

I-040 - TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO UTILIZANDO FILTRAÇÃO LENTA EM AREIA EM COLUNA VERTICAL DE FLUXO RADIAL, SEGUIDA DE COLUNA DE CARVÃO ATIVADO GRANULAR (CAG)

Nelson Giovanini Junior

Graduando em Engenharia Civil.

Edson Pereira Tangerino

Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Ilha solteira.

Gustavo Moreira Colletti

Graduando em Engenharia Civil.

Endereço⁽¹⁾: Alameda Bahia, 550 – Ilha Solteira - SP - CEP: 15385-000 - Brasil - Tel: +55 (18) 3743-1261
e-mail: **nelson_roxx@hotmail.com**

RESUMO

A água destinada ao consumo humano deve seguir critérios de qualidade estipulados por normas e para que sejam atendidos esses critérios é necessária a utilização de tecnologias no tratamento dessa água visando alcançar a qualidade e o bem-estar da comunidade que será abastecida por essa água. Uma dessas tecnologias é a filtração, que consiste na remoção tanto de macro quanto microrganismo da água. A instalação piloto foi montada junto ao lago localizado no Bairro Ipê em Ilha Solteira – SP. Esta pesquisa consistiu na utilização de um sistema de filtração lenta com dois filtros de coluna vertical, de fluxo radial, sendo que no primeiro o material filtrante era areia e no outro era carvão ativado granular(CAG). Os filtros foram instalados, em série, e para análise dos resultados, foram coletadas amostras de água antes de entrar no primeiro filtro, entre o primeiro e o segundo filtro e após o segundo filtro. Foram avaliadas as reduções da quantidade de matéria orgânica e sólidos suspensos, presentes na água, através da evolução dos valores dos parâmetros cor, turbidez e absorvância, nas amostras coletadas. Os resultados encontrados indicaram redução de todos os valores dos parâmetros analisados, sendo a redução máxima obtida de 98,5% para a cor aparente.

PALAVRAS-CHAVE: Filtração lenta, filtro de fluxo radial.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da civilização moderna resultou em uma maior utilização dos recursos hídricos, destacando-se o uso para abastecimento público, irrigação, recreação, uso industrial, navegação, aquicultura entre outros. Dessa forma, problemas relacionados à degradação de mananciais e lagos tendem a aumentar. Uma das consequências da deterioração de mananciais é a eutrofização (aumento excessivo da quantidade de algas presentes na água) causada tanto pelo enriquecimento artificial ou não da água por nutrientes. Segundo TAVARES (2008), um ambiente eutrófico apresenta características como transparência limitada, alto teor de nutrientes e matéria orgânica no sedimento e na água, alto potencial para produção de biomassa, perda de biodiversidade e florações de algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas, sendo necessário o tratamento dessa água.

Com esse acentuado aumento da utilização dos recursos hídricos se fez necessário o desenvolvimento de tecnologias para melhorar o tratamento de água. Segundo TAVARES (2008), uma dessas tecnologias é a filtração lenta, que é um processo de tratamento que, através da passagem da água por meio granular, possibilita a melhora de suas características químicas, físicas e bacteriológicas, a ponto de torná-la adequada ao consumo humano, após desinfecção final.

Nos filtros lentos de areia, o tratamento da água acontece através de processos físico-químicos e biológicos. Segundo Di BERNARDO (2005), o biofilme que se desenvolve sobre camada de areia, o “schmutzdecke”, é uma comunidade heterogênea que consiste em bactérias, algas, protozoários, invertebrados e seus produtos extracelulares, etc., além de precipitados de ferro e manganês, quando esses metais se encontram no afluente. Além disso, a filtração lenta em areia constitui uma tecnologia de tratamento caracterizada como eficiente barreira microbiológica, apta a produzir efluentes com baixa quantidade de impurezas suspensas e dissolvidas, de bactérias, de vírus entéricos e de protozoários.

Os filtros lentos de carvão ativado granular (CAG), segundo a literatura, tem se mostrado eficiente na absorção de compostos orgânicos naturais e sintéticos. Todos confirmaram que o carvão proporciona aumento de remoção de cor, sabor e odor no efluente do filtro lento, reduzindo também os subprodutos da desinfecção.

Os filtros lentos de areia e carvão ativado granular, utilizados nesse projeto, foram envoltos por uma manta não-texturizadas com o intuito de facilitar a limpeza e prolongar a duração das carreiras. Na literatura, é possível observar que o emprego de mantas não-texturizadas como primeira camada do meio filtrante também apresentou bons resultados na remoção de sólidos suspensos e algas.

Os parâmetros observados para analisar a remoção da matéria orgânica, através da filtração lenta, foram: turbidez, cor verdadeira, cor aparente e absorvância. Os resultados foram analisados baseados nos valores permitidos para esses parâmetros segundo portaria 2914.

O parâmetro turbidez é o grau de interferência com passagem da luz através da água, sendo o constituinte responsável sólidos em suspensão, tendo com origem partículas de rochas, argila, algas e outros microorganismos. Segundo Di Bernardo, *“a eficiência de um filtro está diretamente relacionada com a turbidez da água após o processo de filtração, visto que a turbidez está relacionada com a quantidade de microrganismo presente na água.”*

O parâmetro cor está relacionado com a coloração da água, sendo os constituintes responsáveis os sólidos em suspensão e dissolvidos, originários da decomposição de matéria orgânica (vegetais), ferro e manganês. A diferença entre cor aparente e cor verdadeira é que na aparente, está incluída a parcela de sólidos suspensos da água e na verdadeira corresponde aos sólidos dissolvidos.

O parâmetro absorvância, segundo Di Bernardo (2003), está diretamente relacionado com a presença de matéria orgânica.

Segundo TAVARES (2008), a filtração lenta apresenta algumas vantagens sobre o tratamento de ciclo completo, destacando-se, segundo Murtha e Heller (1999), Ferraz (2001) e Di Bernardo e Dantas (2005): ausência do emprego de coagulantes; necessidade de pouco ou nenhum maquinário; não requer mão-de-obra especializada; não utiliza água tratada no processo de limpeza e a estação de tratamento tem baixo custo de operação.

A filtração lenta pode ser recomendada principalmente em comunidades de pequeno e médio porte, que necessitem de um eficiente tratamento de água com um baixo custo de implantação, manutenção e operação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dois filtros com mesmo tamanho, porém com materiais filtrantes diferentes, ligados em série. Os materiais filtrantes foram a areia e carvão ativado granular, respectivamente, e estes materiais foram envoltos por uma manta não-texturizada sintética. A forma e dimensão do filtro utilizado encontram-se detalhado na figura 1 e a instalação utilizada na figura 2.

Conforme figura 1, o filtro possui área útil de 0,2827 m². Na figura 2 estão apresentados os pontos de coletas das amostras que foram analisadas e uma esquema geral da instalação. Para verificar o rendimento dos filtros, foram medidas as taxas de filtração do sistema (duas taxas diferentes) e realizados os ensaios de cor (aparente e verdadeira), turbidez e absorvância sendo estes alguns dos parâmetros utilizados para a análise da potabilidade da água (segundo portaria 2914 de 2011). Para obtenção dos resultados das análises os ensaios foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Eng. Civil utilizando os aparelhos que constam na tabela 1.

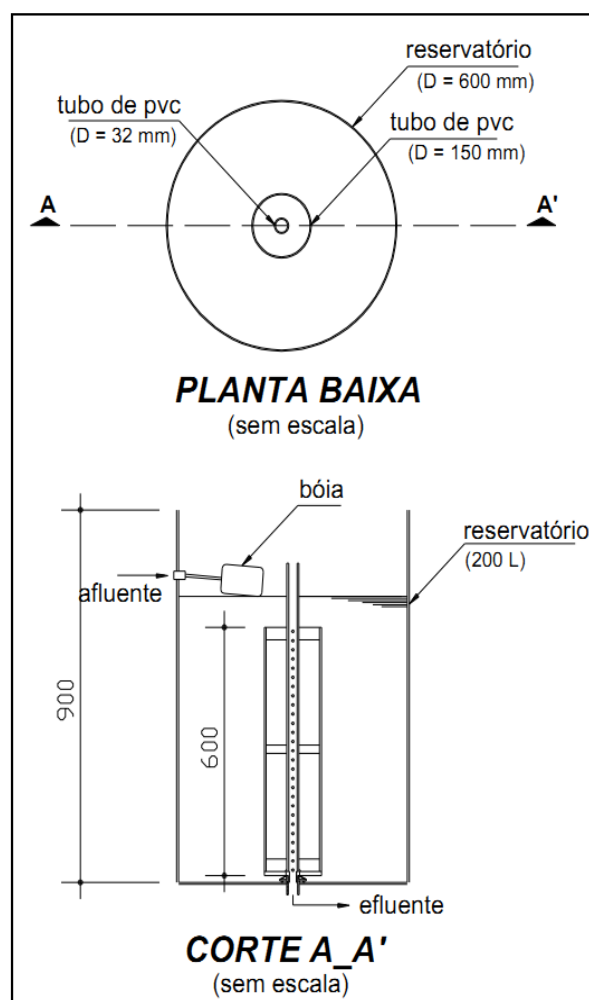


Figura 1 – Dimensões dos filtros utilizados. (TAVARES,2008)

Tabela 1 – Equipamentos utilizados nos ensaios.

Parâmetros	Equipamentos
Turbidez	Turbidimeter 2100-NA-HACH
Absorvância ($\lambda = 254\text{nm}$)	Espectrofotômetro-DR-5000-HACH
Cor ($\lambda=455\text{nm}$)	Centrífuga – 3500rpm Espectrofotômetro-DR-5000-HACH

Tabela 2 – Período de coleta dos dados e taxa de filtragem.

Período	Taxa
26/09/11 à 10/11/11	1,67 m ³ /m ² .dia
19/03/12 à 18/05/12	2,49 m ³ /m ² .dia

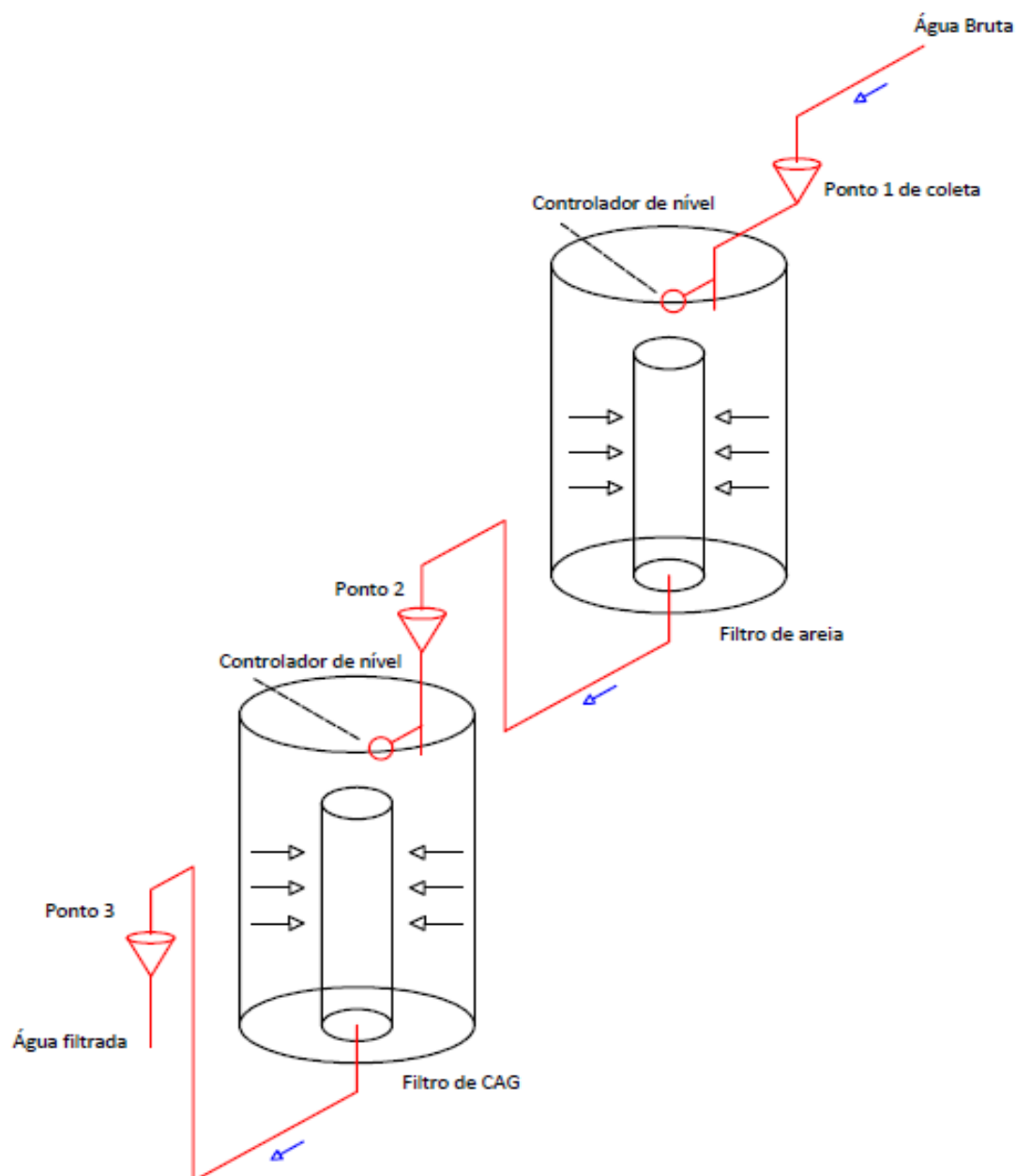


Figura 2 – Esquema de instalação dos filtros (sem escala)

As amostras foram coletadas de duas a três vezes por semana, durante aproximadamente 10 semanas, para cada uma das diferentes taxas de filtração, conforme figura 2. O período de coleta e as taxas de filtração encontram-se na tabela 2.

RESULTADOS

Os resultados obtidos através das análises para a taxa de $1,67 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ estão na tabela 3 e para a taxa de $2,49 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ na tabela 4, que constam no anexo deste trabalho. A seguir são mostrados os gráficos dos resultados uma vez que eles fornecem uma melhor visualização dos resultados obtidos.

O conjunto de figuras 1.a – 1.d apresenta os parâmetros para a taxa de filtração de $1,67 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e o conjunto de figuras 2.a – 2.d para a taxa de $2,49 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$.

Resultados para a taxa de filtração de $1,67 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{dia}$:

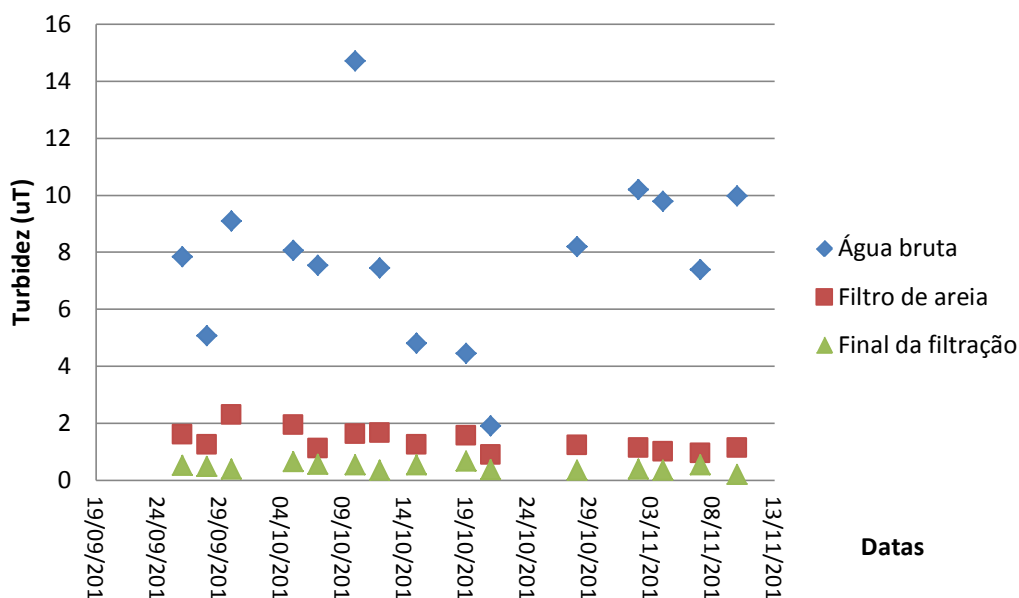


Figura 1.a – Variação dos valores de Turbidez durante o período de 26/09/11 à 10/11/11

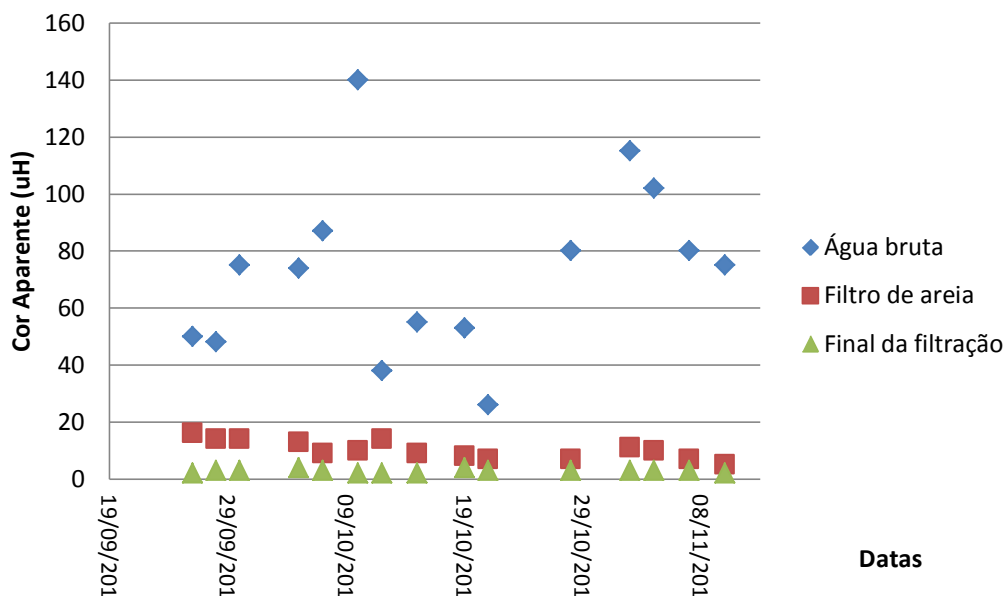


Figura 1.b – Variação dos valores da Cor Aparente durante o período de 26/09/11 à 10/11/11

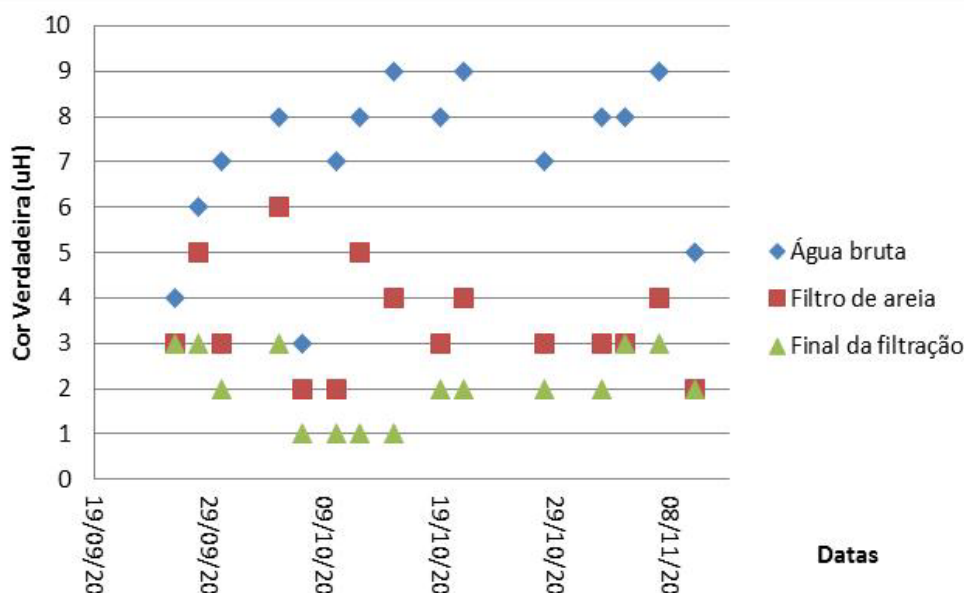


Figura 1.c – Variação dos valores da Cor Verdadeira durante o período de 26/09/11 à 10/11/11

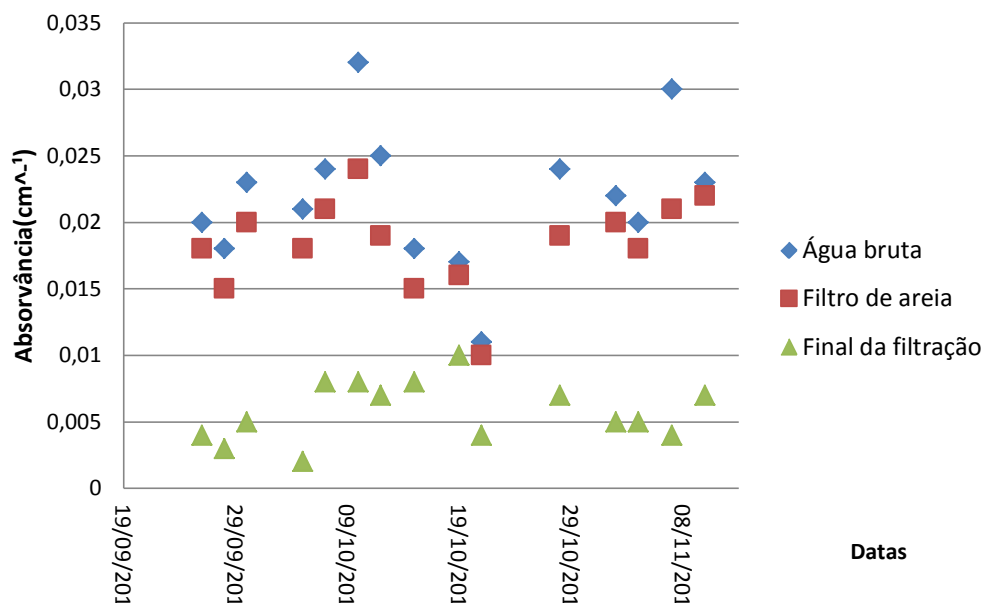


Figura 1.d – Variação dos valores da Absorvância durante o período de 26/09/11 à 10/11/11

Analisando o conjunto de figuras 1, para a taxa de filtração de 1,67 m³/m².dia, é possível observar que houve a redução de todos os valores dos parâmetros quando comparado os valores encontrados na água bruta (Ponto 1) e na água filtrada (Ponto 3). Na figura 1.a, referente ao parâmetro turbidez, a maior redução ocorreu no dia 10/10/2011 e foi de aproximadamente 96%, sendo a média igual a 94%; na figura 1.b, referente ao parâmetro cor aparente, a maior redução foi de 98,5% no dia 10/10/2011 e a média de 96,1%; na figura 1.c, referente ao parâmetro cor verdadeira, a maior redução foi de 89% no dia 15/10/2011, com média de 71%; na figura 1.d, referente ao parâmetro absorvância, a maior redução foi de 90,5% e ocorreu no dia 05/10/2011, sendo a média de 73%.

Resultados para a taxa de filtração de 2,49 m³/m³.dia:

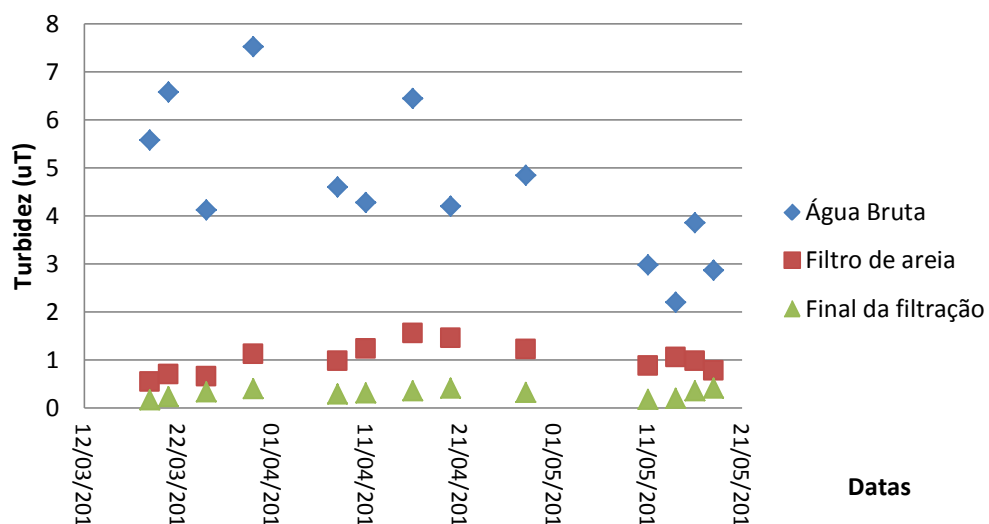


Figura 2.a – Variação da Turbidez durante o período de 19/03/12 à 18/05/12

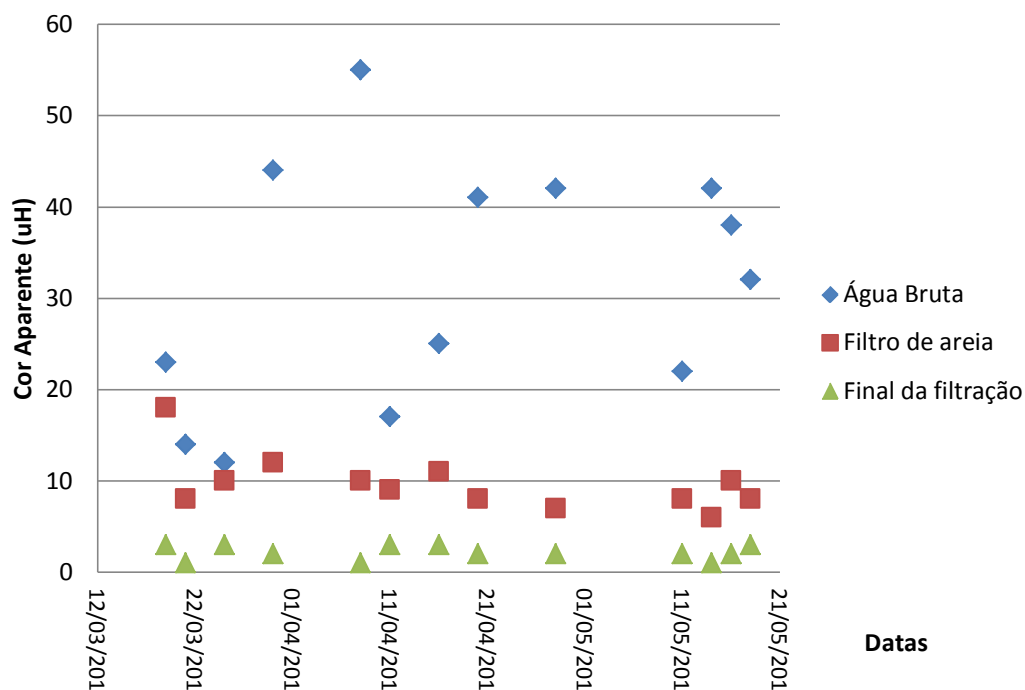


Figura 2.b – Variação da Cor Aparente durante o período de 19/03/12 à 18/05/12

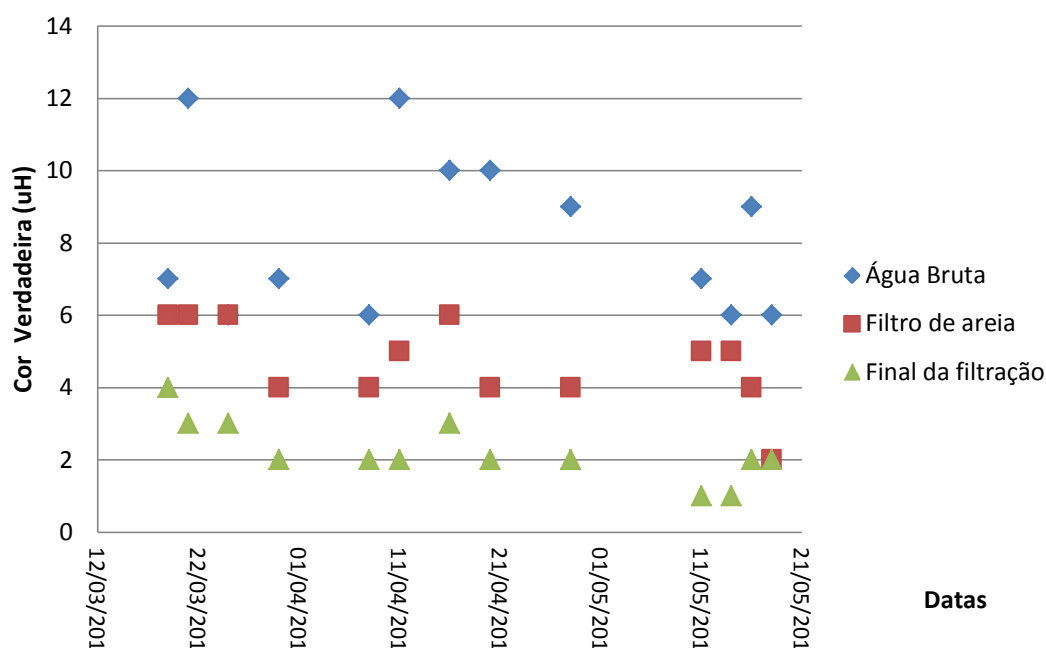


Figura 2.c – Variação da Cor Verdadeira durante o período de 19/03/12 à 18/05/12

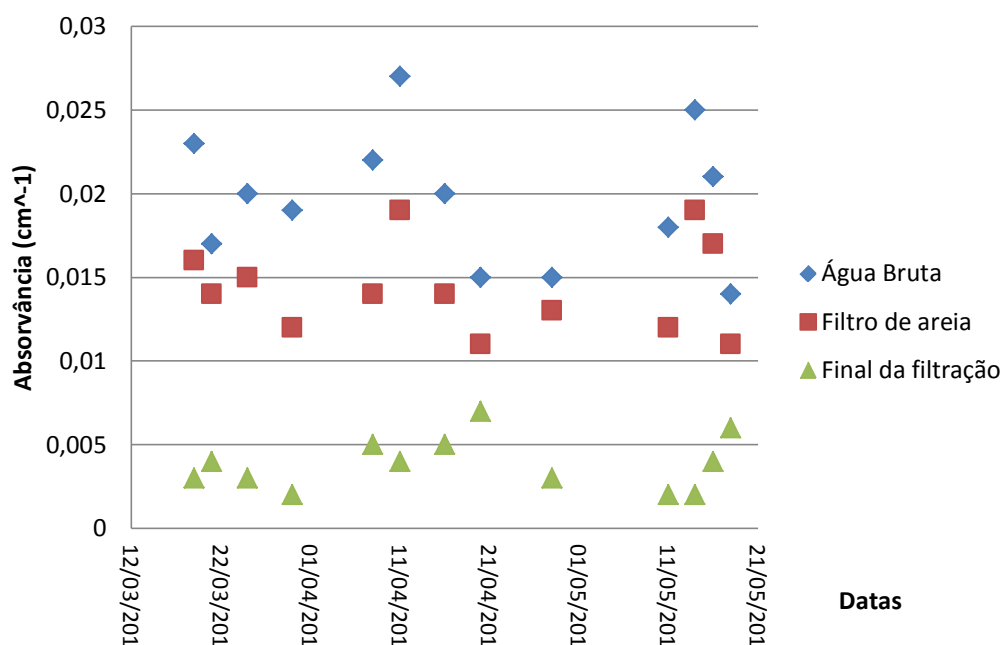


Figura 2.d – Variação da Absorvância durante o período de 19/03/12 à 18/05/12

Assim como o conjunto de figuras 1, o conjunto de figuras 2 também apresentou uma redução em todos os parâmetros observados para a taxa de filtração de 2,49 m³/m².dia. Na figura 2.a, referente ao parâmetro turbidez, a maior redução ocorreu no dia 19/03/2012 e foi de aproximadamente 96,9%, sendo a média igual a 93,4%; na figura 2.b, referente ao parâmetro cor aparente, a maior redução foi de 98,2% no dia 08/04/2012 e a média de 93,1%; na figura 3.c, referente ao parâmetro cor verdadeira, a maior redução foi de 85,7% no dia 11/05/2012, com média de 72,8%; e na figura 4.d, referente ao parâmetro absorvância, a maior redução foi de 89% e ocorreu no dia 05/10/2011, sendo a média de 81%.

Analisando os resultados obtidos para o parâmetro turbidez, é possível observar que no segundo ponto, após a passagem somente pelo filtro de areia, os valores obtidos satisfazem os valores considerados adequados para o consumo humano, isso não ocorre com os parâmetros: cor aparente e verdadeira, onde os valores considerados adequados pela portaria só são obtidos no ponto 3, mostrando a importância do filtro de carvão ativado como polimento para a remoção da cor.

CONCLUSÕES

Com os dados obtidos é possível afirmar que o experimento foi satisfatório na remoção da cor (verdadeira e aparente) e turbidez, ou seja, removeu o material orgânico presente na água a certo ponto em que é possível classificar a água como dentro dos padrões de potabilidade.

Quanto ao parâmetro turbidez, houve a redução dos valores para níveis considerados adequados para o consumo humano (até 2 uT, para filtração lenta, segundo portaria 2914 de 2011), após a passagem pelo filtro de areia somente. A remoção total, após a passagem pelo filtro de carvão ativado granular, apresentou valores de reduções de até 96%.

Foram obtidas remoções de cor aparente em torno de 98,5%, mostrando a importância da coluna de polimento para a remoção da cor.

A instalação apresentou bons resultados quanto à remoção de absorvância, com pico de redução de até 90,5%.

Verificou-se a eficiência dos filtros de fluxo radial, para as taxas de 1,67 m³/m².dia e 2,49 m³/m².dia, sendo uma alternativa para os filtros planos que necessitam de uma área maior para atingir taxas de filtração semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TAVARES, M. B. (2008) - Utilização de colunas verticais de filtração em manta e areia como pré-tratamento de filtro lento. Documento Online: <<http://tinyurl.com/9bmtwzw>> - Visitado em 22/06/2012 às 13h55min
2. DI BERNARDO, L., Brandão, C.C.S., Heller, L. (1999). Tratamento De Águas De Abastecimento Por Filtração Em Múltiplas Etapas – Documento Online: <<http://tinyurl.com/6xc9lzv>> - Visitado em 25/06/2012 às 13h10min
3. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. (2005) Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª ed.v. 1. São Carlos: RiMa.
4. DI BERNARDO, L (2003). Parâmetros de projeto de unidades de floculação de estações de tratamento de água a partir de ensaios em equipamentos de jar teste. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, SC, 2003.
5. GALVIS, G., Di Bernardo, L. e Brandão, C.C.S. (1998). Filtração Em Múltiplas Etapas No Tratamento De Águas De Abastecimento. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, Paraíba, Brasil.
6. TANGERINO, E. P. Remoção de cor em colunas de carvão ativado granular como polimento de efluente de instalação fime, em função da taxa de aplicação. Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas – Documento Online: <<http://tinyurl.com/9jrge4x>> - Visitado em 23/06/2012 às 15h10min
7. Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal) – Documento online: <<http://tinyurl.com/chjmodq>> - Visitado em 10/09/2012 às 18h37min.

ANEXOS

Tabela 3 – Dados do ensaio com taxa de filtração de 1,67 m³/m².dia

Datas	Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Cor Verdadeira (uH)			Absorvância (cm⁻¹)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
26/09/2011	7,8	1,6	0,52	50	16	2	4	3	3	0,02	0,018	0,004
28/09/2011	5,1	1,3	0,48	48	14	3	6	5	3	0,018	0,015	0,003
30/09/2011	9,1	2,3	0,40	75	14	3	7	3	2	0,023	0,02	0,005
05/10/2011	8,1	1,9	0,65	74	13	4	8	6	3	0,021	0,018	0,002
07/10/2011	7,5	1,1	0,55	87	9	3	3	2	1	0,024	0,021	0,008
10/10/2011	15	1,6	0,54	140	10	2	7	2	1	0,032	0,024	0,008
12/10/2011	7,4	1,7	0,35	38	14	2	8	5	1	0,025	0,019	0,007
15/10/2011	4,8	1,2	0,55	55	9	2	9	4	1	0,018	0,015	0,008
19/10/2011	4,4	1,6	0,67	53	8	4	8	3	2	0,017	0,016	0,01
21/10/2011	1,9	0,95	0,37	26	7	3	9	4	2	0,011	0,01	0,004
28/10/2011	8,2	1,2	0,35	80	7	3	7	3	2	0,024	0,019	0,007
02/11/2011	10	1,1	0,40	115	11	3	8	3	2	0,022	0,02	0,005
04/11/2011	9,8	1,0	0,36	102	10	3	8	3	3	0,02	0,018	0,005
07/11/2011	7,4	0,95	0,55	80	7	3	9	4	3	0,03	0,021	0,004
10/11/2011	10	1,1	0,20	75	5	2	5	2	2	0,023	0,022	0,007

Tabela 4 – Dados do ensaio com taxa de filtração de 2,49 m³/m².dia

Datas	Turbidez			Cor Aparente			Cor Verdadeira			Absorvância		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
19/03/2012	5,6	0,54	0,17	23	18	3	7	6	4	0,023	0,016	0,003
21/03/2012	6,6	0,70	0,23	14	8	1	12	6	3	0,017	0,014	0,004
25/03/2012	4,1	0,65	0,33	12	10	3	6	6	3	0,02	0,015	0,003
30/03/2012	7,5	1,1	0,40	44	12	2	7	4	2	0,019	0,012	0,002
08/04/2012	4,6	0,98	0,29	55	10	1	6	4	2	0,022	0,014	0,005
11/04/2012	4,3	1,2	0,31	17	9	3	12	5	2	0,027	0,019	0,004
16/04/2012	6,4	1,6	0,35	25	11	3	10	6	3	0,02	0,014	0,005
20/04/2012	4,2	1,4	0,41	41	8	2	10	4	2	0,015	0,011	0,007
28/04/2012	4,8	1,2	0,32	42	7	2	9	4	2	0,015	0,013	0,003
11/05/2012	3,0	0,88	0,18	22	8	2	7	5	1	0,018	0,012	0,002
14/05/2012	2,2	1,0	0,20	42	6	1	6	5	1	0,025	0,019	0,002
16/05/2012	3,8	0,98	0,35	38	10	2	9	4	2	0,021	0,017	0,004
18/05/2012	2,9	0,78	0,41	32	8	3	6	2	2	0,014	0,011	0,006