

I-183 - QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA EM FILTROS DE ARGILA DE USO DOMÉSTICO EM COMUNIDADES RURAIS

Juscelino Alves Henriques⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Especializando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Anglo Americano.

Rui de Oliveira

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). PhD em Engenharia Civil pela Universidade de Leeds - Inglaterra. Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Engenheira Civil e Arquiteta pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Doutora da Universidade Estadual da Paraíba.

Ruth Silveira do Nascimento

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) possui Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Adjunta da Universidade Estadual da Paraíba. Coordenadora de Programas e Projetos da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQPB).

Clarissa Câmara de Freitas

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Duque de Caxias, 46 - Centro - Ingá - Paraíba - CEP: 58380-000 - Brasil - Tel: (83) 9128-7328 - e-mail: henriqueskj@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de filtros cerâmicos caseiros no tratamento de águas provenientes de pequenos açudes para consumo humano. Os filtros cerâmicos caseiros apresentam uma enorme contribuição para o tratamento da água, primordialmente em comunidades rurais difusas. O sistema de tratamento monitorado foi composto por um filtro cerâmico caseiro provido de vela porosa, filtrando água bruta sem nenhum tratamento prévio. Foram realizadas análises de turbidez, cor aparente, condutividade elétrica, pH, DQO e *Escherichia coli*. O tratamento foi eficiente para a diminuição da turbidez e da cor aparente, podendo os resultados ser comparados com os padrões de potabilidade brasileiros. Os filtros caseiros construídos de argila ainda são dispositivos importantíssimos para a potabilização da água em comunidades difusas, especialmente em regiões de clima semiárido, as quais sofrem constantemente de pobreza hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, Filtros caseiros, Remoção de cor e turbidez, Comunidades rurais.

INTRODUÇÃO

Um dos importantes aspectos do saneamento básico é a potabilização da água de abastecimento público, com vistas a uma sadia qualidade de vida e bem estar humano. Nos grandes centros urbanos, especialmente no Nordeste do Brasil, este serviço ainda é realizado de forma precária e, muitas vezes, intuitiva. A situação é ainda pior nas comunidades rurais difusas, as quais não contam com sistemas públicos de abastecimento de água; nessas localidades, muitas vezes, o abastecimento só é realizado graças aos carros-pipa e, na falta destes, lança-se mão de águas provenientes de barreiros, cacimbas, poços e pequenos açudes.

As águas provenientes desses tipos de mananciais representam grande risco à população por elas abastecida, pois, muitas vezes, apresentam elevada turbidez e cor aparente, especialmente em períodos chuvosos, devido à grande quantidade de partículas em suspensão e coloidais e matéria orgânica dissolvida. Muitas vezes, esses indicadores se apresentam em não conformidade com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria

2914/2011 do Ministério da Saúde, o que representa uma ameaça à saúde dos moradores que se abastecem dessas águas.

Segundo o IBGE (2010), no Brasil, 15,64 % da população reside no meio rural, o que representa um total de aproximadamente 5,5 milhões de famílias (BRASIL, 2012). Desse número de famílias, menos da metade tem acesso ao serviço público de abastecimento (2.174.414 famílias); quase a metade é abastecida por poços e/ou nascentes, e quase 700 mil por outros tipos de abastecimento (BRASIL, 2012). Ainda de acordo com Brasil (2012), aproximadamente 3,45 milhões de famílias utilizam água tratada, sendo este tratamento realizado por filtração e/ou fervura e/ou cloração, e 2.049.236 famílias não utilizam nenhum tipo de tratamento para suas águas, fato preocupante, especialmente para as autoridades de saúde, demandando tecnologias simples e de baixo custo que possam ser aplicadas no tratamento dessas águas.

A água proveniente de barreiros, cacimbas e similares, apresenta elevada turbidez, característica da água associada à dificuldade de passagem de luz; na linguagem informal é dito que a água está “barrenta”.

A turbidez é um indicador físico da qualidade da água, sendo preconizado, pela Portaria 2.914/2011, um valor máximo de 0,5 uT, após filtração direta ou tratamento completo em ETA's, e de 5 uT, em qualquer ponto da rede de distribuição, além de ser um indicador sentinela da qualidade da água, segundo a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006). A turbidez é devida à presença de materiais em suspensão, tais como matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, fitoplâncton e outros organismos microscópicos. O grande inconveniente da turbidez é que ela pode estar associada a microrganismos presentes na massa líquida, trazendo assim sérios perigos às populações que se utilizam de águas turvas, além de causar rejeição por parte da população devido ao seu aspecto “barrento”.

Além da turbidez, outra importante característica marcante nas águas provenientes desses mananciais é a cor. Nas águas superficiais a cor, na sua forma natural, está relacionada à presença de material orgânico que, na sua degradação, forma os ácidos húmico e fúlvico que, por sua vez, irão conferir cor à água. Este indicador pode ser medido como cor aparente, fração contendo o particulado suspenso, e a cor verdadeira, fração mensurada após centrifugação ou filtração da amostra em papel-filtro, com vistas à remoção do material suspenso (LIBÂNIO, 2008). O padrão de potabilidade estabelece um valor de 15 unidades de cor (uC) para a cor aparente. O excesso de cor também é objeção quanto ao uso da água por parte da população, principalmente quando a água se apresenta esverdeada.

No que concerne ainda ao acondicionamento de água para uso direto, na maioria das vezes, são utilizados utensílios confeccionados em material cerâmico, tais como potes, jarras, e o mais comum e mais recomendável que é o filtro com velas porosas. No entanto já é sabido que, com o acesso cada vez maior à eletricidade e com o aumento da renda familiar, muitos moradores dessas comunidades rurais difusas utilizam geladeiras, dessa forma, muitas vezes, preferem envasar as águas destinadas ao uso nobre. Mesmo com os refrigeradores ainda se faz necessário o uso dos filtros, já que o mesmo oferece uma maior segurança aos consumidores, pelo fato de realizar uma etapa importante no tratamento convencional da água.

Esses filtros caseiros são compostos de cartucho de porcelana porosa ou outro material similar, podendo ou não conter carvão ativado em seu interior, tendo uma de suas extremidades vedada, e na outra a saída da água filtrada (Figura 1), eles podem ser chamados de “vela de Lambreth” ou simplesmente “vela” (ALVES & ASSIS, 1999). Essas velas possuem dimensões variadas, de acordo com o fabricante, sendo compostas de alumina e argila, e são fabricadas com porosidade que varia de 1 a 20 μm (ALVES & ASSIS, 1999), isso demonstra a vulnerabilidade que há nessas velas para alguns compostos químicos orgânicos, inorgânicos e micróbios, que podem passar por esses poros, muito embora a água filtrada ainda seja considerada relativamente segura.

Figura 1 – Ilustração das velas utilizadas em filtros caseiros.



O presente trabalho teve por objetivo avaliar a remoção de cor aparente e turbidez, condutividade elétrica, pH, DQO e *Escherichia coli* em águas provenientes de pequenos açudes, destinadas ao consumo humano em comunidades rurais da Mesorregião Agreste paraibana, com a utilização de filtros caseiros cerâmicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado com as águas de um pequeno açude localizado no Sítio São João (7° 17' 4,8'' - Sul, 35° 38' 13,7'' - Oeste e cota de 179 m), na comunidade rural de Batente de Pedra, no município de Ingá – Paraíba, Nordeste do Brasil.

O Sítio Batente de Pedra dista aproximadamente 2 km da sede do município, segundo dados da Secretaria de Agricultura do Município de Ingá. Nessa localidade residem aproximadamente 20 famílias, totalizando 75 habitantes, onde estes, na sua maioria, são abastecidos por água proveniente de carros-pipa e cisternas particulares, construídas pelos próprios moradores, tendo apenas uma sido construída por programa governamental.

A coleta da água no manancial estudado (Figura 2) foi realizada semanalmente e sempre no mesmo horário (5h 30min), durante 7 semanas, entre abril e maio de 2012, sendo a mesma realizada com o auxílio de um recipiente de polietileno de 20 L de capacidade.

Figura 2 – Vista completa do “Açude de João Mago”, Sítio Batente de Pedra, Ingá.



Posteriormente, essa água era transportada até o Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande. No laboratório, era feito o enchimento do filtro, com a água bruta, sem que a mesma fosse submetida a qualquer tipo de tratamento prévio. O sistema de tratamento de água era constituído de um filtro caseiro (Figura 3) provido de uma vela porosa de material cerâmico. Após a filtração de pelo menos metade da água contida na parte superior do filtro, era realizada a coleta das amostras (aproximadamente 500 ml) para as análises de Cor aparente e Turbidez.

Figura 3 – Filtro utilizado no sistema estudado.



De acordo com a Portaria 2.914/2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a turbidez deve apresentar valor de 1 uT após a filtração lenta e de 5 uT em qualquer ponto do sistema de distribuição de água, sendo este o valor máximo considerado neste trabalho. A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico com a

utilização de turbidímetro portátil (MS TECNOPON modelo TB-1000) provido de fonte de luz de filamento de tungstênio.

Para água potável a cor aparente deve apresentar valores máximos de 15 Unidades Hazen (uH) (Portaria 2.914/2011). A cor aparente foi determinada através do método da comparação com padrões de cor da escala platina-cobalto com a utilização de aparelho comparador.

Para água de abastecimento humano o padrão de potabilidade exige que a água apresente valores de pH entre 6,0 e 9,5. O pH foi determinado pelo método potenciométrico com medidor de pH portátil (HANNA Instruments modelo HI 221), calibrado com soluções tampões de pH 7 e 9.

Em águas naturais a condutividade elétrica ou condutância específica representa a facilidade que a mesma apresenta em conduzir corrente elétrica, sendo esta propriedade agregada da água relacionada à presença de íons na massa líquida (SILVA & OLIVEIRA, 2001). O padrão de potabilidade ora em vigor não faz qualquer referência quanto ao indicador aqui apresentado. A condutividade foi determinada com o uso de um condutivímetro (TECNAL – Condutivímetro TEC-4MP).

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um indicador da presença de matéria orgânica na água; como o próprio nome diz a DQO quantifica de modo equivalente o oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica. Não há recomendação dos padrões de potabilidade ora em vigor para esse indicador. A DQO foi determinada pelo Método da Refluxação Fechada do Dicromato de Potássio em bloco digestor a 150°C, por duas horas, de acordo com Silva & Oliveira (2001), e, por fim foi realizada titulação com Sulfato Ferroso, utilizando como indicador a Ferroína.

A Portaria 2.914/2011 preconiza que água para abastecimento humano, após tratamento convencional deve ser isenta de Coliformes totais e consequentemente de *E. coli* em 100 ml da amostra coletada, embora a mesma Portaria admita que, para cidade de até 20.000 habitantes, uma amostra, dentre as analisadas mensalmente seja positiva, ou em 95% das mesmas em sistemas que abastecem mais que 20.000 habitantes. O indicador *E. coli* foi determinado pelo Método Enzimático de substrato definido – Colilert.

Todas as análises realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Após a aquisição dos dados referentes às análises realizadas, os mesmos foram digitados em planilhas do Programa Excel do Pacote Microsoft Office 2010 e, posteriormente, foram confeccionados gráficos para melhor apresentar os resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), a água proveniente do manancial em estudo (Tabela 1) foi classificada entre as classes 2 e 3, podendo a mesma ser destinada ao abastecimento humano, desde que passe por tratamento convencional ou avançado.

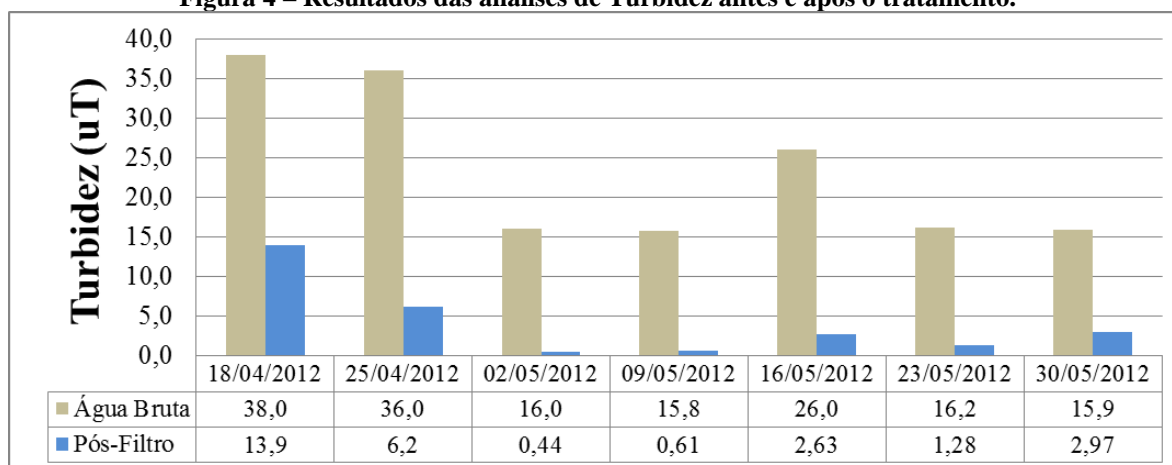
Tabela 1 – Resultados das análises realizadas na água bruta em estudo.

INDICADOR	VALOR (Média de 7 análises realizadas)
Turbidez (uT)	23,41
Cor Aparente (uC)	137,14
Ph	7,64
Condutividade (µS/cm)	213,00
DQO (mg/L)	54,00
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	1970,54
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	124,31

A Figura 4 ilustra o comportamento da Turbidez antes e após o tratamento utilizado. É possível observar que todos os valores de turbidez na água bruta foram superiores ao preconizado pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. No entanto, também pode ser constatado que, após o segundo experimento, todos os

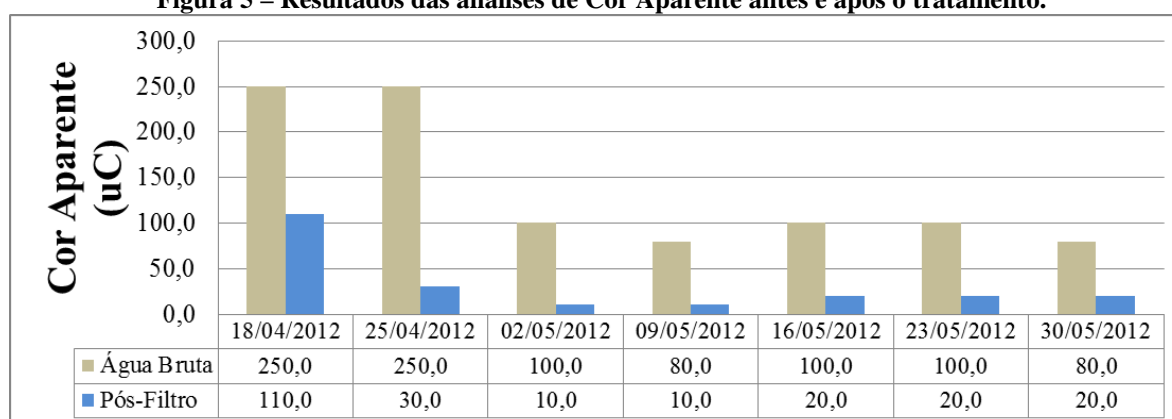
valores desse indicador ficaram dentro do recomendado pela mesma Portaria, o que pode ser justificado pela formação do filme biológico na superfície da vela do filtro.

Figura 4 – Resultados das análises de Turbidez antes e após o tratamento.



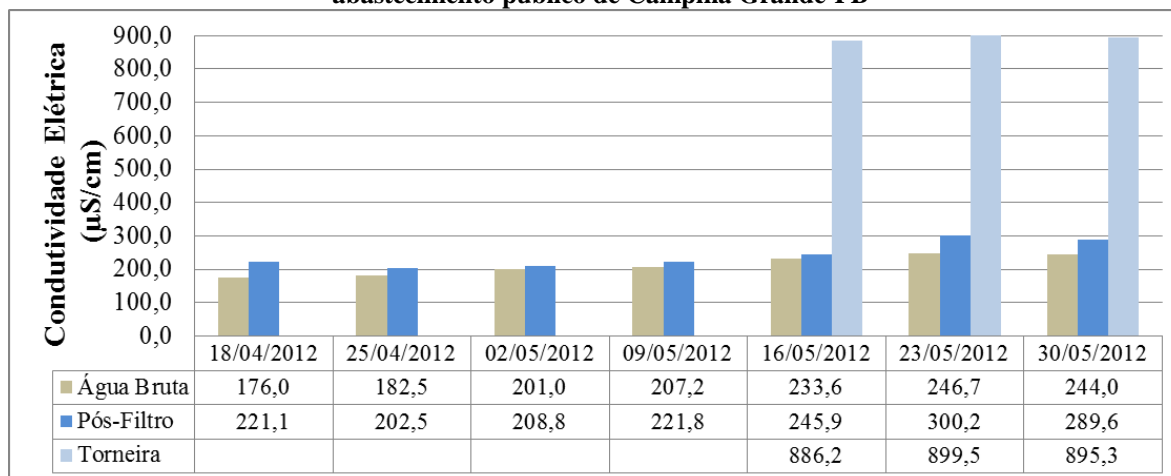
A Figura 5 ilustra o comportamento da Cor aparente antes e após o tratamento, onde é observado que em todas as análises na água bruta os valores deste indicador se apresentaram acima do preconizado pelo padrão de potabilidade de água para consumo humano. Após a filtração houve uma significativa redução da Cor aparente em todos os tratamentos. No entanto, apenas no 3º e no 4º houve a adequação ao padrão de potabilidade, sendo evidenciada a necessidade de um pré ou pós-tratamento para a água estudada.

Figura 5 – Resultados das análises de Cor Aparente antes e após o tratamento.



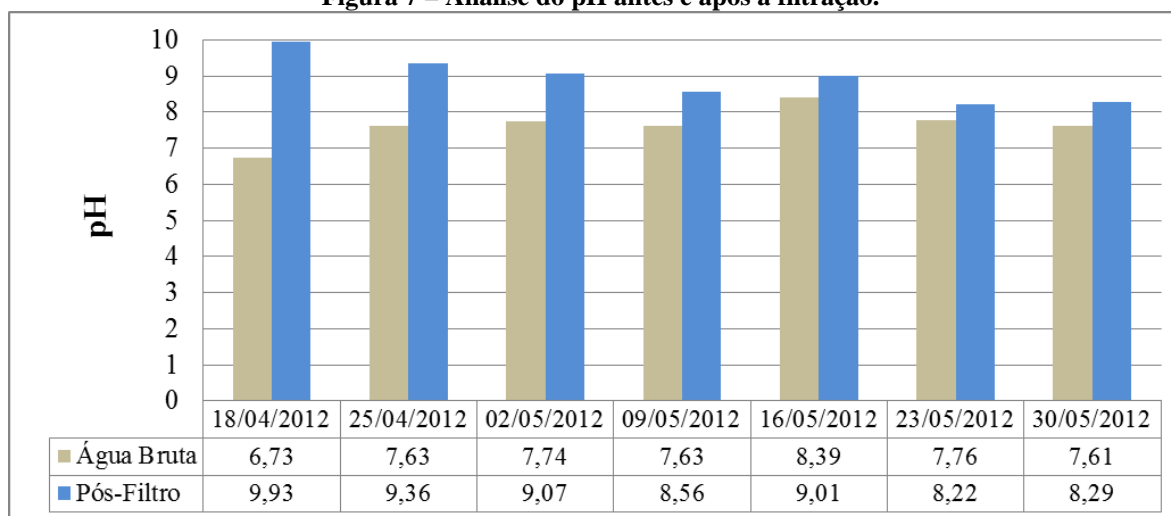
No que se refere à condutividade elétrica (Figura 6), foi verificado que, este indicador se manteve entre 170 e 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e que após o filtro houve um aumento significativo no seu valor, sendo isso relacionado à constituição das velas dos filtros, por serem de material cerâmico, o que permite o desprendimento, mesmo que em pequenas frações, de alguns sais à água filtrada.

Figura 6 – Comportamento da condutividade elétrica nas etapas de tratamento e na água de abastecimento público de Campina Grande-PB



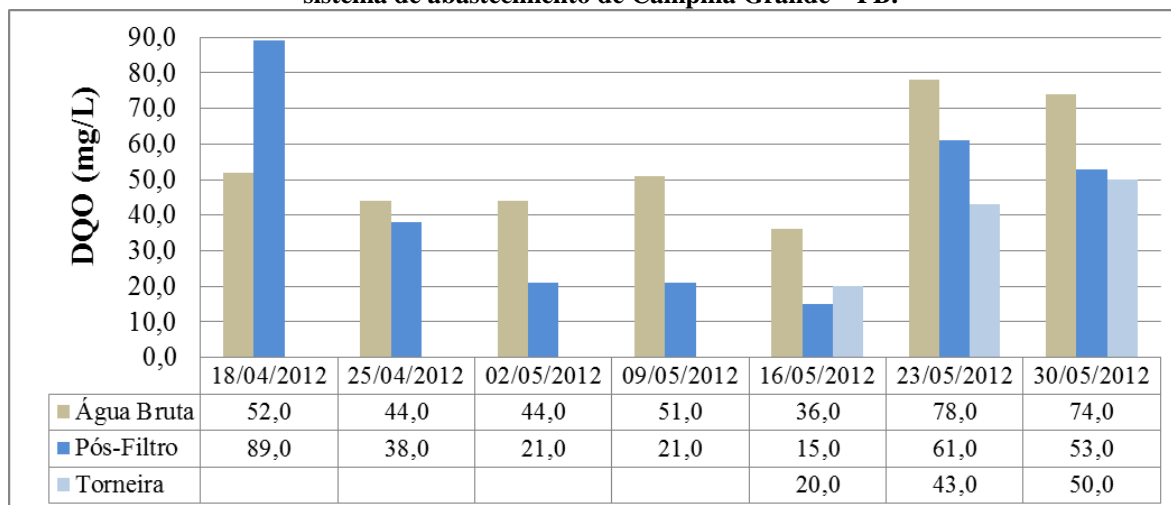
A Figura 7 ilustra os valores de pH no tratamento, sendo observado que, nos ensaios iniciais, os valores de pH, pós-filtração, aumentaram significativamente, estando isso relacionado à idade e composição da vela do filtro, já que a mesma estava nova e, por ser confeccionada em material argiloso, possui características básicas. Com exceção da primeira batelada, as demais de mantiveram abaixo do preconizado pelo padrão de potabilidade ora em vigor.

Figura 7 – Análise do pH antes e após a filtração.



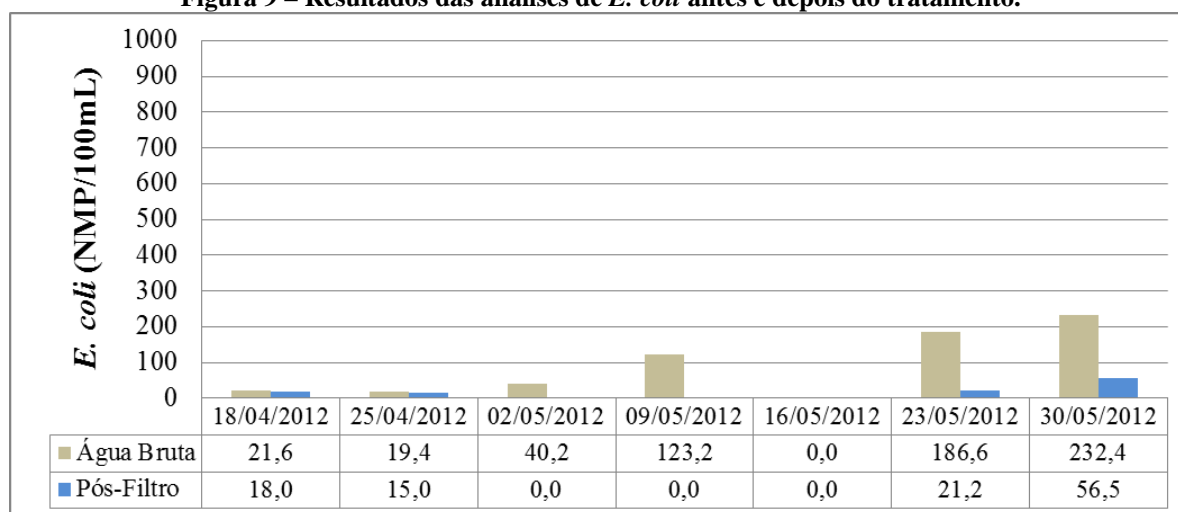
Para a Demanda Química de Oxigênio (DQO), conforme é ilustrado na Figura 8, inicialmente, houve um aumento da mesma, no entanto, após a presumível formação do filme biológico na vela do filtro, houve uma diminuição significativa deste indicador. Foi constatado que os valores de DQO se mantiveram acima do valor encontrado na água de abastecimento de Campina Grande, com exceção da batelada realizada no dia 16/05/2012.

Figura 8 - Resultados da DQO nas etapas de tratamento da água e sua comparação com a água do sistema de abastecimento de Campina Grande – PB.



Para o indicador *Escherichia coli*, tendo como referência o que preconiza o padrão de potabilidade de água para consumo humano, só houve conformidade nas 3ª e 4ª bateladas (Figura 9). A diminuição desse indicador pode estar associada à idade do filme biológico, o que pode facilitar a remoção do mesmo. Na 5ª batelada não foi realizada análise nesse indicador.

Figura 9 – Resultados das análises de *E. coli* antes e depois do tratamento.



CONCLUSÕES

É possível concluir que os filtros cerâmicos caseiros ainda são dispositivos importantíssimos para a potabilização da água em comunidades difusas, especialmente em regiões de clima semiárido, as quais sofrem constantemente de pobreza hídrica. No entanto faz-se necessária a aplicação de outros métodos de tratamento, tais como fervura da água, adição de algum coagulante natural e a aplicação de hipoclorito de sódio, já que o mesmo é distribuído gratuitamente pelo serviço público de saúde.

É recomendado o aprofundamento desse estudo, sobretudo considerando a problemática enfrentada pelas populações de regiões de clima semiárido. Para tanto, se faz necessária a aplicação de outros indicadores de qualidade da água, especialmente os microbiológicos, os quais podem atestar melhor a eficiência do tratamento proposto e, conseqüentemente, a qualidade sanitária dessas águas, bem como outros indicadores físico-químicos, a serem escolhidos de acordo com as condições de reservação que a água bruta irá se encontrar, bem como do tratamento que será dado à mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, C. R.; ASSIS, O. B. G.. *CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E DA EFICIÊNCIA DE FILTRAGEM DE VELAS CERÂMICAS POROSAS MODIFICADAS*. Comunicado Técnico nº 31. São Carlos: EMBRAPA, 1999.
2. BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
3. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
4. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria 2.914, 14 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. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
5. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. DATASUS. *Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB) – Situação de Saneamento – Brasil*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/siabcBR.DEF>>. Acesso em: 22 mar 2012.
6. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mar 2012.
7. LIBÂNIO, M.. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 2 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.
8. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. de. *MANUAL DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIAS*. Campina Grande: O Autor, 2001.