poço 3 foi o que apresentou maior redução neste parâmetro, porém foi também o que obteve maior valor final, visto que em nenhum dos poços a resolução foi atendida, e também devido à qualidade da água.

Portanto, de acordo com a classificação feita pela Resolução CONAMA nº 357/2005, as águas dos poços 1, 2 e 3 podem ser denominadas de águas salobras, como já comentado de acordo com a condutividade elétrica.

Na região do cristalino nordestino, as águas subterrâneas são normalmente salinas e apresentam valores de sólidos totais dissolvidos superiores a 2000 mg/L em 75% dos casos (REBOUÇAS, 2006).

No que se refere aos coliformes termotolerantes, as amostras de água bruta foram coletadas e ensaiadas em laboratório. Em todos os três poços, o resultado foi negativo, mostrando que as águas desses poços não apresentam contaminação externa, apesar da proximidade com canais urbanos que transportam águas pluviais e residuárias (canal em concreto, evidenciando isolamento do solo).

CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

Foi possível observar que o parâmetro mais afetado pelo filtro, nas águas dos três poços estudados, foi a turbidez. Enquanto que a dureza basicamente não teve grande alteração pós-passageira da água já clorada pelas velas de carvão ativado e prata coloidal.

A pesquisa mostrou que os Parâmetros mais influenciados pelo tratamento são a turbidez e o pH.

O beneficiamento no pH da água foi em torno de 20%, a condutividade chegou até 15% de melhora, os sólidos totais em torno de 7% de avanço. Já os coliformes termotolerantes foram originalmente negativos, assim não se avaliou a influência da filtração. Quanto a turbidez, apresentou melhorias significativas, chegando a 98,46% onde a água era mais “suja”. As durezas, total e do cálcio, não apresentaram melhora que tivesse alguma significação.

Nos resultados das análises físico-químicas, os parâmetros pH, turbidez, dureza total e relacionada ao cálcio e coliformes total estão de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria 2914/2011. Entretanto, os resultados dos parâmetros de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos apresentam que todas as amostras analisadas estão acima do valor máximo permitido. Portanto, a água dos poços pode ser considerada imprópria para o consumo humano.

O tratamento proposto na pesquisa torna-se válido para a utilização de águas subterrâneas para outros fins, considerados menos nobres, tais como em usos agrícolas ou industriais, assim como para parcial substituição da água corrente por essa água filtrada a fim de melhorar as características da água de consumo atual.

Futuros estudos acerca da aplicação deste filtro em águas residuárias ou de abastecimento, seriam necessários para obtenção de conclusões mais sólidas acerca da eficiência do filtro de velas cerâmicas filtrantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama número 357, 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2017.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama número 396, de 3 de abril de 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 18 mar. 2017.
4. CAPUCCI, E.; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientações aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 70 p.
5. FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cadernos de Saúde Pública – CSP.
6. GOMES, E. C. A. Avaliação da qualidade da água em edificações multifamiliares na cidade de Campina Grande – PB. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande. 2014.
7. JESUS, I. P. S. de. Caracterização dos aquíferos em meio cristalino da porção oeste da Bacia do Alto Tietê. 2005. 224 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotecnia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.
8. REBOUÇAS, A. da C. Águas subterrâneas. In: Águas doces no Brasil, 3ª ed. São Paulo – SP. Escrituras Editora, pp 111-144. 2006.
9. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. de. Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. Campina Grande, Paraíba: O Autor, 2001.