



I-242 - POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DA LAGOA DO PERI (SC) ATRAVÉS DA FILTRAÇÃO DIRETA PRECEDIDA DE FILTRO AUTOLIMPANTE.

Bianca Coelho Machado⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista (UFPA). Especialista em Educação Ambiental e Recursos Hídricos (CRHEA/USP). Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UnB). Doutoranda em Engenharia Ambiental pela UFSC.

Maurício Luiz Sens

Engenheiro Sanitarista (UFSC). Doutor em Engenharia Ambiental (Université de Rennes I / França). Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

Endereço⁽¹⁾: Rua Capitão Romualdo de Barros, 965 Bloco B apto: 405 – Carvoeira – Florianópolis – SC – CEP: 88040-600. e-mail: biancasm@ens.ufsc.br

RESUMO

Muitos mananciais de abastecimento apresentam água com qualidade inferior ao padrão estabelecido; o que causa grandes problemas de saúde pública, visto que muitas doenças podem ser transmitidas tanto pelo consumo quanto pelo contato com água contaminada. Dentre as enfermidades, águas contaminadas por cianobactérias tóxicas despertam grande preocupação, já que em alguns casos, pode ser fatal. Várias são as técnicas de tratamento para águas com elevada densidade de cianobactérias; contudo, a filtração direta não é recomendada para este tipo de água, pois há uma rápida colmatação do filtro. Entretanto, fazendo-se uso de um processo preliminar de limpeza contínua, tal tecnologia apresenta-se como promissora. A pesquisa em questão utiliza filtro de lavagem contínua e filtração ascendente para potabilização de água, objetivando, principalmente, a remoção de cianobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: Potabilização de Água; Filtração Direta; Filtro de Lavagem Contínua; Cianobactérias.

INTRODUÇÃO

A escassez de água é um problema que afeta vários países e é causa de muitos conflitos. Contudo, não se deve levar em consideração somente a questão quantitativa da água, é indispensável que a água se apresente em qualidade adequada para o fim a que se destina.

A incidência de florações de cianobactérias em mananciais de abastecimento público tem sido cada vez mais relatada no Brasil, pois a maioria dos reservatórios de água apresenta as condições necessárias para o crescimento destes microorganismos durante todo o ano (DI BERNARDO, 2003). As florações podem ser causadoras de diversos problemas na qualidade da água dos mananciais de abastecimento, principalmente a alteração do sabor e odor da água e a liberação de grandes quantidades de toxinas (cianotoxinas). Este fato representa um sério risco à saúde pública. Estudos realizados em universidades têm confirmado a ocorrência de cepas tóxicas de cianobactérias em reservatórios de abastecimento público de água dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pará, Bahia, Pernambuco e Distrito Federal. Segundo Di Bernardo (2003), quando testadas em bioensaios de toxicidade ou por análises químicas, 82% das cepas isoladas mostraram-se tóxicas, mais especificamente 9,7% neurotóxicas e as restantes hepatotóxicas.

Em Florianópolis (SC), a Lagoa do Peri é o manancial utilizado para abastecer o sul e a costa leste da ilha, situa-se na área do Parque Municipal da Lagoa do Peri e estudos desenvolvidos na área reportam florações de *Cylindropermopsis raciborskii* (PROENÇA *et al.*, 1999) Vale salientar que a quantidade de algas dificulta o tratamento da água, sendo a obstrução de filtros e até a liberação de toxina presentes em algumas espécies, alguns dos problemas causados pela floração.

Contudo muitos inconvenientes do tratamento pela filtração direta ascendente, decorrentes de características físico-químicas ou biológicas da água, podem ser solucionados por intermédio de pré-tratamento. Nos casos em que a água bruta contenha materiais grosseiros em suspensão ou quantidades excessiva de algas, mas com outros parâmetros adequados às condições para tratamento com filtração direta ascendente, pode-se recorrer a pré-tratamentos, como a filtração de lavagem contínua.



Verificando a deficiência da filtração direta, a pesquisa em questão avalia a filtração direta ascendente (FDA) precedida de filtro de lavagem contínua.

MATERIAIS E MÉTODOS

As investigações experimentais estão sendo conduzidas no Laboratório de Águas da Lagoa do Peri (LALP), localizado junto à Estação de Tratamento de Água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), no sul da Ilha de Santa Catarina.

O LALP possui um sistema piloto de filtração direta, onde tem sido realizadas pesquisas envolvendo processos e operações unitárias que permitem o emprego dessa tecnologia no tratamento de água com elevada densidade de cianobactérias.

As duas etapas de trabalho serão descritas a seguir:

PRIMEIRA ETAPA: ENSAIO DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO EM DESCONTÍNUO (JARTESTE)

Baseado nos estudos de Dalsasso (2005) e Melho Filho (2006) com filtração direta e com a mesma água bruta, empregou-se, então, as condições propostas pelos autores:

- o gradiente de velocidade de mistura rápida (G_{mr}) de 1200 s^{-1} ;
- o tempo de mistura rápida (T_{mr}) de 30 s;
- o gradiente de velocidade (G) após a mistura rápida de 150 s^{-1} (para evitar a sedimentação de flocos nos jarros durante o período de filtração);
- o taxa de filtração no FLA de aproximadamente $100 \text{ m}^3.(\text{m}^2.\text{d})^{-1}$.

Os ensaios de jarrestes foram realizados variando, em cada jarro, a dosagem de coagulante. Após os 30 segundos de mistura rápida, reduzia-se o gradiente de velocidade para 150 s^{-1} .

Através do dispositivo para coleta de amostras, drenava-se diretamente a água de cada jarro para o FLA correspondente. Os primeiros 50 mL de água filtrada eram desprezados, coletando-se em seguida, no mínimo, 100 mL para análise.

Avaliou-se a qualidade da água filtrada em relação à remoção de cor e turbidez, e ao comportamento do pH e temperatura, de acordo com a

Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de qualidade da água, método analítico e equipamentos utilizados nos ensaios de coagulação*.

PARAMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS	EQUIPAMENTOS
Cor (uH)	Platinum – Cobalt -S.M	Espectrofotômetro** $\lambda = 455 \text{ nm}$
Turbidez (uT)	Nefelométrico	Turbidímetro***
pH	Potenciométrico	pHmetro HACH Senslon
Temperatura (°C)	Potenciométrico	pHmetro HACH Senslon

*As análises se baseiam na 20ª edição do *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*. ** HACH/DR2010. *** HACH/2100AN.

Tanto nos ensaios de coagulação em jarrestes e no decorrer do experimento estão sendo utilizados os seguintes produtos químicos:



COAGULANTE

- Sulfato de Alumínio comercial (SA): O SA utilizado na pesquisa é o mesmo que se utiliza na ETA da Lagoa do Peri. O lote de SA apresenta concentrações de Al_2O_3 da ordem de 14,5%. As soluções estão sendo preparadas em concentrações de 1% e 5% com água destilada. As diferenças nas concentrações de SA se devem pelo mesmo motivo das diferentes concentrações quando se utiliza o PAC.

ALCALINIZANTE

- Cal hidratada comercial: A cal utilizada na pesquisa é a mesma que se utiliza em uso na ETA da Lagoa do Peri. As soluções será preparadas em concentração de 0,5% com água destilada da ETA.

ACIDIFICANTE

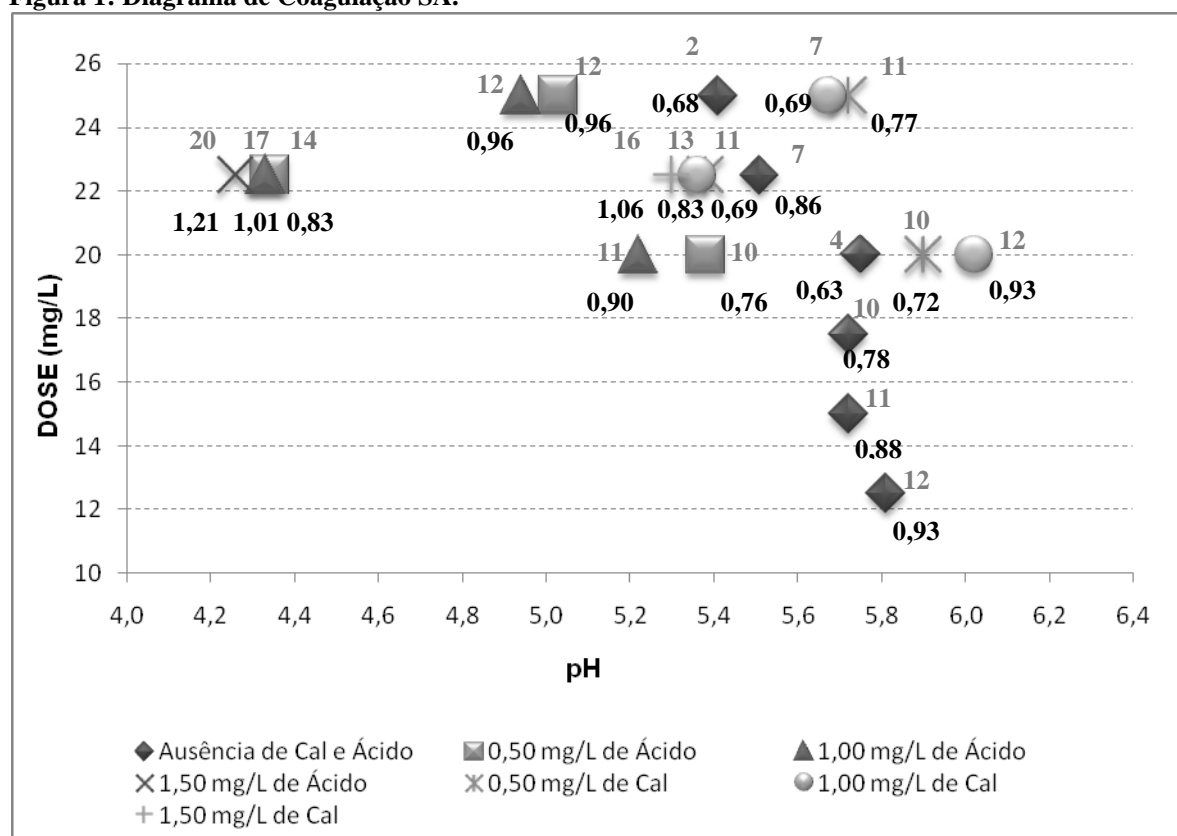
- Ácido sulfúrico (padrão analítico): As soluções são preparadas em concentrações de 0,05 N (Normal).

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Trabalhou-se com a solução de sulfato de alumínio (SA), concentrado a 5%. A

Figura 1 apresenta o diagrama de coagulação do SA; sendo os números superiores os valores de cor; e os inferiores, de turbidez.

Figura 1: Diagrama de Coagulação SA.



A partir do diagrama de coagulação, escolheu-se trabalhar com a dosagem de 20 mg.L^{-1} de sulfato de alumínio.



SEGUNDA ETAPA: ENSAIO CONTÍNUO

O filtro piloto de lavagem contínua foi construído em aço inoxidável, pela empresa Astrasand. O filtro trabalha com escoamento ascendente e a lavagem contínua é feita com injeção de ar (ASTRASAND, 2006).

O filtro, modelo AS 080/20, apresenta as seguintes características:

- Altura do filtro: 4 metros;
- Diâmetro: 0,80 m²;
- Altura do meio filtrante: 2 m;
- Vazão de ar: 8 L. min⁻¹;
- Pressão de ar: 5,5 Bar.

O filtro ascendente foi construído em aço inoxidável, com seção quadrada de 20 cm de lado. A camada suporte (C.S.) possui uma espessura total de 60 cm e o meio filtrante, composto por areia de diferentes granulometrias, com 1,80 m de espessura total.

Durante o experimento, a água bruta é captada do manancial eutrofizado de forma contínua, seguindo para o processo de filtração de lavagem contínua com adição de coagulante específico e por fim a água é conduzida ao filtro ascendente, no qual não será adicionado coagulante.

As Figuras 2 e 3 apresentam o organograma e desenho da instalação piloto, respectivamente.

Figura 2: Organograma da pesquisa.

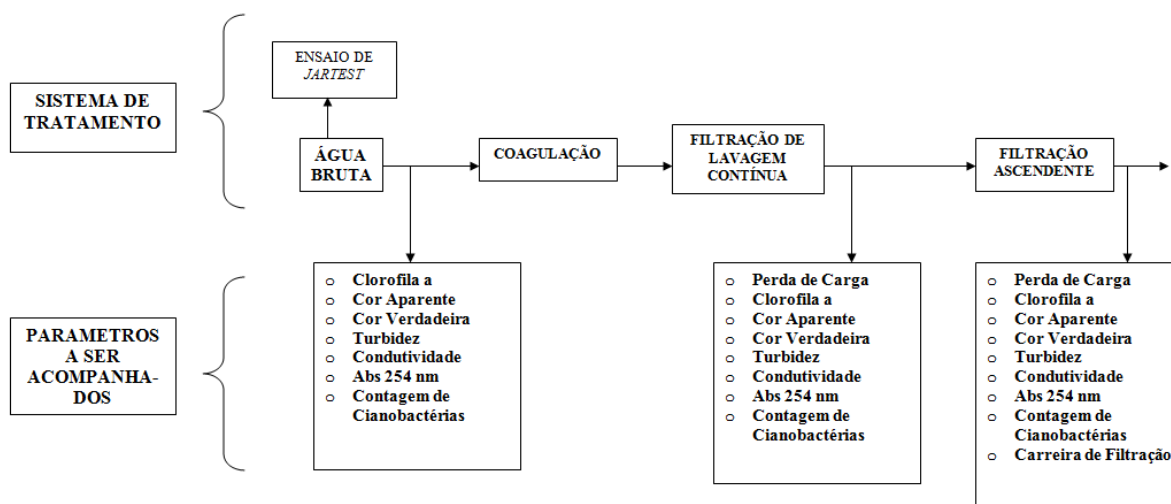
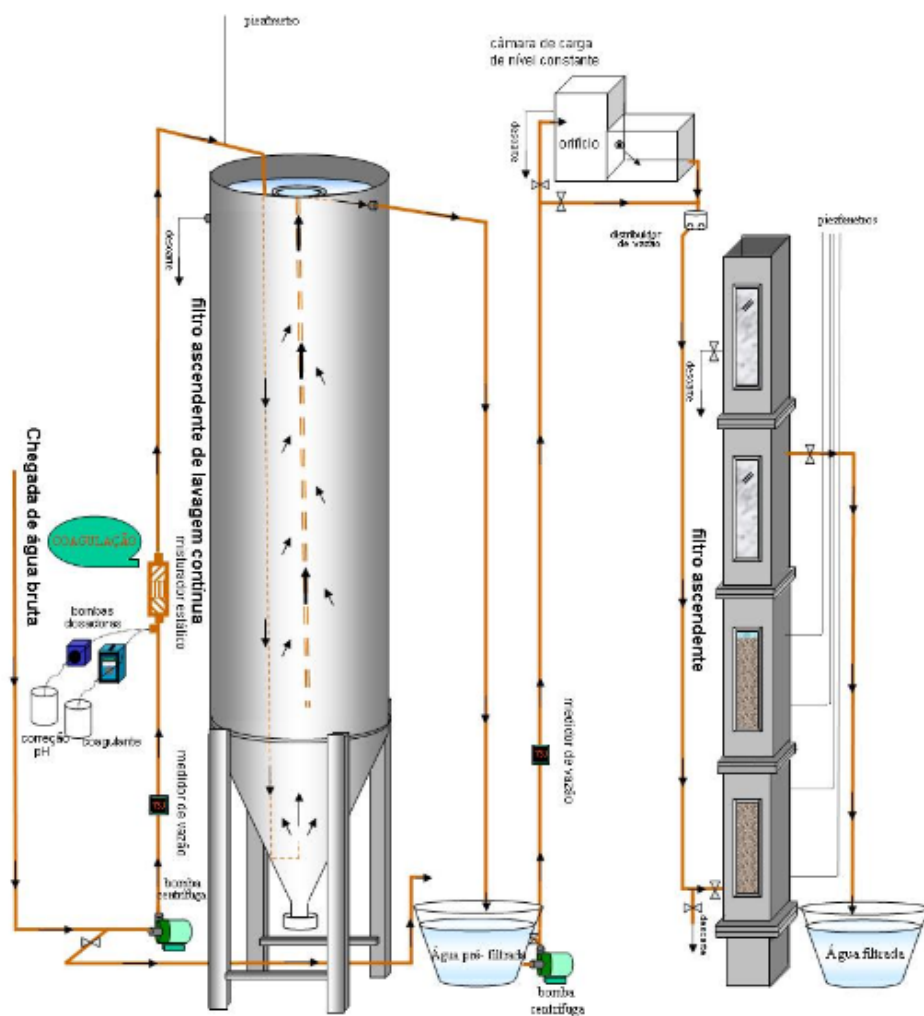




Figura 3: Desenho da Instalação Piloto de Dupla Filtração (Filtração de Lavagem Contínua e Filtração Ascendente) da pesquisa.



As amostras coletadas são as seguintes: água bruta (AB); efluente do filtro de lavagem contínua (FLC); efluente do filtro ascendente (FA); sendo acompanhado também a perda de carga e a duração da carreira de filtração.

A Tabela 2 apresenta os parâmetros de qualidade da água analisados, métodos analíticos, equipamentos e frequência de coletas em cada ponto de amostragem



Tabela 2: Relação dos parâmetros de qualidade da água, metodologias, equipamentos utilizados e frequência de coletas em cada ponto de amostragem na avaliação das seqüências de tratamento*.

PARÂMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS	EQUIPAMENTOS	FREQÜÊNCIA DAS COLETAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM		
			AB	FLC	FA
Perda de carga (cm)	Gravimétrico	Piezômetros	-	-	Diária
Clorofila – <i>a</i> ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Extração em etanol a 95% com medida de absorbância em $\lambda = 665 \text{ nm}$	Espectrofotômetro**	Diária	Diária	Diária
Cor aparente (uH)	Platinum – Cobalt - S.M	Espectrofotômetro** $\lambda = 455 \text{ nm}$	Diária	Diária	Diária
Cor verdadeira (uH)	Platinum – Cobalt - S.M, com filtragem a vácuo em membrana $0,45 \mu\text{m}$	Espectrofotômetro** $\lambda = 455 \text{ nm}$	Diária	Diária	Diária
Turbidez (uT)	Nefelométrico	Turbidímetro***	Diária	Diária	Diária
pH	Potenciométrico	pHmetro HACH Senslon	Diária	Diária	Diária
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Método da resistência elétrica	Condutivímetro HACH	Diária	Diária	Diária
Abs 254 nm	Espectrometria	Espectrofotômetro	Diária	Diária	Diária
Tempo de Carreira de Filtração (h)			-	-	

*As análises se baseiam na 20ª edição do *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

A Tabela 3 apresenta as características da água da Lagoa do Peri, água bruta de alimentação do sistema piloto.

Tabela 3: Característica da Água da Lagoa do Peri.

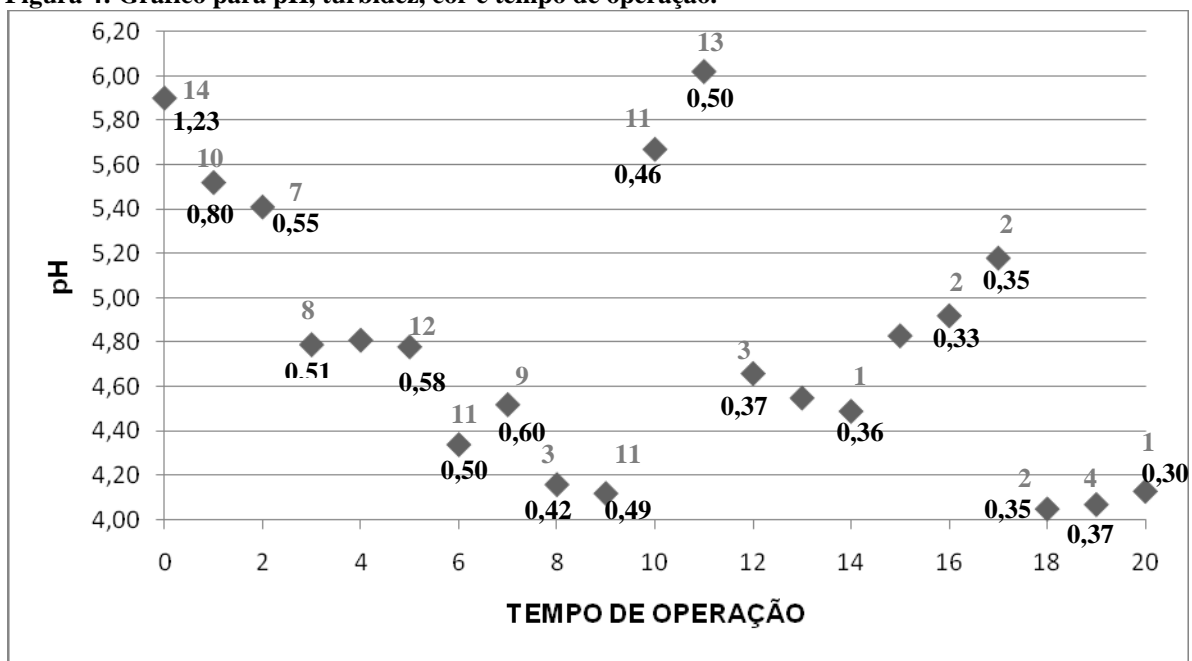
PARAMETROS	DEZEMBRO DE 2008			JANEIRO DE 2009			FEVEREIRO DE 2009		
	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	Valor Máx.	Valor Mín.	Média
Cor Verdadeira (uH)	37	3	16	23	4	13	12	6	9
Cor Aparente (uH)	97	16	67	81	64	72	86	55	69
Turbidez (uT)	11,50	1,39	6,24	6,84	4,90	5,47	8,08	4,44	5,41
pH	7,55	6,75	7,00	7,00	6,20	6,60	7,05	6,35	6,65
Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L^{-1})	35	32	34	37	32	34	35	34	34
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	70	64	68	74	64	68	70	68	68
Absorbância (254 nm)	0,28	0,12	0,17	0,72	0,09	0,28	0,12	0,09	0,10
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	4,51	1,12	0,19	4,53	1,26	2,53	2,06	1,00	1,66



Sendo objetivo desta pesquisa avaliar a aplicabilidade da filtração direta utilizando filtro de lavagem contínua no tratamento de água com elevada densidade de cianobactérias e avaliar a influência do filtro de lavagem contínua no tempo das carreiras de filtração; fez-se necessário a realização de um “branco”. Ou seja, monitorou-se todos os parâmetros observando apenas o comportamento do filtro ascendente, após receber o coagulante na dosagem especificada anteriormente.

A Figura 4 apresenta o gráfico, quando utilizando SA, para pH *versus* tempo de operação; sendo os números superiores os valores de cor; e os inferiores, de turbidez.

Figura 4: Gráfico para pH, turbidez, cor e tempo de operação.



Nas Figuras de 5 a 10 observa-se os gráficos da pesquisa.

Figura 5: Valores de cor aparente, turbidez, pH e temperatura da água bruta.

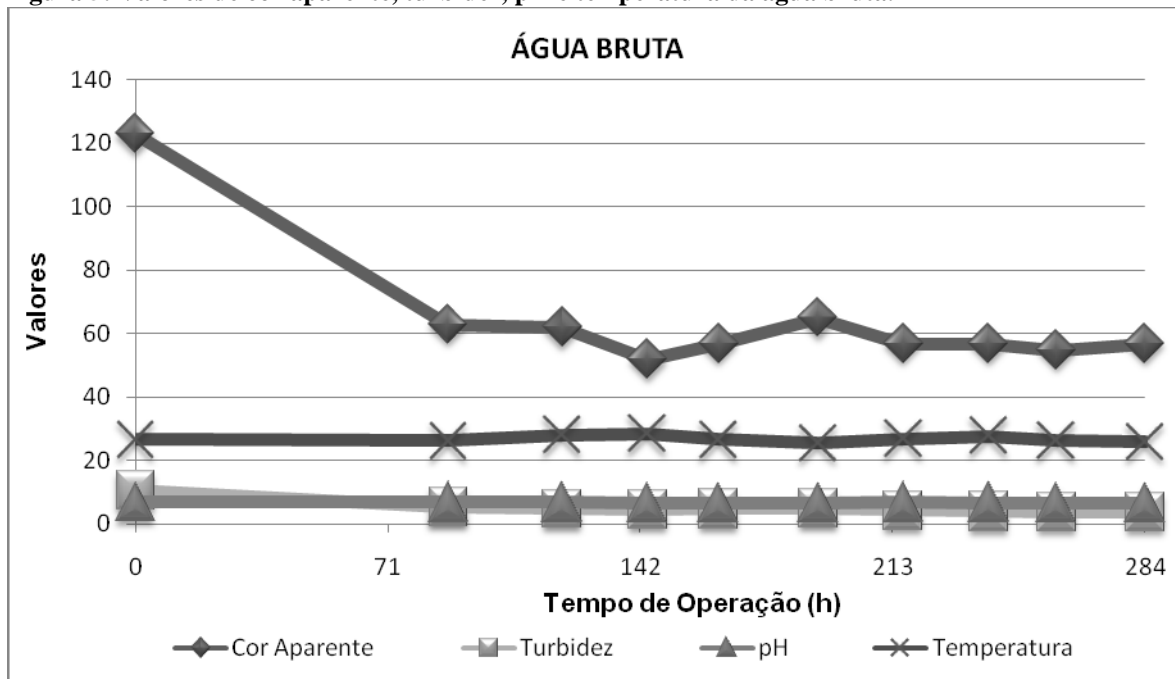


Figura 6: Valores de sólidos dissolvidos, condutividade, ABS 254 nm, clorofila-a e cor verdadeira da água bruta.

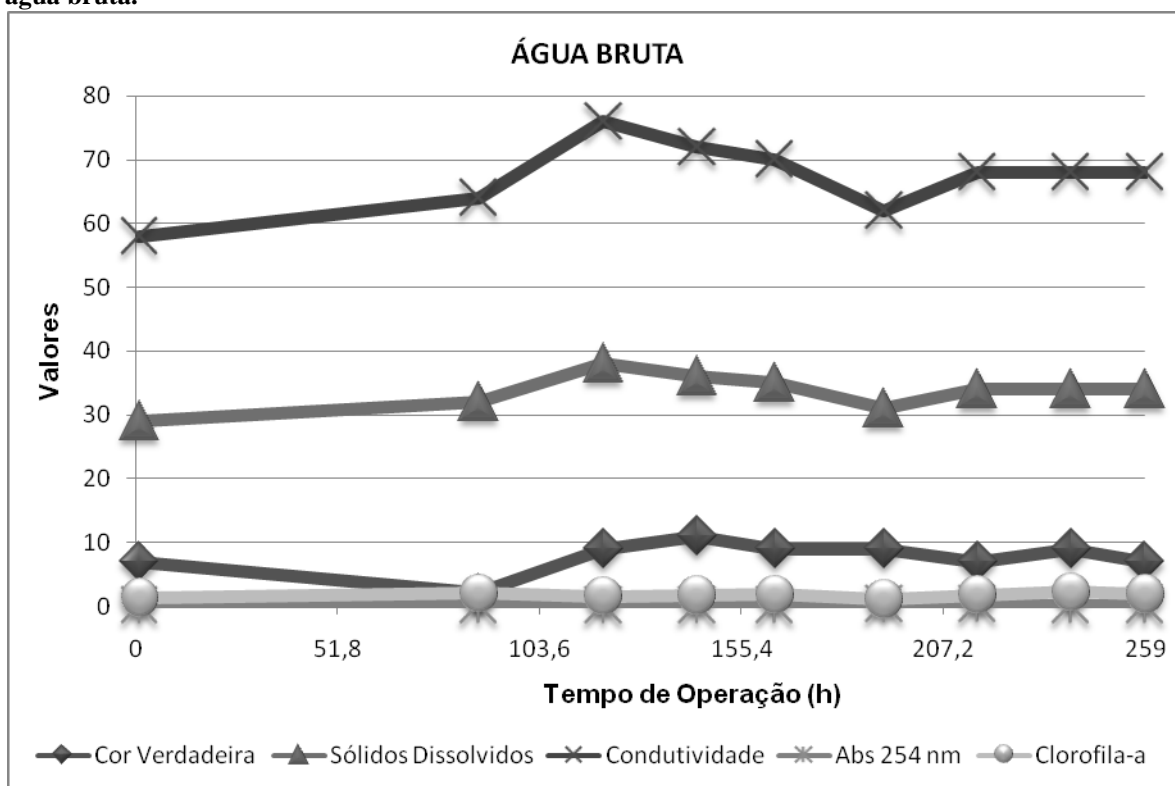




Figura 7: Valores de cor aparente, turbidez, pH e temperatura na saída do filtro de lavagem contínua.

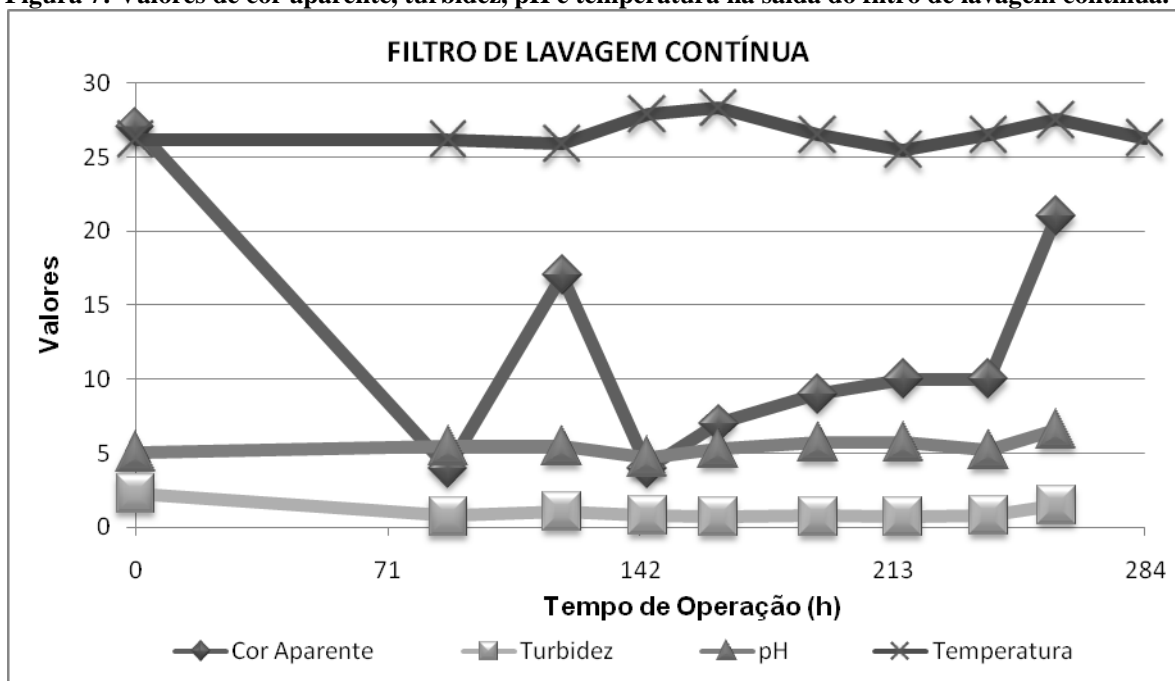


Figura 8: Valores de sólidos dissolvidos, condutividade, ABS 254 nm, clorofila-a e cor verdadeira na saída do filtro de lavagem contínua.

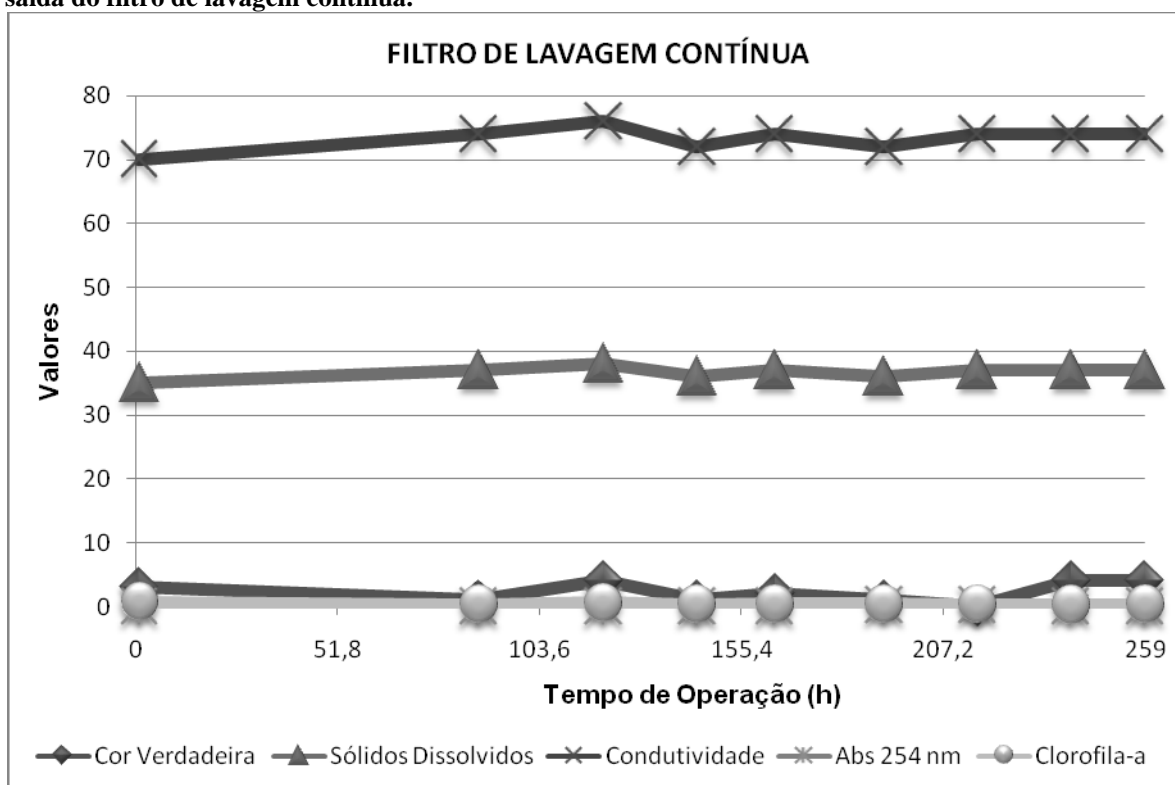




Figura 9: Valores de cor aparente, turbidez, pH e temperatura na saída do filtro ascendente.

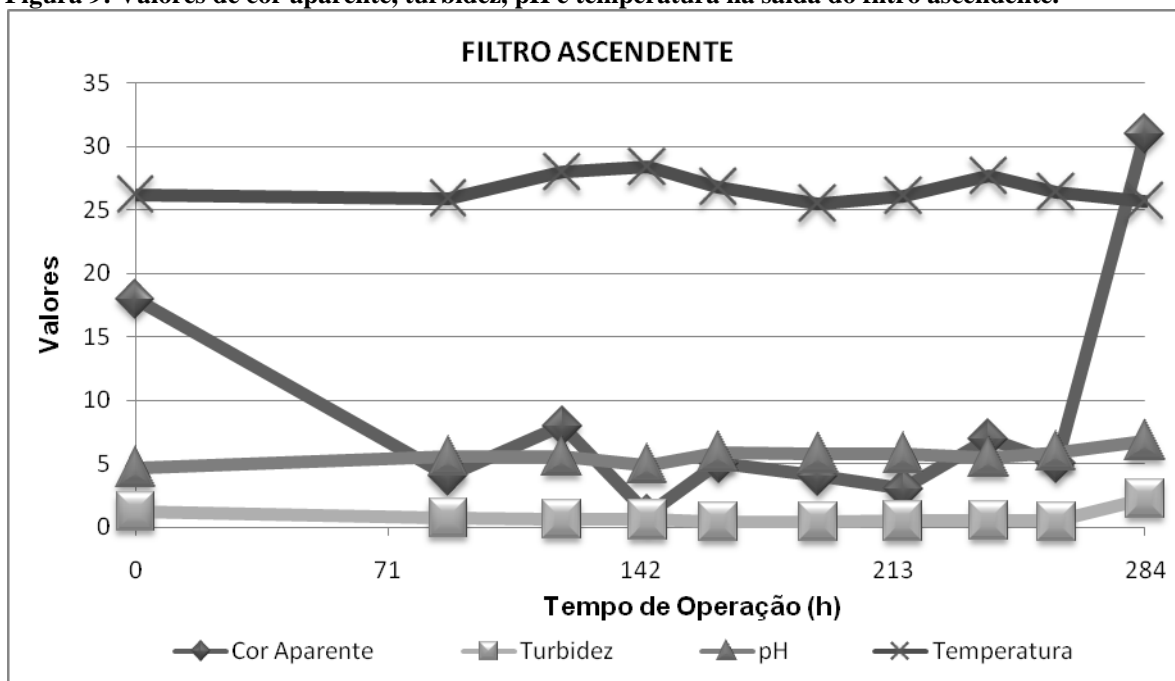
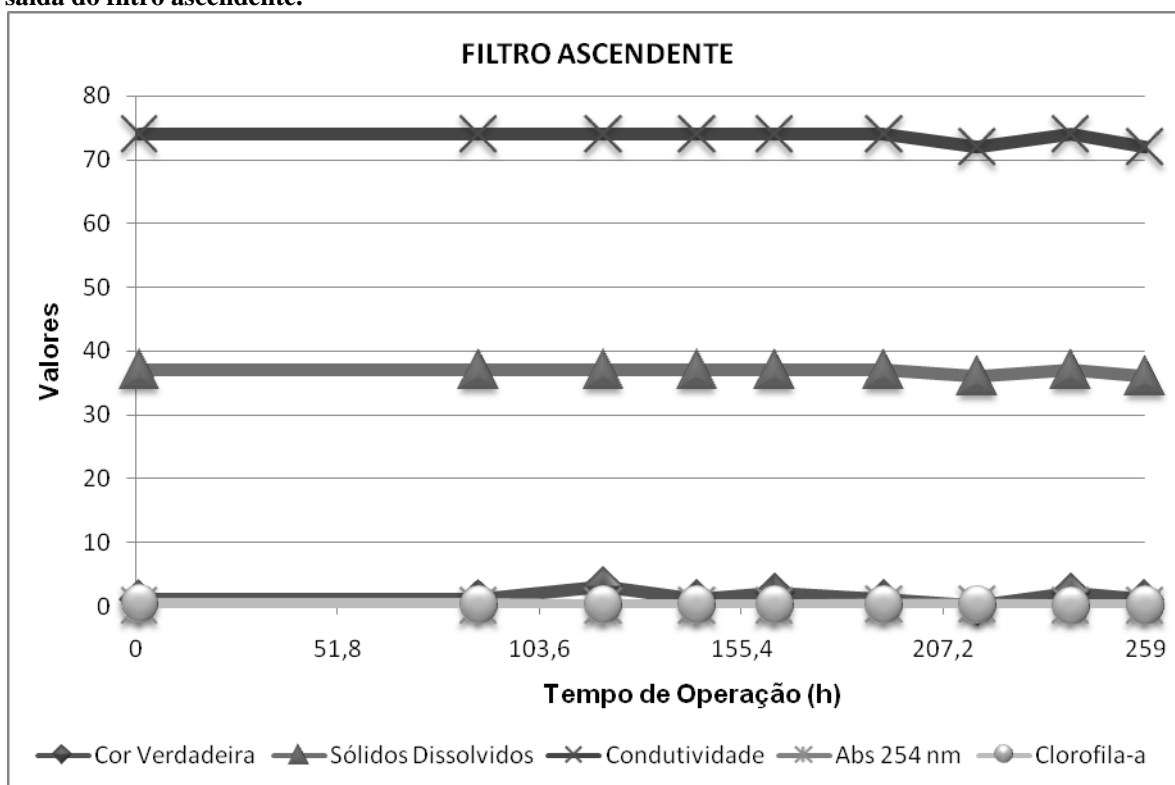


Figura 10: Valores de sólidos dissolvidos, condutividade, ABS 254 nm, clorofila-a e cor verdadeira na saída do filtro ascendente.





CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A dosagem de sulfato de alumínio que apresentou melhor resultado foi 20 mg.L⁻¹.

A introdução do filtro de lavagem contínua, no processo de dupla filtração na primeira etapa da filtração, aumenta consideravelmente o tempo de operação do sistema, diminuindo a necessidade de lavagem do filtro ascendente e, conseqüentemente, a interrupção no sistema.

Os valores de cor e turbidez na saída dos filtros de lavagem contínua e ascendente são valores bastante satisfatórios. Além disso, observa-se uma diminuição nos valores de clorofila-a e Abs 254 nm após cada tratamento, o que demonstra que a dupla filtração com filtro de lavagem contínua na primeira etapa da filtração é uma excelente técnica.

AGRADECIMENTO

O desenvolvimento desse trabalho só está sendo possível graças a empresa Astrasand do Brasil, que doou o filtro de lavagem contínua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AWWA - WPCF (1999). "Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater". American Public Health Association 20a Edition (CD-Rom), Washington DC.
2. ASTRASAND DO BRASIL. (2006). "Filtro Astrasand para Contínua Purificação de Água". Informações do Fornecedor.
3. DALSASSO, R.L. (2005). "Estudo de Diferentes Materiais para Floculação em Meio Granular, Precedendo a Filtração Rápida Descendente no Tratamento de Água para Abastecimento Humano". Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2005. 272 p.: il.
4. DI BERNARDO, L. (2003). "Tratamento de Água para Abastecimento por Filtração direta" Luiz Di Bernardo (coordenador). – Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB 498 p.
5. MELO FILHO, L. C. (2006). "Avaliação da Ozonização como pré ou pós-tratamento à Filtração Direta Descendente na Remoção de Cianobactérias e Saxitoxinas". Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2006. 268 p.: il.
6. PROENÇA, L. A.; LAGOS, N.; RÖRIG, L.; SILVA, M. E GUIMARÃES, S. (1999) "Occurrence of paralytic shellfish toxins - PST in south brasilian waters". *Ciência e Cultura*, v. 51:1, p. 16-21.