



I-067 – CONTROLE DE GOSTO E ODOR EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO MEDIANTE O EMPREGO DE CARVÃO ATIVADO GRANULAR COMO SISTEMA PÓS FILTRO ADSORVEDOR

Ricardo Lazzari Mendes

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Doutorando em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela EPUSP. Engenheiro Consultor da ENGECORPS Engenheiros Consultores S/C Ltda.

Sidney Seckler Ferreira Filho⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP. Professor Associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em Regime de Dedicação Exclusiva à Docência e Pesquisa.

Frederico de Almeida Lage Filho

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Mestre e Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade da Califórnia – Berkeley.

Adilson Nunes Fernandes

Doutor em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Químico da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Departamento de Recursos Hídricos da Metropolitana. Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional de Recursos Hídricos Metropolitanos.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, n.271 – Prédio de Engenharia Civil – Cidade Universitária – São Paulo – SP – CEP: 05508-900 – Brasil – Telefone: + 55 (11) 3091-5220 – e-mail: ssffilho@usp.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a potencialidade do emprego de processos de adsorção em carvão ativado granular (CAG) na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento. Considerando-se que o CAG pode ser produzido a partir de diferentes matérias primas vegetais e minerais, faz-se necessário a execução de ensaios experimentais específicos para a seleção do material adsorvedor mais adequado. Os ensaios experimentais foram executados tendo-se empregado micro-colunas de adsorção e colunas piloto, sendo que para ambas os ensaios foram empregados seis diferentes tipos comerciais de CAG. Tendo em vista que o composto orgânico MIB tem sido identificado como um dos mais significativos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento, o mesmo foi utilizado como composto de referência para fins de avaliação da eficiência do processo de adsorção. Com base nos resultados experimentais observados, notou-se que a eventual dessorção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor nos períodos em que não houve a presença de MIB na alimentação às micro-colunas foi insignificante, podendo-se postular que a vida útil do CAG é particularmente aumentada assumindo-se a existência de efeitos de biodegradação dos compostos orgânicos na superfície do adsorvedor. Deste modo, pode-se admitir uma vida útil de dois a cinco anos para o CAG considerando o seu emprego como pós-filtros adsorvedores.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão ativado granular, tratamento de água, gosto e odor.

INTRODUÇÃO

A estação de tratamento de água do Alto da Boa Vista (ETA -ABV), operada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), trata, atualmente, uma vazão média de 16,0 m³/s. Tendo em vista os crescentes problemas ambientais da bacia hidrográfica do manancial em questão (Reservatório do Guarapiranga), aliado à grande pressão dos órgãos ambientais no tocante à qualidade de água abastecida à população, os processos convencionais de tratamento de água (coagulação, floculação, sedimentação, filtração, fluoretação, desinfecção final e correção de pH) já não são suficientes para que seja atendido a um padrão de qualidade mínimo para a água de abastecimento, especialmente no tocante à manutenção da sua qualidade estética, notadamente odor e sabor.



Assim sendo, a adoção de tecnologias avançadas de tratamento se fazem necessárias, tais como a utilização de carvão ativado (pó ou granular), oxidação química avançada (ozonização, dióxido de cloro, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, cloraminas), arraste com ar, processos de membrana, entre outros. Dentre estas tecnologias, a mais recomendada para a solução de problemas de gosto e odor em águas de abastecimento tem sido a aplicação de carvão ativado, que pode ser na forma de pó ou granular (AWWA, 1987).

Dentre as alternativas técnicas consideradas para a ETA ABV, uma delas foi a possível aplicação do carvão ativado granular (CAG) como pós filtro-adsorvedor, combinado ou não com ozônio, aplicado na forma de inter-ozonização. No entanto, dado que o CAG pode ser fabricado a partir de diferentes matérias primas e técnicas de ativação, cada material adsorvedor possui propriedades distintas com respeito ao processo de adsorção e que precisam ser definidas anteriormente à sua utilização (GILLOGLY et al, 1999).

Tendo em vista a potencialidade do emprego do CAG para a minimização de problemas de gosto e odor no Sistema Produtor do Guarapiranga, foram conduzidos ensaios experimentais simulando-se a concepção de aplicação do CAG como pós-filtro adsorvedor, tendo-se investigado diferentes marcas comerciais e sua efetividade na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor.

Tendo por objetivo avaliar a aplicabilidade do carvão ativado granular como sistema pós filtro adsorvedor, este trabalho foi conduzido de modo que fosse possível:

- Efetuar a seleção de marcas comerciais de carvões ativados granulares nacionais e internacionais, de modo que os mesmos pudessem ser testados em relação à remoção de compostos orgânicos causadores de odor e sabor em águas de abastecimento.
- Avaliar os aspectos operacionais dos diversos carvões selecionados a partir dos ensaios de fluidificação e expansão em função de sua granulometria e índices físicos.
- Avaliar a capacidade do ensaio de micro-colunas como alternativa rápida para a verificação da eficiência, classificação e aprovação do recebimento e utilização de carvões que sejam fornecidos à Companhias de Saneamento visando o seu emprego em filtros pós-adsorvedores para a remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor.
- Avaliar os carvões selecionados quanto à remoção do composto orgânico MIB na água filtrada da ETA-ABV imediatamente após os filtros convencionais de areia-antracito, ou seja, simulando a utilização do CAG como sistema pós-filtro adsorvedor.

MATERIAIS E MÉTODOS

A execução dos ensaios experimentais foi dividida em Etapas, a saber:

- **Etapla 1:** Seleção de diferentes marcas comerciais e tipos de carvão ativado granular (CAG) disponíveis no mercado nacional e internacional, tendo sido selecionados um total de seis marcas comerciais. Uma vez selecionados, estes foram caracterizados com respeito à sua granulometria e índices físicos.
- **Etapla 2:** Ensaios de adsorção em Micro-Colunas, tendo-se por propósito a verificação da remoção dos compostos orgânicos causadores de gosto e odor simulando a utilização dos carvões como filtros pós-adsorvedores, bem como a avaliação do próprio ensaio como alternativa rápida para a verificação da eficiência, classificação e aprovação do recebimento e utilização de carvões que sejam fornecidos à SABESP para uso na ETA ABV.
- **Etapla 3:** Ensaios de adsorção em escala piloto, tendo-se por propósito avaliar os carvões selecionados quanto à remoção do composto orgânico MIB na água filtrada da ETA ABV imediatamente após os filtros convencionais de areia-antracito, ou seja, simulando a utilização dos carvões como filtros pós-adsorvedores. Os ensaios foram executados em coluna piloto e com o meio adsorvedor sob as mesmas características operacionais, tais como, taxa de filtração, tempo de contato de leito vazio e diferentes concentrações aplicadas de MIB, visando uma futura utilização em escala real para a ETA ABV.

Os carvões ativados granular selecionados, bem como o seu fabricante e matéria prima estão apresentados na Tabela 1.



Tabela 1 – Fabricante, marcas comerciais e matéria prima dos carvões ativado granular utilizados na investigação experimental.

FABRICANTE	MARCA COMERCIAL	PROCEDÊNCIA	MATÉRIA PRIMA
NORIT	GAC 820	Importado	Mineral (BETUMINOSO)
CALGON	FILTRASORB-820	Importado	Mineral (Betuminoso)
CARBOMAFRA	Carbono Ativado 119	Nacional	Vegetal (CASCA DE COCO)
BRASILAC	Beta WD	Nacional	Vegetal (Nó de pinho)
BRASCARBO	Carbo Activ	Nacional	VEGETAL (CASCA DE COCO)
PAIOL	ASS 780	Nacional	Vegetal (Nó de pinho)

As amostras de carvão ativado granular foram entregues à SABESP diretamente nas dependências da Estação de Tratamento de Água do Alto da Boa Vista (ETA-ABV). Uma vez recebidos e estocados, foram retiradas alíquotas representativas de cada marca comercial, acondicionadas e enviadas para o Laboratório de Saneamento “Prof. Lucas Nogueira Garcez” do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a determinação de sua granulometria e dos seguintes índices físicos:

- Massa Específica do Material
- Massa Específica da Partícula
- Porosidade Interna
- Massa Específica em Filtro
- Massa Específica Aparente em Filtro
- Massa Específica Aparente Seca
- Porosidade

Todos os ensaios de determinação de índices físicos e granulometria foram executados em duplicata, objetivando-se minimizar os erros experimentais passíveis de serem cometidos. As amostras utilizadas para a condução dos ensaios de granulometria foram lavadas em peneira de tamanho de malha #200 e secas em estufa por 24 horas. Em temperatura ambiente, alíquotas foram pesadas e colocadas no equipamento de vibração com peneiras acopladas de malhas 2 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,42 mm; 0,30 mm; 0,15 mm e 0,075 mm. O material retido em cada peneira foi pesado e foram calculadas as porcentagens em peso para a definição da curva de granulometria.

Os ensaios de adsorção em micro-colunas foram realizados com os objetivos de avaliar os carvões selecionados quanto à remoção do composto orgânico MIB na água filtrada da ETA ABV imediatamente após os filtros convencionais de areia-antracito, ou seja, simulando a utilização dos carvões como filtros pós-adsorvedores. Para uma melhor avaliação da ocorrência sazonal de MIB na água bruta do Sistema Guarapiranga e conseqüente transpasse para a água filtrada, os ensaios foram realizados com alternâncias entre não-aplicação e aplicação de padrão de MIB na água filtrada aduzida ao sistema de micro-colunas em uma concentração da ordem de 50 ng/l.

Para a realização dos ensaios, as micro-colunas foram montadas de modo a representar o mais fielmente possível uma situação de aplicação real. Assim sendo, definiu-se que as mesmas deveriam ser montadas permitindo que o tempo de contato de leito vazio situasse na faixa de 10 minutos.

Os ensaios de adsorção em escala piloto objetivaram avaliar os carvões ativados granulares selecionados quanto à remoção do composto orgânico MIB na água filtrada da ETA ABV imediatamente após os filtros, ou

seja, simulando a utilização dos carvões como filtros pós-adsorvedores. Os ensaios foram executados em coluna piloto e com o meio adsorvedor sob as mesmas características operacionais, tais como, taxa de filtração, tempo de contato de leito vazio, diferentes concentrações aplicadas de MIB, de uma futura utilização em escala real na ETA ABV. Os ensaios foram realizados simultaneamente para todos os carvões selecionados. Do mesmo modo que os ensaios conduzidos em micro-coluna, para uma melhor avaliação da ocorrência sazonal de MIB na água bruta do Sistema Guarapiranga e conseqüente transpasse para a água filtrada, os ensaios foram realizados com alternâncias entre não-aplicação e aplicação de padrão de MIB na água filtrada. Cada ciclo operacional teve cronograma de aplicação de MIB conforme descrito a seguir e representado na Figura 1.

- Tempo $t = 0$ a $t = 24$ horas, sem aplicação de MIB;
- Tempo $t = 24$ a $t = 48$ horas, sem aplicação de MIB;
- Tempo $t = 48$ a $t = 72$ horas, com aplicação de MIB;
- Tempo $t = 72$ a $t = 96$ horas, com aplicação de MIB;
- Tempo $t = 96$ a $t = 120$ horas, sem aplicação de MIB;

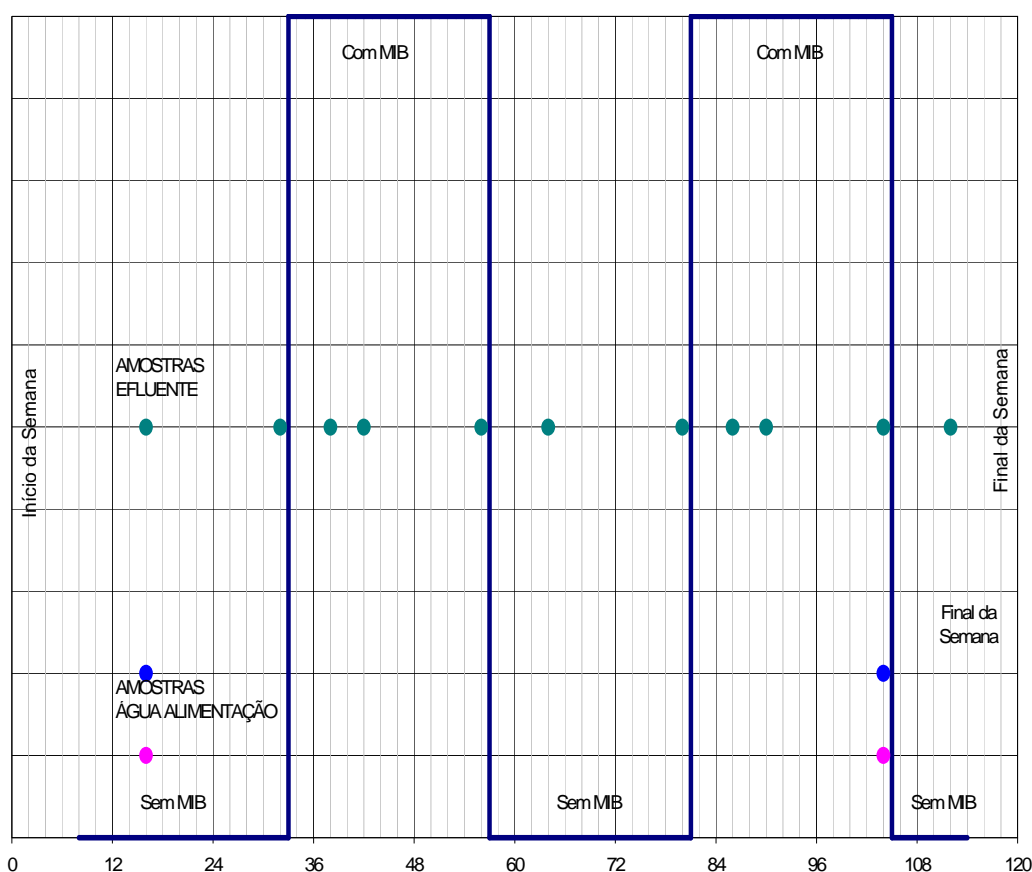
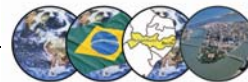


Figura 1 – Ciclo de operação das micro-colunas de adsorção e programação das coletas de amostras

Conforme já dito anteriormente, procurou-se simular o processo de adsorção de MIB mediante a sua aplicação na água filtrada em uma concentração da ordem de 50 ng/l. O principal motivo para a definição desta concentração foi o fato desta ser próximo do valor esperado na água filtrada quando da operação da ETA-



ABV. Este cenário de concentração de MIB na água filtrada é esperado quando a sua concentração na água bruta situar-se na faixa de 200 a 300 ng/l e, uma vez admitido uma eficiência de remoção na água bruta da ordem de 80% quando da aplicação de uma dosagem de 20 mg/l a 30 mg/l de CAP diretamente no sistema de captação.

Para a realização dos ensaios, as micro-colunas foram montadas de modo a representar o mais fielmente possível uma situação de aplicação real. Assim sendo, definiu-se que as mesmas deveriam ser montadas permitindo que o tempo de contato de leito vazio situasse na faixa de 10 minutos.

A seqüência de montagem das mesmas está apresentada a seguir:

- As micro-colunas foram limpas e preenchidas com água para melhor acomodação dos materiais;
- As camadas suporte foram montadas com areia de granulometria decrescente;
- Os carvões utilizados para a montagem das colunas foram lavados em peneira #200 e permaneceram sob vácuo por 30 minutos com o objetivo de garantir a completa introdução de água em seus vazios internos;
- Lançamento dos carvões dentro das colunas, com pequena altura de queda, em pequenas porções, até atingir uma altura pré-determinada de 8,0 cm.

Uma vez estando as micro-colunas preparadas, os ensaios foram realizados conforme os procedimentos descritos a seguir:

- Coleta de 20 litros de água filtrada sem cloração final na torneira do Laboratório de Operação da ETA ABV e transporte para o Laboratório de Físico-Química da ETA Teodoro Ramos;
- Disposição de um volume de 10 litros de água filtrada cada, em dois recipientes de filtro;
- Análise de cloro residual pelo método DPD e, se necessário, decoloração da água com sulfito de sódio;
- Introdução de MIB em um dos aquários com água filtrada com o auxílio de uma micro-seringa de capacidade igual a 10 µL, de modo a permitir que a concentração inicial de adsorvato estivesse entre 40 e 60 ng/L;
- Homogeneização da água filtrada e o padrão de MIB aplicado no primeiro recipiente por dez (10) minutos com agitação manual com auxílio de uma baqueta de vidro;
- Coleta em duplicata de amostras das águas filtradas com e sem MIB em frascos de cromatografia gasosa; para posterior envio ao Laboratório de Química Orgânica da SABESP para determinação da concentração de MIB e Geosmina na fase líquida;
- Instalação de bomba peristáltica de 12 (doze) canais para aplicação do afluente a cada micro-coluna;
- Aplicação de água filtrada nas micro-colunas com auxílio da bomba peristáltica instalada;
- A rotação da bomba peristáltica foi acertada para uma vazão de 0,840 ml/min, de modo que fosse mantida uma equivalência entre o tempo de contato nos meios adsorvedores de carvão ativado granular das micro-colunas, sendo este de 10 (dez) minutos, e o tempo de contato esperado nos pós-filtros-adsorvedores da ETA-Piloto.
- As coletas dos efluentes das micro-colunas foram efetuadas em duplicata, com tempo de coleta de 120 min e ao longo de todo o ciclo operacional, conforme indicado na Figura 4.1. Os frascos eram destinados a cromatografia gasosa; para posterior envio ao Laboratório de Química Orgânica da SABESP para obtenção da concentração de MIB e Geosmina na fase líquida;
- Uma vez encerrado um período de aplicação de água filtrada com MIB, as tomadas de sucção da bomba peristáltica eram transferidas para o outro recipiente de vidro contendo água filtrada sem MIB e, assim, sucessivamente..

Para cada carvão ativado granular ensaiado, foram desenvolvidos quatro ciclos completos, perfazendo 20 dias de operação.

Os ensaios de adsorção em escala piloto objetivaram avaliara os carvões ativados granulares selecionados quanto à remoção do composto orgânico MIB na água filtrada da ETA ABV imediatamente após os filtros, ou seja, simulando a utilização dos carvões como filtros pós-adsorvedores. Os ensaios foram executados em coluna piloto e com o meio adsorvedor sob as mesmas características operacionais, tais como, taxa de filtração, tempo de contato de leito vazio, diferentes concentrações aplicadas de MIB, de uma futura utilização em escala real na ETA ABV. Os ensaios foram realizados simultaneamente para todos os carvões selecionados. O sistema piloto foi operado com a seguinte rotina operacional:



- A água filtrada era bombeada com o auxílio de uma bomba centrífuga a partir do canal de água filtrada da ETA-ABV para um tanque pulmão de água filtrada, de modo contínuo
- As colunas eram alimentadas a partir do tanque pulmão por intermédio de bombas centrífugas com vazão controlada por um painel de controle e inversor de frequência. Como foram operados seis filtros em regime contínuo e em paralelo, cada filtro era alimentado com uma bomba específica. A Fotografia 4.9 apresenta uma bomba centrífuga típica utilizada no bombeamento da água filtrada a partir do tanque pulmão para um dos filtros.
- Nos dois primeiros dias de cada ciclo, eram coletadas apenas amostras do afluente aos filtros pilotos. Nos demais dias, eram feitas coletas dos afluentes e efluentes de cada coluna.
- A aplicação de MIB na água filtrada nos períodos operacionais cuja concentração deveria estar na faixa de 50 ng/l era efetuada em uma tubulação de saída do tanque pulmão com o auxílio de uma bomba peristáltica. A solução de MIB era recalçada e introduzida diretamente na linha de sucção das bombas de alimentação dos filtros piloto. A Fotografia 4.10 apresenta o tanque pulmão de água filtrada de alimentação das colunas de adsorção, a bomba peristáltica de aplicação de MIB, a solução de MIB e o ponto de aplicação da solução.
- De modo a permitir que a concentração inicial de adsorvato estivesse entre 40 e 60 ng/L, dosava-se 4,4 mL/min da solução de MIB na linha de sucção das bombas centrífugas de alimentação das colunas de adsorção.
- A solução de MIB era preparada a partir da introdução de 1600 µl de padrão de 200 mg MIB/L em um balão volumétrico de 5 litros, sendo posteriormente completado com água destilada.
- As coletas de amostras, tanto das águas de alimentação do sistema quanto dos efluentes das colunas, eram feitas em duplicata nos tempos 8, 16, 24, 32 e 40 horas de cada ciclo. As coletas eram feitas em frascos destinados a cromatografia gasosa para posterior envio ao Laboratório de Química Orgânica da SABESP para a determinação das concentrações de MIB e Geosmina na fase líquida.
- A cada duas semanas de operação, as colunas eram lavadas com ar e água em contra-corrente a fim de garantir a remoção de partículas que, eventualmente, tivessem sido capturadas pelo CAG. O procedimento na lavagem dos filtros piloto consistia na aplicação de ar durante cerca de dois minutos para, a seguir, ser efetuada a aplicação de água em contra-corrente, de modo a garantir a expansão do meio adsorvedor em 30%, durante 10 minutos de duração.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores dos índices físicos obtidos experimentalmente para cada CAG estudado.

Tabela 2 – Índices físicos determinados experimentalmente para os CAG's fornecidos pelos fabricantes

FORNECEDOR	Massa específica do material (kg/m ³)	Massa específica da partícula (kg/m ³)	Porosidade interna
BRASCARBO	1.810	880	0,51
PAIOL	1.910	570	0,70
CALGON	1.700	860	0,50
BRASILAC	1.630	500	0,69
CARBOMAFRA	1.650	830	0,50
NORIT	1.670	780	0,53

**Tabela 3 – Índices físicos determinados experimentalmente para os CAG's fornecidos pelos fabricantes**

FORNECEDOR	Massa específica em filtro (kg/m³)	Massa específica aparente em filtro (kg/m³)	Massa específica aparente seca (kg/m³)	Porosidade
BRASCARBO	1.400	640	400	0,45
PAIOL	1.270	530	230	0,41
CALGON	1.360	740	470	0,55
BRASILAC	1.190	490	210	0,42
CARBOMAFRA	1.320	620	390	0,47
NORIT	1.310	720	430	0,55

Os índices físicos de um determinado CAG é determinado fundamentalmente pela matéria prima empregada em sua fabricação, bem como nos seus procedimentos de carbonização, pirólise e ativação.

Dentre todos os parâmetro obtidos, talvez os mais significativos e importantes sejam a massa específica em filtro, a massa específica aparente seca e a porosidade. O primeiro é de fundamental importância quando do cálculo das velocidades ascensionais de água de lavagem para que seja possível uma determinada expansão do material e o segundo na definição das massas de CAG a serem adquiridas para a montagem de um determinado filtro adsorvedor e a porosidade é parâmetro fundamental no cálculo da perda de carga do material limpo.

Conforme pode ser observado nas Tabelas 2 e 3, há uma grande variação nos valores da massa específica em filtro entre os CAG estudados. O CAG fornecido pela BRASILAC apresentou o menor valor, da ordem de 1.190 kg/m³, sendo que o CAG cedido pela BRASCARBO apresentou o maior valor, 1.400 kg/m³.

Esta variação pode ser considerada como significativa, uma vez que uma pequena variação deste parâmetro pode induzir a valores muito diferentes de valores de velocidade ascensionais de água de lavagem para que seja atingido um determinado valor de expansão do material.

Do mesmo modo que a massa específica em filtro, também a massa específica aparente seca apresentou valores bem diversos entre si. Estes situaram-se entre 210 kg/m³ e 470 kg/m³, sendo estes dos CAG's fornecidos pela BRASILAC e CALGON, respectivamente. A porosidade dos CAG's variou de 0,41 a 0,55 tendo sido estes obtidos para os materiais adsorvedores fornecidos pela PAIOL e CALGON e NORIT, respectivamente.

Em função desta disparidade de valores encontrados para os diferentes CAG's testados e sua importância na operação dos sistemas pós-filtros adsorvedores, torna-se altamente recomendável que os mesmos sejam obtidos, mesmo que este seja de um mesmo fornecedor, haja visto que em função de uma provável variabilidade na sua fabricação, diferentes valores de índices físicos podem ser obtidos.

As Figuras 2 a 5 apresentam um resultado típico de variação temporal das concentrações de MIB no afluente e efluente das micro-colunas de adsorção e sistema piloto para os CAGs fornecidos pela Calgon e Carbomafra, respectivamente. De forma a permitir uma melhor interpretação dos resultados, os valores de concentração de MIB no afluente e efluente às micro-colunas de adsorção estão apresentados em função do número de leitos aplicados, ao invés do tempo de operação.

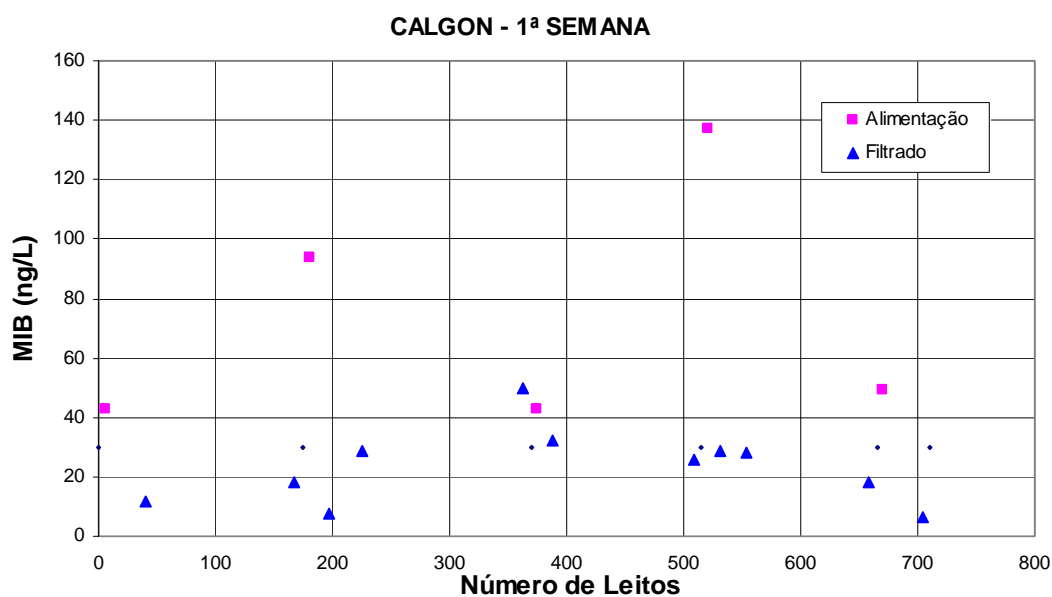


Figura 2 – Perfis de concentração de MIB na água filtrada para ensaio de adsorção conduzido em micro-coluna. CAG: Calgon

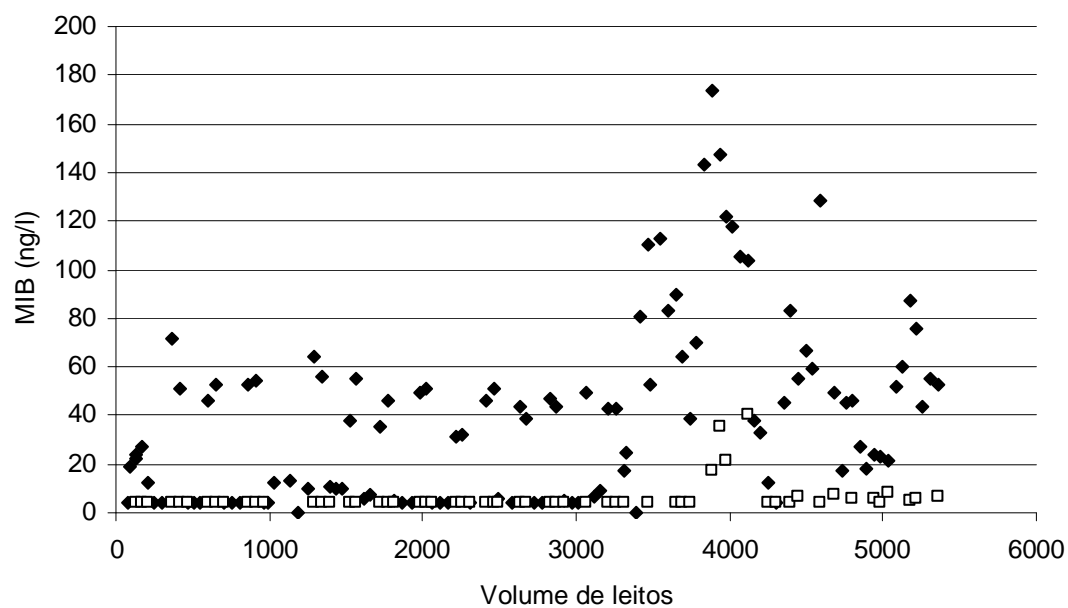


Figura 3 – Perfis de concentração de MIB na água filtrada para ensaio de adsorção conduzido em coluna piloto. CAG: Calgon

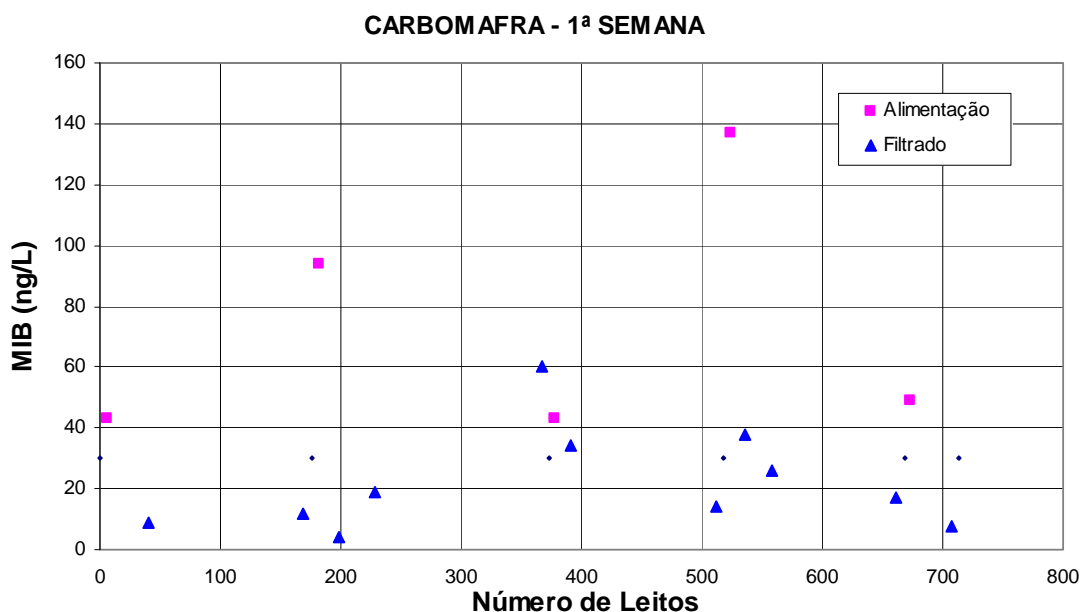
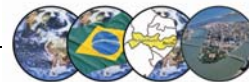


Figura 4 – Perfis de concentração de MIB na água filtrada para ensaio de adsorção conduzido em micro-coluna. CAG: Carbomafra

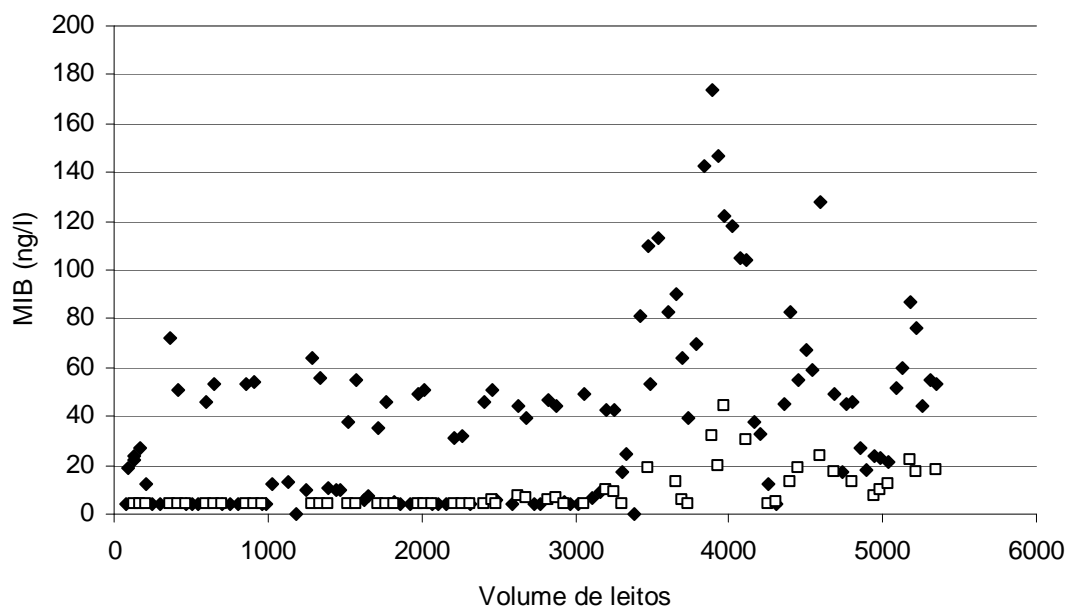


Figura 5 – Perfis de concentração de MIB na água filtrada para ensaio de adsorção conduzido em coluna piloto. CAG: Carbomafra

Com base nos resultados experimentais obtidos quando da condução dos ensaios de adsorção em micro-colunas, em todas elas, a concentração de MIB no efluente comportou-se de maneira semelhante, não tendo-se condições de se afirmar qual o material adsorvedor mais recomendado a ser utilizado nos sistemas pós-filtros adsorvedores a serem implantados futuramente na ETA-ABV.

Para uma concentração de MIB no afluente às micro-colunas em torno de 50 ng/l, houve uma remoção de 90% no seu valor para todos os CAG's testados. Isto significa que, ainda que não seja conhecido qual o CAG mais recomendado, bem como sua vida útil, todos os materiais adsorvedores empregados comportaram-se muito bem com respeito à remoção de MIB. Tendo-se por objetivo simular a variabilidade temporal da



concentração de MIB no afluente às micro- colunas, durante o período operacional de uma semana, as mesmas foram operadas com dois dias de alimentação da água filtrada com MIB e três dias sem MIB.

Observou-se que, tanto no período de aplicação de água filtrada com e sem MIB, o efluente final apresentou concentrações deste inferiores a 5 ng/l, o que demonstra ser insignificante o processo de dessorção do adsorvato durante os episódios de ausência de MIB na água filtrada. Evidentemente, o processo de dessorção pode ter ocorrido, no entanto, este não trouxe nenhum prejuízo à qualidade estética da água final.

Do mesmo modo que para os ensaios em micro-coluna, também para os ensaios em escala piloto, para praticamente todos os CAG's empregados nos estudos de adsorção, as concentrações de MIB no efluente situaram-se na faixa de 4 ng/l, com exceção do CAG fornecido pela BRASCARBO, que produziu um efluente com concentrações de MIB em certos períodos superiores a 10 ng/l. Estes resultados experimentais obtidos são muito similares aos obtidos quando da condução dos ensaios de adsorção em micro-colunas, não tendo havido diferenças significativas entre ambos.

Assim sendo, potencialmente, o emprego do CAG como sistema pós filtro-adsorvedor apresenta-se como alternativa viável para fins de controle de gosto e odor em águas de abastecimento, podendo este operar com uma vida útil de 2 a 5 anos, dependendo da qualidade da água bruta e das características do seu pré-tratamento.

CONCLUSÕES

A partir dos ensaios experimentais realizados foi possível concluir que:

- Durante a operação do sistema de adsorção em micro-colunas, para todos os CAG's estudados, a concentração de MIB no efluente das colunas situaram-se abaixo de 5 ng/l, para concentrações média de MIB na água filtrada de 50 ng/l.
- Durante a operação dos sistemas de adsorção em escala piloto, para todos os carvões ativados testados, a concentração de MIB no efluente das colunas situaram-se abaixo de 5 ng/l, para concentrações média de MIB na água filtrada de 50 ng/l.
- Tendo por objetivo preservar os sistemas pós-filtros adsorvedores com respeito à adsorção competitiva de MIB e compostos orgânicos naturais, recomenda-se que o processo de coagulação seja operado em uma faixa de pH da ordem de 5,8 e 6,5 objetivando-se a maximização da sua remoção da fase líquida.
- Portanto, o emprego do CAG como sistema pós filtro-adsorvedor apresenta-se como alternativa viável para fins de controle de gosto e odor em águas de abastecimento, podendo este operar com uma vida útil de 2 a 5 anos, dependendo da qualidade da água bruta e das características do seu pré-tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION RESEARCH FOUNDATION. Identification and treatment of taste and odors in drinking water. Denver., AWWA, December, 1987, 292p.
2. GILLOGLY, T.E.T, SNOEYINK, V.L., VOGEL, J.C., WILSON, C.M., ROYAL, E.P. Determining GAC bed life. Journal American Water Works Association, p. 98-110, August. 1999.