



I-284 - RECICLO DA ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS: IMPACTOS NA OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ARROIO DOS RATOS/CORSAN-RS

Gilson Schüssler ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA. Técnico do Departamento de Controle de Água da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN.

Marinho Emilio Graff

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Especialista Ambiental (USP). Superintendente de Tratamento da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN.

André Loureiro Chaves

Professor Pesquisador ligado ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e aos Programas de Pós-Graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais e Pós-Graduação em Saúde Coletiva – ULBRA.

Endereço (1): Rua Félix da Cunha, 1767 - Bairro Centro - Venâncio Aires - RS - CEP: 95800-000 - Brasil - Tel: (51) 3215-5665 - e-mail: gilsonschussler@corsan.com.br

RESUMO

A água potável é fundamental para melhorar a qualidade de vida do homem, mas para atingir os padrões de potabilidade precisa passar por um tratamento adequado, sendo que o processo convencional é um dos mais utilizados. Trata-se de um processo industrial como outro qualquer onde uma matéria-prima é transformada em produto, gerando resíduos. As duas fontes mais importantes de resíduos, em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), são o lodo do decantador e a água de lavagem dos filtros, os quais são classificados como resíduos sólidos pela ABNT NBR 10.004/2004. Na maioria das ETAs esses resíduos são lançados diretamente no corpo receptor, sem tratamento, produzindo impactos ambientais e sujeitando os gestores às penalidades legais. A água de lavagem dos filtros representa a maior parcela desses resíduos, porém, possui uma baixa concentração de sólidos, podendo então ser aplicada a técnica do reciclo para o início do processo. No entanto, é necessário adotar cuidados para que esta prática não altere a qualidade da água tratada. Neste trabalho apresenta-se um estudo de caso, na ETA Arroio dos Ratos, operada pela Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, onde se implantou o reciclo como ferramenta de gestão. Realiza-se a descrição das unidades de tratamento e as adaptações executadas na planta para permitir o reciclo da água de lavagem dos filtros com todos os sólidos presentes. Em seguida, apresenta-se o monitoramento realizado no processo, demonstrando que esta operação é viável e não prejudica o produto final – água potável.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água, Água Potável, Lavagem de Filtros, Reciclo.

INTRODUÇÃO

A água é essencial em todas as atividades humanas, sendo o uso doméstico considerado o mais nobre e prioritário, mas para que a água possa ser utilizada com segurança precisa passar por um tratamento adequado. O ministério da Saúde, através da Portaria nº 518, de 26 de março de 2004, regulamenta o tratamento de água para consumo humano no Brasil, estabelecendo procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O tratamento consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias possivelmente deletérias a saúde humana. No Brasil um dos processos mais utilizados, para este tratamento, é o convencional ou ciclo completo.

Os sistemas de tratamento de água têm características similares a qualquer indústria, os quais transformam uma matéria-prima (água bruta) em um produto (água potável), mas também geram resíduos, sendo as duas fontes mais importantes o lodo do decantador e a água de lavagem dos filtros, que são classificados como resíduos sólidos pela ABNT NBR 10.004/2004. Na maioria dos sistemas de tratamento o destino desses resíduos tem sido um curso de água próximo, frequentemente o próprio manancial de captação, podendo provocar alterações significativas no meio ambiente, sujeitando os gerentes de sistemas de abastecimento de água às penalidades legais. Além das questões ambientais e legais, a possibilidade de colapso das reservas de



água doce tem feito com que a água seja considerada, cada vez mais, um recurso natural com valores econômico, estratégico e social, exigindo ações de proteção aos mananciais.

Neste contexto, o uso racional da água e o reúso são ferramentas importantes para as indústrias, inclusive a da produção de água tratada, que buscam minimizar problemas relacionados à disponibilidade hídrica e ao lançamento de efluentes. Uma alternativa que pode ser utilizada para gestão deste problema, em ETAs de ciclo completo, é o reciclo da água de lavagem dos filtros para o início do processo de modo que somente são tratados os resíduos provenientes do decantador. O reciclo é um reúso direto, interno e planejado em que a água de lavagem dos filtros retorna ao início do processo de potabilização, sem qualquer tratamento prévio, para servir como fonte suplementar do uso original. Mas, essa forma de gerenciar o sistema de tratamento dos resíduos merece atenção especial tendo em vista que o produto final de uma ETA é água potável para consumo humano e a qualidade deste produto não pode ser comprometida.

Considerando a importância deste tema para os gestores de sistemas de tratamento, apresenta-se neste trabalho, um estudo de caso na ETA de Arroio dos Ratos, operada pela Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN. Descreve-se as unidades de tratamento, os leitos de secagem e a operação de limpeza destas unidades. Apresenta-se as adaptações realizadas na planta para permitir o reciclo da água de lavagem dos filtros e a operação dos leitos de secagem e, em seguida, o monitoramento do reciclo baseado em parâmetros da Portaria 518/04-MS. Avalia-se os impactos do reciclo na operação da ETA e se interfere na qualidade do produto final - água potável.

ETA DE ARROIO DOS RATOS

A ETA de Arroio dos Ratos é do tipo convencional ou ciclo completo com vazão nominal de 50L.s^{-1} . Iniciou a operação em março de 1998. Abastece uma população de 14.847 habitantes (2008). Localiza-se nas coordenadas $30^{\circ}05'21''\text{S}$ e $51^{\circ}43'30''\text{O}$. O manancial recebe o mesmo nome do município: Arroio dos Ratos, que está inserido na bacia hidrográfica do Baixo-Jacuí, região hidrográfica do Guaíba - RS. A captação de água é realizada em uma barragem de nível com 25m de comprimento por 1,5m de altura máxima.

O bloco hidráulico possui um misturador rápido tipo Calha Parshall. Esta unidade é utilizada também para medir a vazão afluente da ETA. O coagulante aplicado é o sulfato de alumínio líquido (65% p/v). Na câmara de chegada da água bruta, quando necessário, aplica-se cal hidratada como alcalinizante e, eventualmente, carvão ativado para remoção de odor e gosto. Não há aplicação de cloro na água bruta (pré-oxidação). O floculador é do tipo hidráulico. Quando necessário, aplica-se cal hidratada para correção de pH nesta unidade. O floculador é lavado com uma frequência de 60 dias (média de 2008), semelhante ao decantador, sendo que todo o volume de 100m^3 é descartado para os leitos de secagem. Os dois decantadores são convencionais de fluxo horizontal. São lavados manualmente com uma frequência aproximada de 60 dias (média de 2008) e em dias subsequentes. Geralmente a limpeza ocorre em função do início da decomposição do lodo sedimentado e não em função da saturação da zona de lodo. O volume útil de cada unidade é de 350m^3 , totalizando 700m^3 , o qual é descartado para os leitos de secagem. Os filtros são do tipo rápido, por gravidade e de dupla camada filtrante com areia e carvão antracito. São três unidades com área de $9,4\text{m}^2$ cada, totalizando $37,6\text{m}^2$ de área filtrante. A carreira de filtração média, em setembro de 2008, foi de 27,5 horas. Lavam-se as três unidades, no mesmo dia, a cada dois dias. O volume médio gasto por lavagem é de 40m^3 , totalizando aproximadamente 1800m^3 por mês. Todo o volume da água de lavagem de filtros é lançado nos leitos de secagem com uma frequência de dois dias, inviabilizando o deságüe do lodo. A câmara de mistura possui um volume útil de $1,01\text{m}^3$, localiza-se após os filtros e antes do reservatório de contato. Tem a função de homogeneizar o efluente dos três filtros e receber a aplicação do cloro gás (desinfecção) e o fluossilicato de sódio (fluoretação).

O controle do processo de potabilização conta com um Procedimento Operacional, o qual estabelece os parâmetros, a frequência e as amostras que devem ser analisadas ao longo do tratamento e também na rede de distribuição. O monitoramento inicia pela água bruta, segue pela água floculada, decantada, filtrada e tratada. Visa atender a Portaria 518/04-MS e a necessidade do controle operacional, permitindo intervenções rápidas sempre que houver alterações. A ETA tem um laboratório local capaz de executar análises físico-químicas e bacteriológicas e técnicos treinados para realizar as intervenções necessárias no processo. As análises mais complexas são realizadas pelo laboratório do Departamento de Apoio Laboratorial - DEAL.



Os reservatórios são dois. Um elevado com capacidade de 100m³, sendo sua principal finalidade fornecer a água necessária para a lavagem dos filtros, além de abastecer todas as dependências da ETA e o outro de 500m³ para garantir o tempo de contato necessário à ação do desinfetante, após sua aplicação na câmara de mistura. A ETA possui ainda dois leitos de secagem com área de 288m² cada. A água drenada destas unidades é conduzida a um tanque de equalização (32m³), onde está instalada uma bomba de recalque, para descarte ao corpo receptor. O reciclo não consta do projeto original da ETA, porém, durante a obra foi instalada uma câmara de manobra, possibilitando a alternativa de retornar a água drenada dos leitos de secagem para o início do processo de potabilização.

O fluxograma do processo direciona todos os efluentes da ETA para os leitos de secagem, resultando na saturação dos mesmos. Para a remoção do lodo utilizaram-se máquinas pesadas, danificando o sistema de drenagem e provocando a desativação do sistema. Como o projeto não prevê outra possibilidade de destinação para o lodo do decantador, abriram-se as tampas das caixas de inspeção dos leitos de secagem, transformando-os em uma passagem do lodo até o corpo receptor, inutilizando o sistema de desaguamento de lodo.

METODOLOGIA

A adaptação na planta consistiu na interligação dos Poços de Visita (PVs) do tubo coletor dos efluentes do bloco hidráulico (7) e do tubo coletor do drenado dos leitos de secagem (8) e a instalação de comporta e registro no PV (7), conforme o destaque em elipse tracejada apresentada na Figura 1. A comporta veda a passagem para os leitos de secagem. A interligação permite que o efluente seja direcionado diretamente ao tanque de equalização, sem a necessidade de passar pelos leitos de secagem.

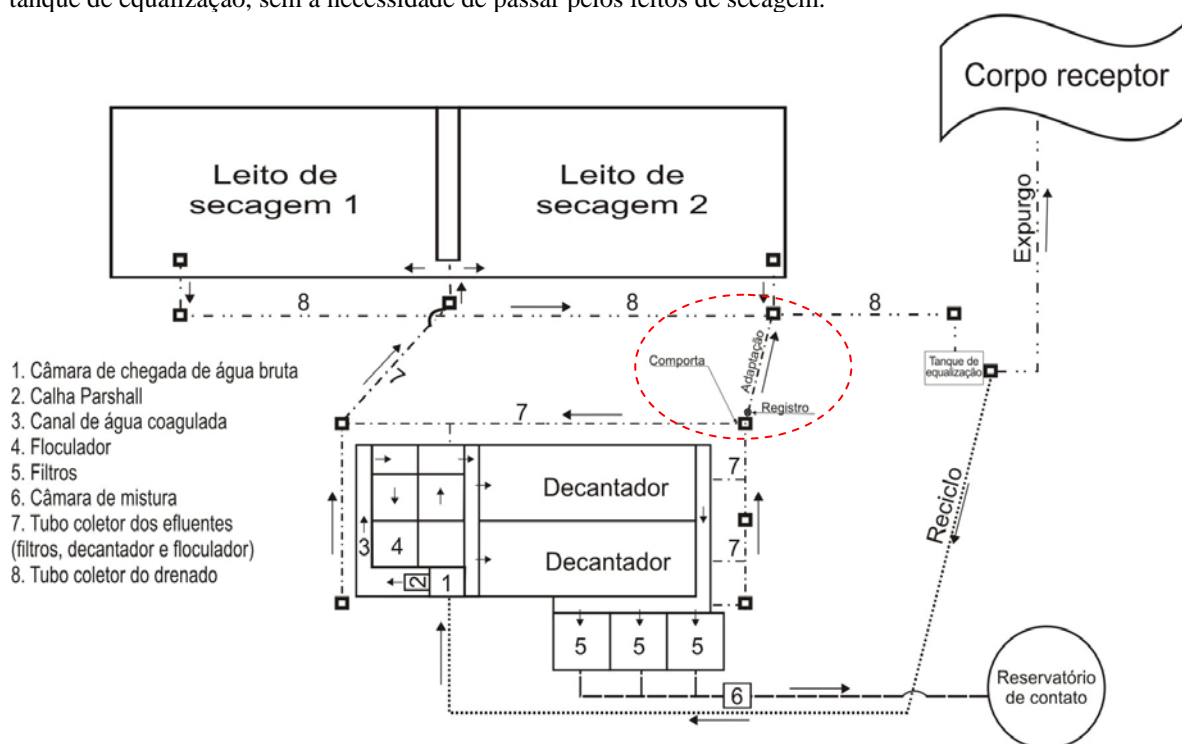


Figura 1: Fluxograma operacional da ETA com a adaptação na planta

Concluída a adaptação na planta, realizou-se a recuperação dos leitos de secagem, a limpeza do tanque de equalização, onde se instalou um agitador submersível com potência de 5 CV para manter o efluente da lavagem dos filtros homogêneo. O ponto de retorno da água do reciclo foi mantido no início do processo de potabilização, especificamente na câmara de chegada da água bruta. Concluídas as obras para a operação do sistema de desaguamento do lodo e reciclo, iniciou-se o monitoramento. A vazão do reciclo foi aferida na calha Parshall através da diferença de coluna de água (H). Em nenhum momento se fez intervenção no processo de tratamento em função do reciclo, ou seja, as dosagens do coagulante e dos outros produtos químicos não foram alteradas.



A definição dos pontos de coleta contempla o objetivo de avaliar a evolução do processo de potabilização, em todas as etapas, durante a operação do reciclo. As amostras foram encaminhadas ao laboratório do DEAL para análise. A amostra de água tratada, somente para o exame bacteriológico, foi coletada pela equipe da ETA e o exame realizado no laboratório local. A Tabela 1 apresenta os seis tipos de amostra de água e seus respectivos pontos de coleta ao longo do processo de tratamento.

Tabela 1: Tipo de amostra e respectivo ponto de coleta

TIPO DE AMOSTRA	PONTO DE COLETA
Água bruta	Torneira, instalada na ETA, conectada à adutora de água bruta.
Água do reciclo	Saída da tubulação de recalque da água de reciclo, antes da calha Parshall.
Água coagulada	Canal de água coagulada, antes do floculador.
Água decantada	Saída do decantador, na superfície.
Água filtrada	Torneira instalada na câmara de mistura, logo após os filtros e antes do reservatório de contato.
Água tratada	Torneira instalada na tubulação de recalque de água tratada, na saída do reservatório de contato.

Os parâmetros, a serem monitorados, baseiam-se nos padrões estabelecidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e dividem-se em seis categorias: físico-químicos, microbiológicos, fitoplantônicos, metais, agrotóxicos e compostos orgânicos. Estabeleceu-se uma frequência mensal ao longo de doze meses, iniciando em outubro de 2007 e finalizando em setembro de 2008. Para a amostra de água tratada foi mantida a frequência exigida pela Portaria 518/04-MS, ou seja, 2 vezes por semana, sendo uma coincidente com as demais amostras. As amostras são coletadas sempre no dia da lavagem dos filtros. O período de um ano foi estabelecido para avaliar o comportamento do reciclo nas diferentes estações climatológicas, que no Rio Grande do Sul são bem distintas, e a possibilidade de interferência em função dos diferentes usos do solo da bacia hidrográfica ao longo do período.

O procedimento de coleta considerou o tempo de retenção hidráulico do floculador (30 minutos) e do decantador (3 horas e 30 minutos), totalizando quatro horas desde a chegada da água de reciclo, na calha Parshall, até a saída no decantador. A coleta das amostras iniciou 3h e 45 minutos após o início do reciclo, tinha duração aproximada de 1 hora e, para manter a operação, foram lavados dois filtros durante o procedimento de coleta.

A partir de uma análise preliminar dos resultados, estabeleceu-se os parâmetros mais significativos, considerando a potabilidade da água tratada e a segurança do tratamento. Os parâmetros definidos foram: cor, nitrato, turbidez, alumínio, ferro, manganês, clordano, diclorometano, trihalometanos, coliformes totais, *Escherichia coli*, fitoplâncton total e cianobactérias. Todos os demais parâmetros apresentaram valores bem abaixo dos exigidos pela Portaria 518/04-MS em todas as amostras, inclusive no reciclo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adaptação na planta da ETA modificou a operação do sistema de desaguamento do lodo. A água de lavagem dos filtros passou a ser direcionada diretamente para o tanque de equalização, viabilizando o reciclo para o início do processo de potabilização com todos os sólidos presentes. O agitador instalado no tanque de equalização evitou que os sólidos em suspensão sedimentassem, mantendo o efluente dos filtros com característica homogênea. O reciclo ocorre sempre que os filtros são lavados, mas a comporta e o registro são manobrados somente quando o decantador é lavado. O restante do período a comporta permanece fechada e o registro para o tanque de equalização aberto, portanto não cria dificuldades aos operadores.

O novo fluxograma operacional da ETA evita que os leitos de secagem recebam água proveniente da lavagem dos filtros, possibilitando que o lodo do decantador e floculador seja desaguado, ou seja, o sistema de desaguamento do lodo voltou a operar, evitando o descarte direto desses resíduos no corpo receptor. O tempo aproximado para o deságüe do lodo é de 30 dias, sendo removido logo em seguida e armazenado no pátio da ETA. A frequência de limpeza dos leitos de secagem é a mesma do decantador, aproximadamente 60 dias. A limpeza é gerenciada pela Unidade de Saneamento (US) local, que utiliza para isso a própria equipe operacional e convênios de mão-de-obra com a prefeitura municipal.



A água de lavagem dos filtros é reutilizada no processo, reduzindo as perdas da ETA que podem ter importância significativa em épocas de escassez e, quando a cobrança pelo uso dos recursos hídricos for regulamentada no Rio Grande do Sul, tanto para captação de água no manancial quanto para o lançamento de efluentes no corpo receptor, pode evitar um aumento nos custos diretos de operação. Neste trabalho, não se considera a possibilidade de economia de produto químico e nem a redução no consumo de energia elétrica.

O monitoramento do reciclo iniciou pelo controle da vazão afluente, na Calha Parshall, a qual aumentou em $4,6 \text{ L.s}^{-1}$, acrescentando 9,2% na vazão operacional da ETA, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Vazão operacional

Operação	Coluna de água (cm)	Vazão (L.s^{-1})	Percentual (%)
Sem reciclo	21,7	50,1	100,0
Somente reciclo	1,3	4,6	9,2
Com reciclo	23,0	54,7	109,2

O volume útil do tanque de equalização, para armazenar a água de lavagem dos filtros e possibilitar o reciclo, é de 32 m^3 , enquanto o volume de água gasto na lavagem de cada filtro geralmente é de 40 m^3 , gerando um déficit de 8 m^3 que será perdido pelo extravasor. Portanto, a recuperação representa somente 80% da água gasta para lavar os filtros. Isto ocorre porque o reciclo não estava previsto no projeto original, mas poderia ser corrigido com a ampliação da capacidade do tanque de equalização ou a reavaliação do procedimento de lavagem dos filtros, verificando o tempo de lavagem e a velocidade ascensional da água.

A água aduzida é aquela captada do manancial mais o reciclo. A água de processo é consumida para manter as unidades de tratamento (floculador, decantador e filtros) em condições higiênicas e operacionais. A média mensal anual destes volumes é apresentada nas Figuras 2 e 3. O ano de 2008 é considerado até setembro.

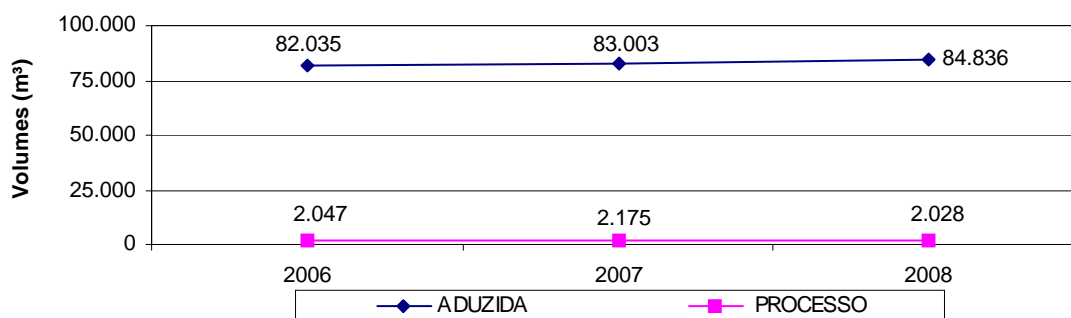


Figura 2: Média mensal anual dos volumes de água aduzida e água de processo

A Figura 2 mostra que a média mensal anual do volume de água aduzida aumentou em mais de 2.000 m^3 de 2006 para 2008. Mostra também que a água de processo se manteve praticamente estável ao longo do período, evidenciando que não há aumento da água de processo, mesmo com aumento de produção, portanto, o reciclo não afetou a operação de limpeza das unidades do bloco hidráulico.

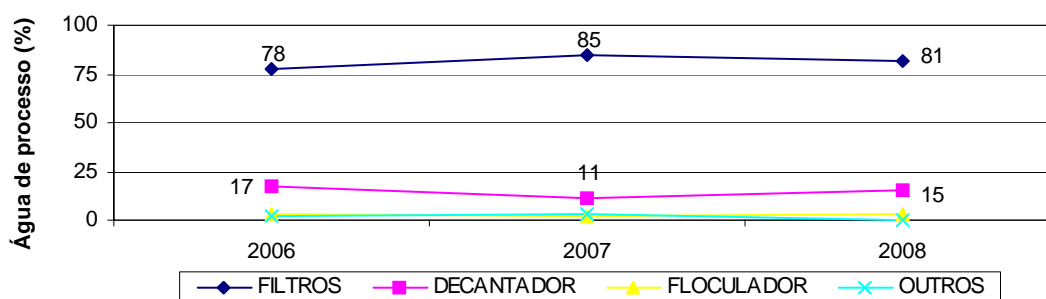


Figura 3: Média mensal anual da água de processo

A Figura 3 mostra que o volume da água de processo mais significativo corresponde a água de lavagem dos filtros (81,3% em média), seguido pelo decantador (14,3% em média). Os outros volumes correspondem ao floculador e, eventualmente, podem aparecer outros gastos como em torneiras de coleta ou descartes no bloco hidráulico em função de problemas operacionais, os quais somam (4,4% em média).

Analizando os resultados das Figuras 2 e 3, contata-se que apesar da água aduzida ter aumentado em mais de 2.000m³ mensalmente no período, a água de processo manteve-se estável. Percebe-se também que a água gasta na lavagem dos filtros manteve-se em torno da média de 81% do volume perdido na ETA e o gasto na limpeza do decantador não aumentou após o início do reciclo. Com isto afasta-se a possibilidade de que poderia haver um aumento de água consumida para limpeza do decantador em função do retorno de todos os sólidos contidos na água de lavagem dos filtros.

O reciclo da água de lavagem dos filtros merece atenção, pois o produto final do processo é água tratada para consumo humano. Inicialmente pode parecer que esta prática acrescentaria riscos ao processo, porém, estes riscos não parecem ser maiores do que captar água bruta em um manancial superficial.

O monitoramento mostra um comportamento semelhante nos parâmetros físico-químicos. Os valores mais elevados referem-se à água do reciclo, porém, a ETA convencional é eficiente em sua redução, conforme demonstram os resultados.

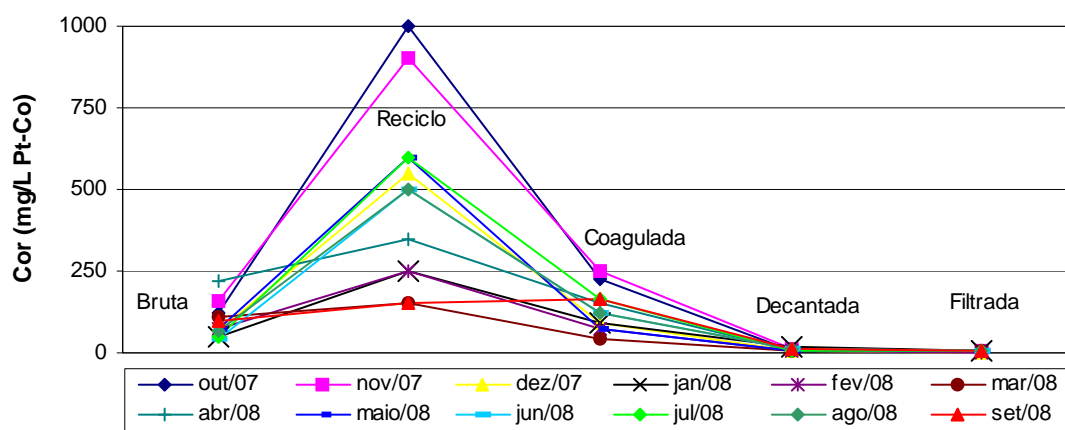


Figura 4: Comportamento da cor ao longo do processo de potabilização

A Figura 4 mostra que a água bruta apresenta valores de cor inferiores ao do reciclo, porém, no decorrer do processo convencional de tratamento ocorre a redução independente do valor encontrado no reciclo.

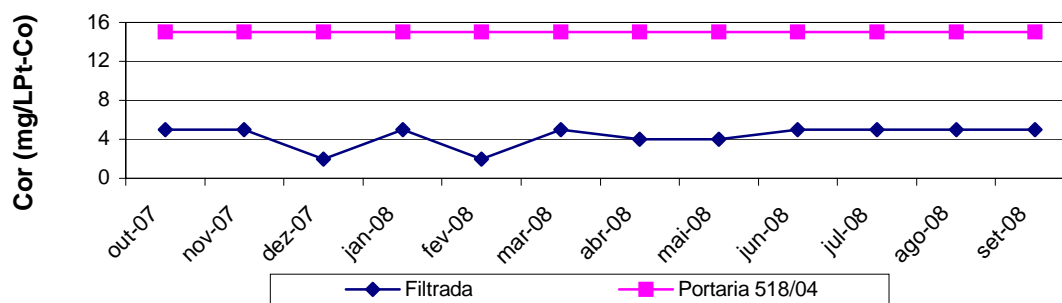


Figura 5: Comportamento da cor na água filtrada

A Figura 5 mostra que em todo o período de monitoramento o parâmetro cor manteve-se dentro do limite estabelecido pela Portaria 518/04 –MS (15 mg/L Pt-Co).

Muitos parâmetros acusaram valores bem abaixo daqueles estabelecidos pela Portaria 518/04-MS, mesmo na amostra da água do reciclo e, por isso, não são apresentados individualmente neste trabalho. O parâmetro que representa esta constatação é o nitrato.

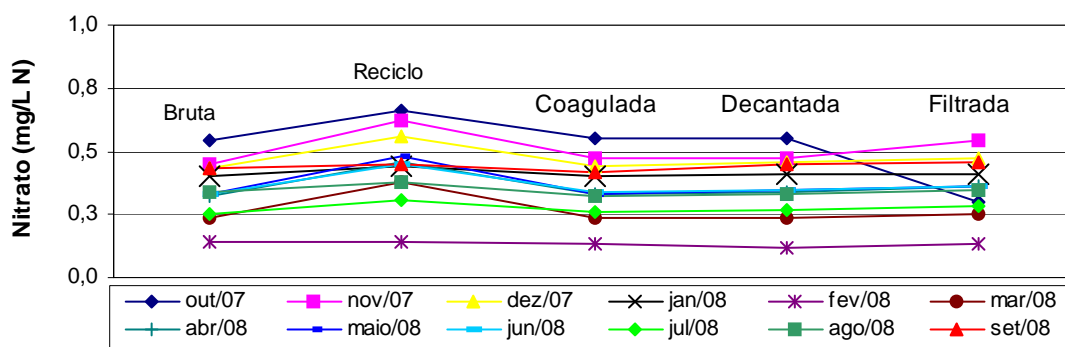


Figura 6: Comportamento do nitrato ao longo do processo de potabilização

A Figura 6 apresenta o comportamento do nitrato ao longo do período de monitoramento. Consta-se que este parâmetro não sofre redução pelo processo de tratamento convencional, porém, os valores são bem inferiores ao estabelecido pela Portaria 518/04-MS (10 mg/L N). A redução visualizada na curva do mês de outubro de 2007, na amostra da água decantada para a filtrada, provavelmente foi provocada por uma falha na amostragem, pois todas as outras mantêm uma similaridade, além disso, os valores baixos tornam mais visíveis as pequenas alterações como neste caso a redução de 0,5 para 0,3 mg/L N.

A turbidez pode ser considerada um dos parâmetros mais importantes no processo de tratamento, pois representa a remoção de sólidos na etapa de clarificação, sendo seu valor associado também a remoção de microrganismos e eficiência da desinfecção.

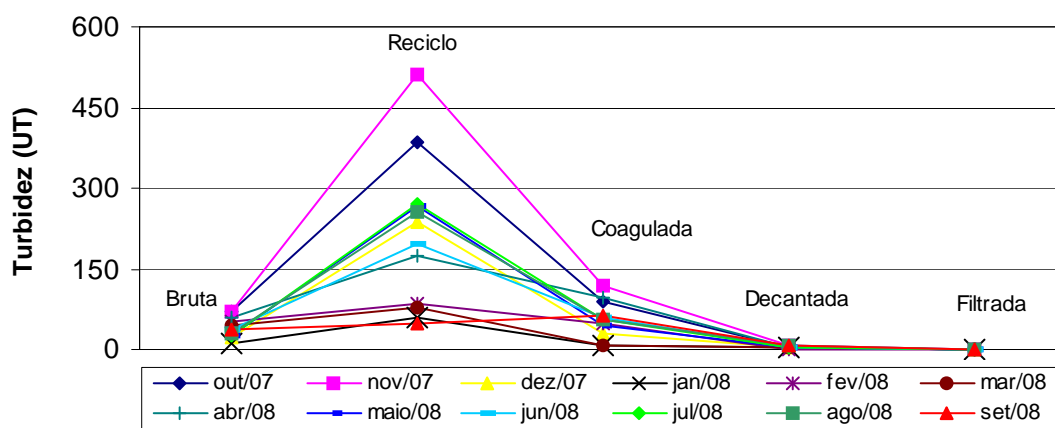


Figura 7: Comportamento da turbidez ao longo do processo de potabilização

A Figura 7 mostra que o comportamento das curvas é semelhante em todo período monitorado, sendo que ocorre aumento significativo dos valores de turbidez na água do reciclo e redução ao longo do tratamento, demonstrando a eficiência do processo na remoção de partículas em suspensão já na água decantada. O valor de turbidez mais baixo na água de reciclo corresponde ao mês de setembro de 2008 (Figura 7), contrastando com o valor mais alto encontrado no mesmo mês na água filtrada (Figura 8).

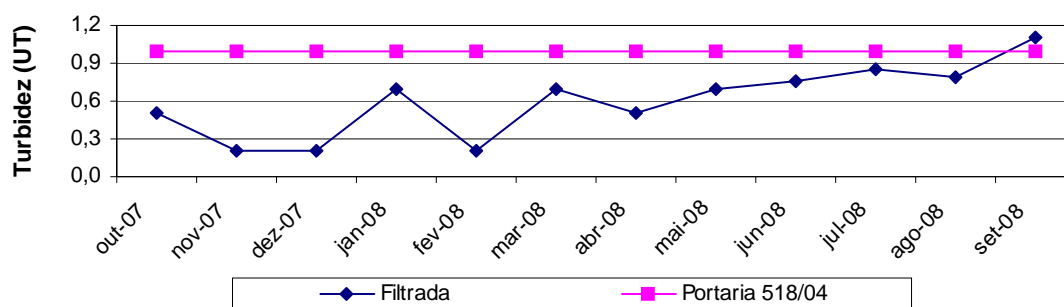


Figura 8: Comportamento da turbidez na água filtrada

A Figura 8 mostra que a turbidez permaneceu com valores abaixo de 0,9 UT em todo período, exceto no mês de setembro de 2008, quando ultrapassou o valor de 1,0 UT, alcançando 1,1 UT. Este valor não pode ser atribuído ao reciclo, pois no dia da coleta ocorreu uma falha na operação. Antes de iniciar o reciclo, o operador enfrentou dificuldades na dosagem de coagulante (sulfato de alumínio) e correção de pH, conforme evidenciado nas Figuras 9, 10 e 11.

O Padrão estabelecido pela Portaria 518/04-MS para turbidez em filtro rápido é de 1,0 UT, porém, permite eventualmente valores até 5,0 UT, conforme o artigo 12, inciso 2º, onde recomenda que se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT. Portanto, a água permanece dentro do padrão de potabilidade. Os resultados do monitoramento indicam que o reciclo da água de lavagem dos filtros, sem qualquer tratamento e com todos os sólidos presentes, ao início do processo de potabilização não afetou os parâmetros físico-químicos avaliados.

Os metais que se apresentaram de forma mais significativa durante a campanha correspondem ao coagulante utilizado como insumo, mas também encontrado no manancial (alumínio) e o ferro e manganês que aparecem em todas as amostras de água bruta. O comportamento de todos segue a mesma tendência: concentração na água de reciclo e redução gradual ao longo do processo de tratamento.

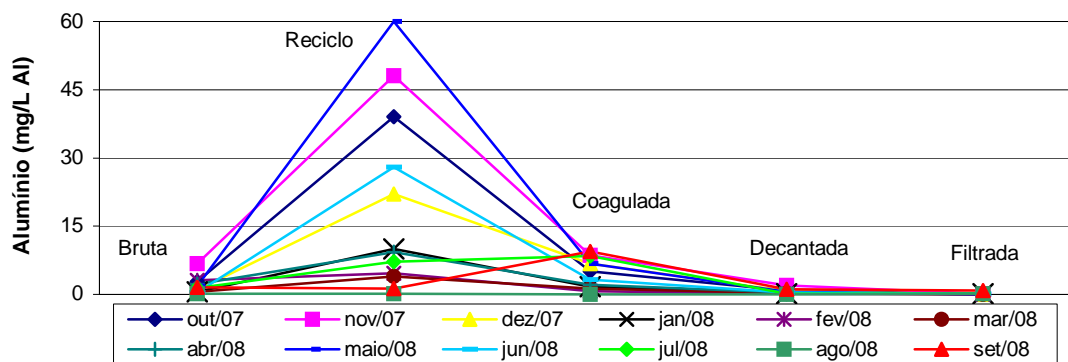


Figura 9: Comportamento do alumínio total ao longo do processo de potabilização

A Figura 9 mostra que o alumínio geralmente tem um acréscimo na água do reciclo, mas é reduzido ao longo do tratamento. Na água bruta os valores oscilaram entre 0,1 e 6,8 mg/L, enquanto no reciclo variaram entre 0,1 e 48,0 mg/L. Destaca-se que as concentrações mais baixas na água do reciclo são encontradas nos meses de agosto e setembro de 2008 e, este último mês, apresenta o valor mais alto na água coagulada.

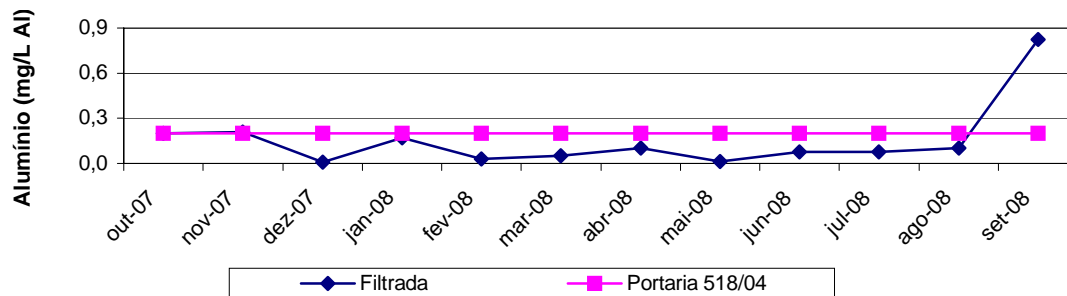


Figura 10: Comportamento do alumínio total na água filtrada

A Figura 10 mostra a concentração de alumínio na água filtrada. Percebe-se que no mês de setembro de 2008 o valor ultrapassou em 4 vezes o máximo permitido pela Portaria 518/04-MS, atingindo o valor de 0,8 mg/L. A Portaria 518/04-MS estabelece o valor máximo de 0,2 mg/L de alumínio na água tratada, portanto, a amostra de água filtrada não atendeu este padrão no mês de setembro.

O sulfato de alumínio é um dos principais insumos utilizados na indústria de água potável. Sua função é desestabilizar as partículas coloidais e sua aplicação exige um pH ótimo de coagulação. A alta concentração de alumínio na água coagulada, coincidindo com uma baixa concentração na água do reciclo no mês de setembro (Figura 9) aponta para uma falha na aplicação do coagulante. Isto é reforçado quando se avalia o alumínio residual na água filtrada no mês de setembro (Figura 10) e o pH no mesmo mês (Figura 11). Estes valores também influenciam a turbidez da água filtrada apresentada na Figura 8. Portanto não é possível



atribuir ao reciclo o problema ocorrido com o residual de alumínio e turbidez no mês de setembro. Fica evidente que se trata de uma falha na operação da ETA, demonstrando a importância da correta aplicação do coagulante no processo convencional de potabilização de água.

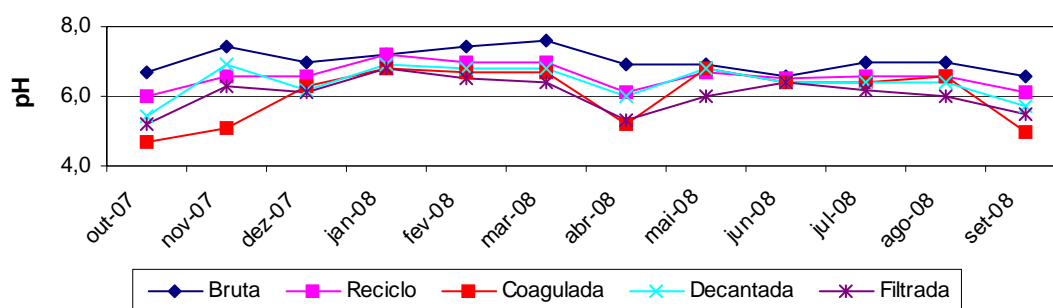


Figura 11: Comportamento do pH nas amostras ao longo do período

A Figura 11 mostra que nos meses de outubro e novembro de 2007 e abril e setembro de 2008 o pH apresenta valores próximos ou abaixo de 5,0 na amostra de água coagulada. Nos meses de outubro de 2007, abril e setembro de 2008 apresentam valores abaixo de 6,0 na água filtrada.

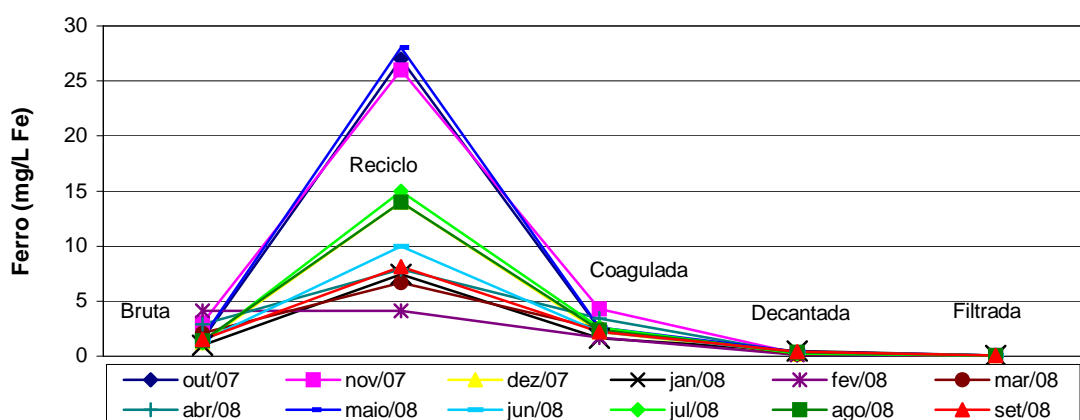


Figura 12: Comportamento do ferro total ao longo do processo de potabilização

A Figura 12 mostra que o ferro está presente em todas as amostras de água bruta, tem um aumento significativo na água de reciclo, porém, é reduzido sem dificuldades pelo processo de tratamento.

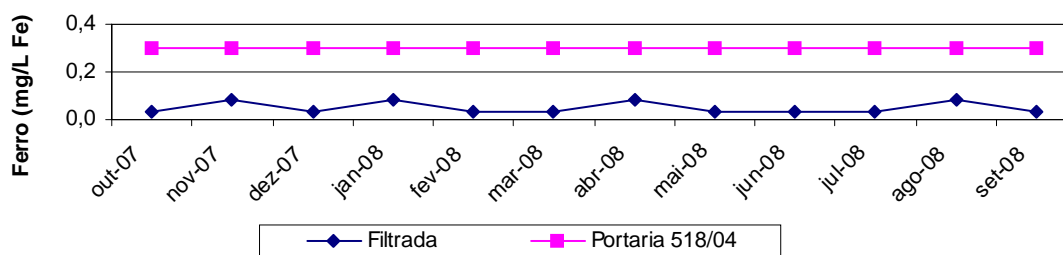


Figura 13: Comportamento do ferro total na água filtrada

A Figura 13 mostra que o parâmetro ferro permanece dentro do padrão durante toda a campanha. O valor máximo permitido pela Portaria 518/04-MS, para este metal, é de 0,3 mg/L na água tratada, portanto não oferece restrição ao reciclo.

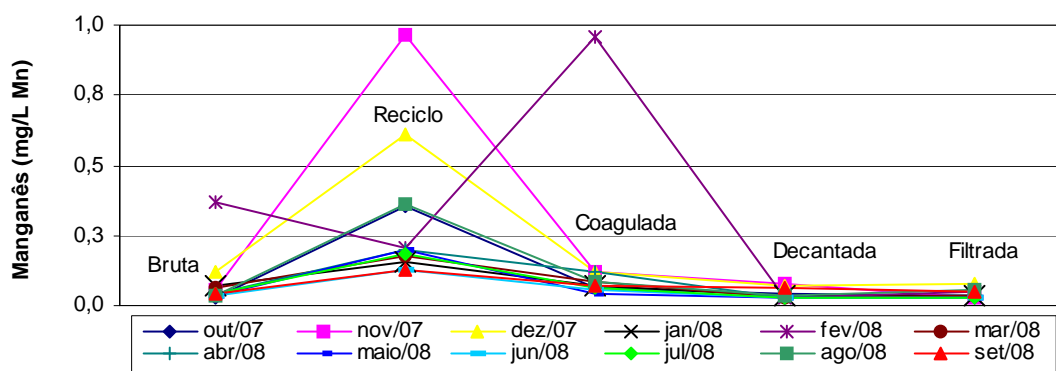


Figura 14: Comportamento do manganês total ao longo do processo de potabilização

A Figura 14 mostra que o manganês também apresenta uma concentração no reciclo, mas é atenuado durante o tratamento. A curva do mês de fevereiro de 2008 mostra um comportamento diferenciado, apresentando um valor baixo no reciclo e elevado na água coagulada. Isto provavelmente tenha ocorrido em função de alguma interferência externa na análise, pois as demais mostram resultados semelhantes e lógicos.

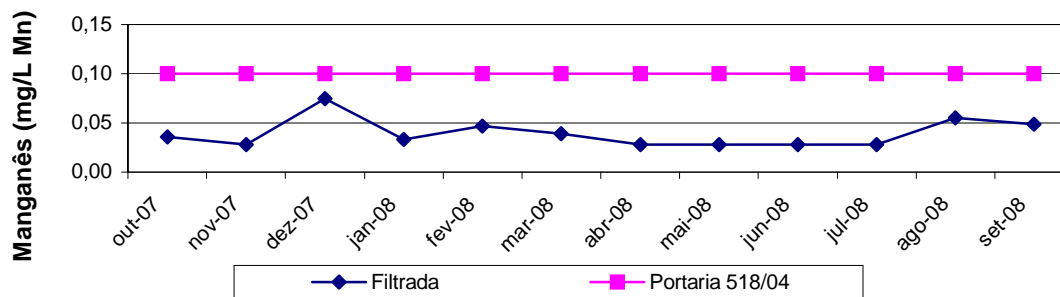


Figura 15: Comportamento do manganês total na água filtrada

A Figura 15 mostra que o manganês permanece abaixo do padrão estabelecido pela Portaria 518/04-MS (0,1 mg/L) em todo o período e não oferece restrição ao reciclo mesmo apresentando uma concentração na água de lavagem dos filtros.

Os resultados dos metais monitorados mostram um comportamento semelhante. Ocorre uma concentração na água de reciclo em relação à água bruta, porém, nenhum destes parâmetros mostrou dificuldades de ser removido pelo processo de tratamento convencional, portanto não impedem o reciclo da água de lavagem dos filtros com todos os sólidos presentes.

Dentre os compostos orgânicos monitorados, o diclorometano e os trihalometanos (THM) apareceram com maior frequência. Os trihalometanos representam o somatório dos compostos: clorofórmio, bromofórmio, bromodiclorometano e dibromoclorometano.

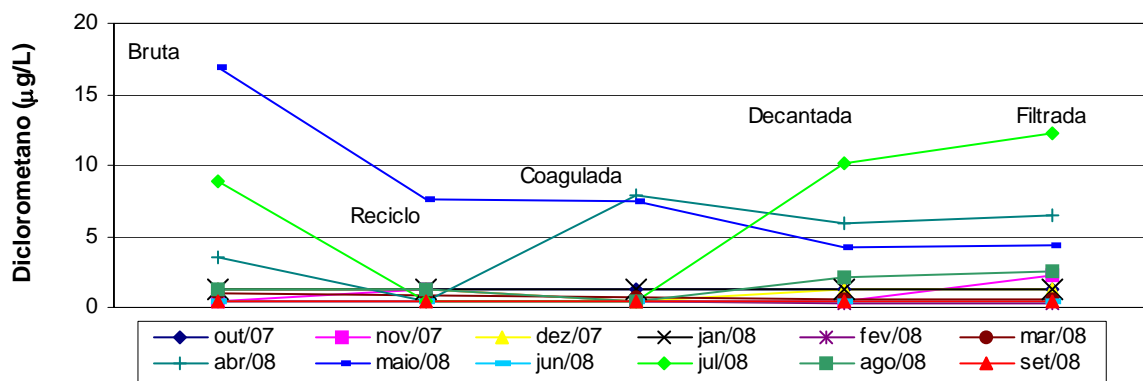


Figura 16: Comportamento do diclorometano ao longo do processo de potabilização



A Figura 16 mostra que o diclorometano geralmente apresenta valores maiores na água bruta em comparação com o reciclo. No mês de julho de 2008 ocorrem os valores mais elevados na água decantada e filtrada, porém, no reciclo são baixos, sendo que nos meses de abril e agosto de 2008 acontece algo semelhante, demonstrando que este composto não tem uma relação direta com o reciclo. Mas o importante é que todos os valores encontrados encontram-se abaixo do padrão de 20µg/L estabelecido pela legislação.

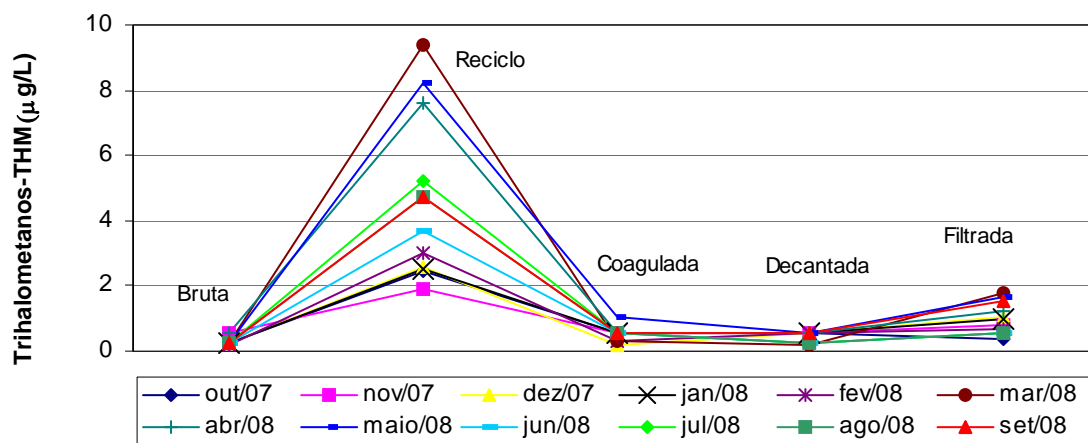


Figura 17: Comportamento dos trihalometanos ao longo do processo de potabilização

A Figura 17 mostra que os THM têm um acréscimo na água do reciclo em comparação com a bruta e na filtrada em comparação com a decantada, porém, em nenhuma das amostras os valores atingiram o limite de 100µg/L estabelecido pela Portaria 518/04 para a água tratada. Os demais compostos não apresentam valores significativos. Portanto os compostos orgânicos não se mostraram restritivos ao reciclo.

Nos agrotóxicos monitorados, verificou-se unicamente no mês julho de 2008 o valor de 0,096 µg/L de Clordano (alfa, gama e t-Nonacloro) na amostra da água de reciclo, sendo que o padrão estabelecido pela Portaria 518/04 é de 0,2µg/L para a água tratada. Todas as demais análises apresentaram como resultado não detectado (ND) e menor que o limite de quantificação do método (<LQM). Portanto os agrotóxicos não se mostraram restritivos ao reciclo. Nos meses de fevereiro e abril de 2008 não se executou as análises de agrotóxicos em função de problemas técnicos no DEAL.

A qualidade microbiológica da água de reciclo pode ser considerada preocupante, porém, avaliando os parâmetros exigidos pela Portaria 518/04-MS esta preocupação não se confirmou, conforme mostram os resultados.

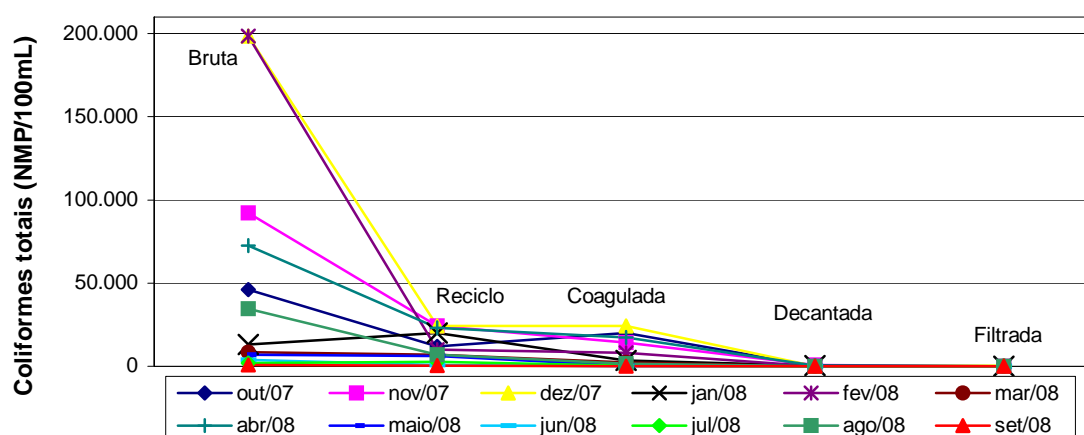


Figura 18: Comportamento dos coliformes totais ao longo do processo de potabilização

A Figura 18 mostra que os coliformes totais geralmente apresentam um número maior na água bruta se comparado ao reciclo. Portanto, considerando-se este parâmetro, o reciclo não acrescenta riscos ao tratamento além dos existentes em captar água bruta em manancial superficial. Destaca-se que, mesmo com um tempo de contato muito reduzido (aproximadamente 18s) do desinfetante com a amostra de água filtrada, na câmara de

mistura, a única amostra de água filtrada que acusou a presença de coliformes totais ocorreu em dezembro de 2007.

A Portaria 518/04-MS estabelece que os coliformes totais devem estar ausentes em 100ml nas amostras de água tratada na saída do tratamento. A amostra de água tratada, coletada após o reservatório de contato, não apresentou nenhum resultado positivo durante toda a campanha, além disso, analisando o monitoramento de rotina da ETA, desde janeiro de 2005 até dezembro de 2008, todos os exames apresentaram resultado negativo, demonstrando a eficiência da desinfecção com ou sem o reciclo.

A Portaria 518/04-MS, exige a ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100ml na saída do tratamento. Destaca-se que a amostra de água filtrada não acusou a presença de *Escherichia coli*, mesmo com o ponto de coleta sendo na câmara de mistura próximo a aplicação do desinfetante (cloro gás).

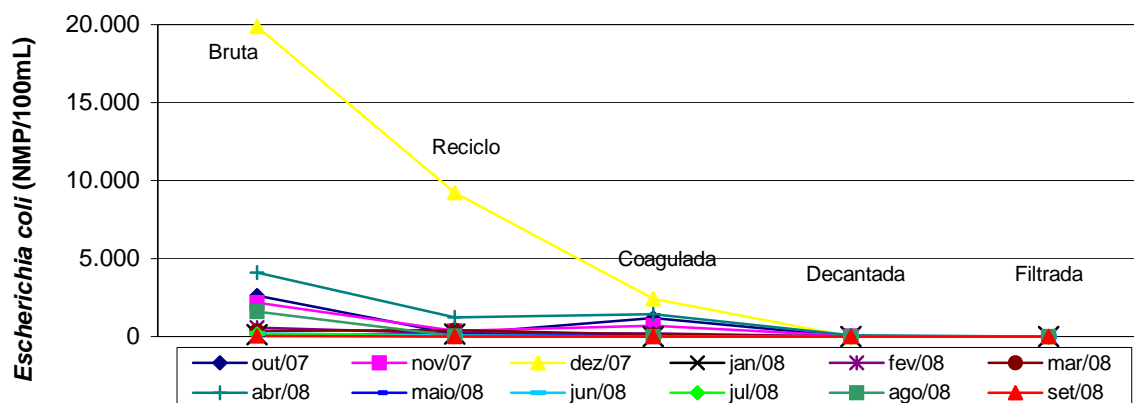


Figura 19: Comportamento da *Escherichia coli* ao longo do processo

A Figura 19 mostra que geralmente os valores de *Escherichia coli* são maiores na água bruta e que ocorre uma redução significativa já na água decantada, demonstrando que a remoção de sólidos é importante também para a remoção de microrganismos.

A avaliação dos parâmetros microbiológicos mostra que a água de lavagem dos filtros apresenta valores menores de coliformes totais e, na maior parte das amostras, de *Escherichia coli*, do que na água bruta, demonstrando que estes parâmetros não acrescentam riscos ao tratamento convencional de água e, portanto não são impedimento ao reciclo da água de lavagem dos filtros com todos os sólidos nela contidos.

O fitoplâncton é composto de diversos organismos, entre eles as cianobactérias, as quais podem contribuir com gosto ou cheiro desagradáveis, além de liberar toxinas. A água de lavagem dos filtros pode concentrar estes organismos e, quando em grande quantidade poderiam prejudicar a prática do reciclo.

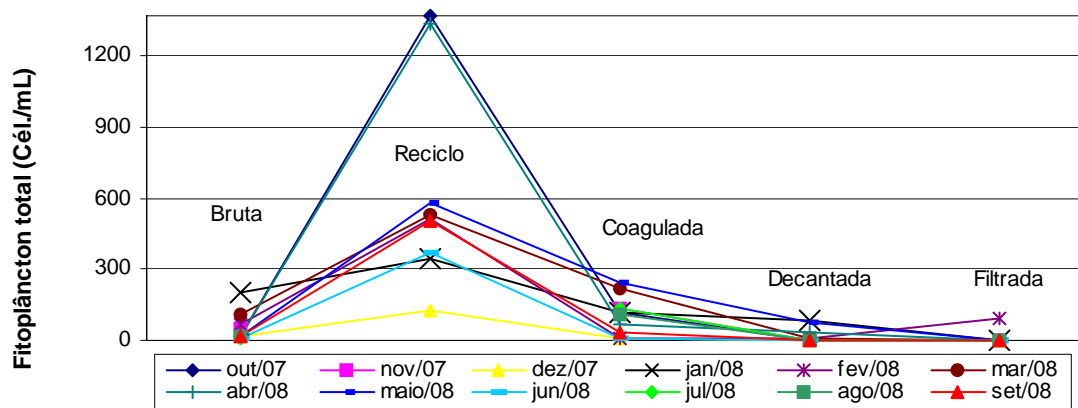


Figura 20: Comportamento do Fitoplâncton total ao longo do processo

A Figura 20 mostra que a água do reciclo apresenta uma concentração de organismos, porém, sofrem redução ao longo do processo de potabilização. O mês de fevereiro de 2008 apresenta o maior valor na água filtrada,



porém, na água do reciclo a maior concentração ocorre nos meses de outubro de 2007 e abril de 2008. Nos meses de novembro de 2007, julho e agosto de 2008 não foi possível realizar a identificação e contagem de organismos na água do reciclo em função de interferentes contidos na amostra.

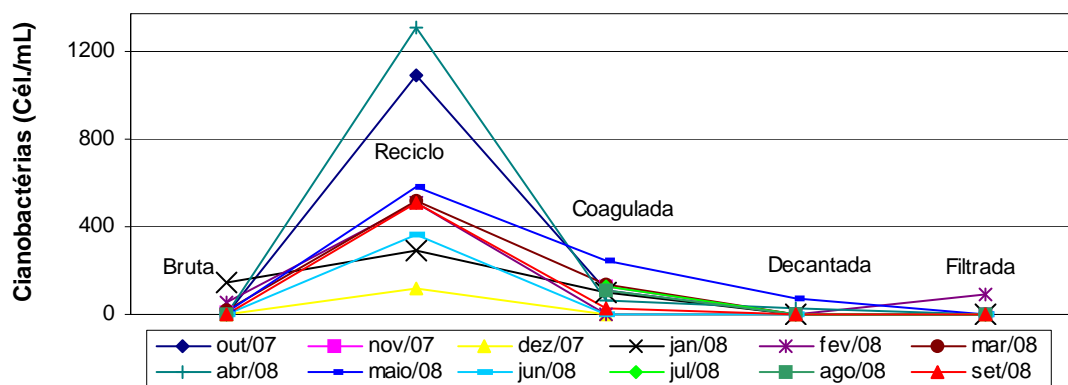


Figura 21: Comportamento das cianobactérias ao longo do processo

A Figura 21 mostra um significativo aumento no número de células de cianobactérias na água do reciclo, mas ocorre uma redução ao longo do tratamento convencional. Nos meses de novembro de 2007, julho e agosto de 2008 não foi possível realizar a análise quantitativa na água do reciclo em função de interferentes contidos na amostra. Comparando as Figuras 20 e 21 constata-se uma similaridade entre os resultados, demonstrando que as cianobactérias são os organismos mais comumente encontrados durante a campanha.

É possível concluir que o tratamento convencional é eficiente na redução destes organismos. A Portaria 518/04-MS não estabelece padrão para fitoplâncton total e nem cianobactérias. As análises de gosto e odor não apresentaram problemas em momento algum do monitoramento. Salienta-se a necessidade de uma investigação específica quando ocorrer floração de algas e conseqüentemente a possibilidade de liberação de toxinas. Mas, ressalta-se que a presença de cianobactérias no manancial geralmente exige o uso de carvão ativado no processo de tratamento e este aumenta sua eficiência a medida que aumenta o tempo de contato. O carvão ativado é carregado em parte até o filtro de onde é removido pela lavagem, incorporando-se a água de lavagem, retornando com o reciclo, aumentando o tempo de contato. Portanto é possível supor que o reciclo pode ser viável mesmo com concentrações altas de células de cianobactérias.

CONCLUSÕES

A adaptação realizada na planta da ETA possibilitou que os leitos de secagem recebessem somente o lodo do decantador e floculador, que passou a ser desaguado sem dificuldades, permitindo a remoção pela própria US local. Isto evidencia a melhoria do sistema de tratamento de lodo após a gestão separada da água de lavagem dos filtros, sendo que a modificação na operação não aumentou a demanda de trabalho dos operadores.

A água gasta na lavagem dos filtros foi de 81% em média da água de processo. O volume gasto na limpeza do decantador não aumentou. O volume de água de processo manteve-se estável, mesmo com o aumento da produção. Portanto o reciclo, com todos os sólidos, não aumentou o volume de água gasto para limpeza das unidades de tratamento. A recuperação da água de lavagem dos filtros foi parcial (80%) porque o sistema de reciclo não fazia parte do projeto original. A vazão do reciclo aumentou em 9,2% a vazão da ETA.

Os parâmetros avaliados nas categorias físico-químicos, microbiológicos, fitoplantônicos, metais, agrotóxicos e compostos orgânicos, evidenciaram que existe uma concentração na água de lavagem dos filtros, mas o tratamento convencional é eficiente em adequá-los aos padrões. Os parâmetros microbiológicos são os únicos que acusaram valores maiores na água bruta em relação ao reciclo. Todos os parâmetros foram avaliados e comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/04-MS, demonstrando que não houve interferência no processo de potabilização.

Em todo período de monitoramento apenas o alumínio, e de forma pontual no mês de setembro de 2008, não atendeu o padrão estabelecido pela Portaria 518/04-MS, porém, isto não ocorreu em função do reciclo e sim



devido a uma falha na operação da ETA. A turbidez também foi afetada e os valores têm relação com o pH baixo, e alumínio alto na água coagulada, demonstrando que houve uma falha na aplicação do coagulante.

Os riscos associados ao reciclo da água de lavagem dos filtros com todos os sólidos presentes, principalmente, microrganismos, metais, trihalometanos, sabor e odor não se confirmaram, indicando que estes riscos não são maiores do que captar água bruta em manancial superficial. Portanto não é necessário realizar qualquer tratamento prévio na água de lavagem dos filtros, na ETA de Arroio dos Ratos, para incorporar o reciclo na rotina operacional.

Conclui-se que os impactos do reciclo na operação da ETA de Arroio dos Ratos foram positivos, pois o reciclo não afetou a qualidade da água potável, não interferiu na operação, reduziu as perdas de água e possibilitou a operação dos leitos de secagem.

RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

- instalar um sistema para reaproveitar a água do decantador antes da lavagem, reduzindo ainda mais as perdas de água da ETA e o volume lançado nos leitos de secagem;
- rever o tempo de lavagem, a velocidade ascensional e a carreira média de cada filtro da ETA com o objetivo de reduzir o volume gasto na lavagem;
- implementar a pré-oxidação da água bruta, em função dos metais presentes, mas é preciso avaliar o comportamento dos trihalometanos;
- estudar o gradiente de velocidade mais adequado para a agitação produzida no tanque de equalização;
- avaliar o reciclo em um manancial com floração de algas que podem liberar toxinas;
- avaliar o reciclo com uma taxa de 20% da vazão da ETA;
- discutir em nível de Portaria 518/04-MS, a respeito dos cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*, pois a Portaria não estabelece padrões para estes organismos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, Cleverson Vítório. Projeto PROSAB: Resíduos sólidos do Saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.
2. APHA/AWWA/WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, D.C.: APHA, 1998.
3. DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Ângela Di Bernardo. Métodos e técnicas de tratamento de água. São Carlos: RiMa, 2005.
4. MANCUSO, Pedro Caetano Sanches & SANTOS Hilton Felício. Reúso de Água. São Paulo: Manole, 2003.
5. MIERZWA, José Carlos e HESPANHOL, Ivanildo. Água na Indústria: uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
6. REALI, Marco Antonio Penalva. Projeto PROSAB: noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
7. RICHTER, Carlos A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
8. STRECK, Edemar Valdir et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008.