



## **I-117 - AVALIAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CAPTADAS NO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA QUE UTILIZAM DIFERENTES TECNOLOGIAS**

**Franciane Salvador Krüger**

Engenheira Ambiental pelas Faculdades Integradas São Pedro (FAESA)-ES- Brasil.

**Roberta Cardoso Louzada**

Engenheira Ambiental pelas Faculdades Integradas São Pedro (FAESA)-ES- Brasil.

**Fabília Fafá de Oliveira**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil, pesquisadora do NPA/FAESA e consultora da Terra Consult – Vitória-ES.

**Maria Alice Moreno Marques<sup>(1)</sup>**

Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil. Professora e pesquisadora dos cursos de Química e Engenharia Ambiental das Faculdades Integradas São Pedro (FAESA)-ES- Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Dante Michelini, 1947/401 – Mata da Praia – Vitória – ES – 29066-430 – Brasil. Tel: +55(27) 3314-6160 – Fax: +55(27)3325-6082 e-mail: [malicemaques@terra.com.br](mailto:malicemaques@terra.com.br)

### **RESUMO**

O tratamento de águas de abastecimento pode ser definido como o conjunto de processos e operações realizados com a finalidade de adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, com padrões que não ofereçam riscos à saúde humana. No Estado do Espírito Santo, os tratamentos da água são realizados pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) em 52 dos 78 municípios existentes, através de diferentes tecnologias, sendo assim, o estudo da eficiência do tratamento de água é de grande importância para a seleção dos processos de purificação da água bruta disponível. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência das tecnologias utilizadas nos diferentes sistemas de tratamento de água captada do Rio Santa Maria da Vitória em relação ao padrão estabelecido pela legislação de forma a fornecer dados para a escolha do sistema mais adequado para novas unidades a serem implantadas, de acordo com a qualidade da água dos mananciais. Conforme a legislação vigente do Ministério da Saúde para a qualidade de água destinada ao abastecimento humano, Portaria MS 518/04, a concentração de cor e turbidez devem ser limitadas a 100 mg/L e 25 NTU, respectivamente. Desta forma, através dos dados de turbidez e cor das estações ETA Carapina e ETA Santa Maria, que utilizam o sistema de Flotofiltração e Filtração Direta Descendente, respectivamente, foi possível avaliar qual dos dois tratamentos foi mais eficiente para as águas do Rio Santa Maria da Vitória. Com base nos dados levantados e nos resultados obtidos para os sistemas da ETA Carapina e da ETA Santa Maria, observou-se que os diversos pontos evidenciaram as vantagens obtidas com a implantação do sistema de Flotofiltração, como a melhoria na qualidade da água a ser distribuída.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filtração Direta Descendente; Flotofiltração, Tratamento de água.

### **INTRODUÇÃO**

Através dos tempos, aprimorando uma tecnologia em constante desenvolvimento, o homem concebeu, projetou e construiu um complexo sistema de engenharia ambiental, que é o sistema urbano de abastecimento de água, com o qual capta, condiciona, transporta, acumula e distribui este líquido precioso para suas comunidades (LEME, 1990).

No Brasil, o tratamento de águas de abastecimento pode ser definido como o conjunto de processos e operações realizados com a finalidade de adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, com padrões que não ofereçam riscos à saúde humana (DI BERNARDO, 2003).

As tecnologias de tratamento de água para abastecimento são classificadas como convencionais (ou ciclo completo), que incluem todas as etapas tradicionais do processo (coagulação, floculação, decantação e



filtração), e não-convencionais, incluindo a filtração direta ascendente e descendente, a flotofiltração, dupla filtração e a filtração lenta (IBGE, 2002).

No Estado do Espírito Santo, os tratamentos da água são realizados pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) em 52 dos 78 municípios existentes. (CESAN, 2007).

Dentro desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência das tecnologias utilizadas nos diferentes sistemas de tratamento de água captada do Rio Santa Maria da Vitória em relação ao padrão estabelecido pela legislação de forma a fornecer dados para a escolha do sistema mais adequado para novas unidades a serem implantadas, de acordo com a qualidade da água dos mananciais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada a partir da compilação dos dados de qualidade da água bruta captada do Rio Santa Maria e da água tratada nas ETA's Carapina e Santa Maria. Os dados foram obtidos junto ao sistema de arquivamento da CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento.), composto por tabelas e fichas de controle operacional.

A metodologia para realização do projeto consistiu nas seguintes etapas:

**Levantamento de Dados:** para a obtenção dos dados necessários ao desenvolvimento do trabalho, firmou-se um convênio com a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento – para disponibilização dos dados das respectivas estações de tratamento de água (ETA Santa Maria, ETA (Carapina), bem como para os dados da água bruta (Rio Santa Maria da Vitória). A coleta dos dados foi realizada através da digitalização das médias diárias dos parâmetros analisados. O período estipulado para o levantamento dos dados consistiu no intervalo de 1,5 anos para a avaliação dos sistemas a serem comparados, pois a ETA Carapina iniciou o processo por flotofiltração em fevereiro de 2006. Sendo assim, o estudo abordou as análises feitas no intervalo de Fevereiro de 2006 à Julho de 2007. Para a caracterização dos sistemas avaliados, foram feitas visitas técnicas às ETA's e realizadas entrevistas com operadores e supervisores das estações de tratamento de água, a fim de contextualizar todo o processo de tratamento das mesmas

**Caracterização da Água Bruta:** compilaram-se as informações levantadas que permitiram a caracterização da água do manancial utilizado (Rio Santa Maria da Vitória), e elaborou-se uma análise quanto à variação da qualidade da água captada em função da época do ano, caracterizando os aspectos sazonais que possam contribuir para essa variação.

**Análise dos Dados:** após a caracterização da água bruta e dos efeitos sazonais que podem estar associados, analisou-se o método estatístico: *Testes T - Hipóteses para Diferenças entre Médias*. Esse teste avalia a média dos valores encontrados da análise da água captada nas duas ETA's, para que seja evidenciado se há diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, e avalia também o índice de eficiência da qualidade da água tratada.

Os parâmetros avaliados foram: cor e turbidez.

## CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS ESTUDADOS

### CAPTAÇÃO DA ÁGUA

O Sistema de Abastecimento de Água Santa Maria da Vitória é composto por uma unidade de captação, que trabalha com volume médio de  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , podendo variar de  $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo que este sistema fornece água bruta para as quatro ETA's do município da Serra/ES (CESAN, 2007).

Cerca de 550L/s desse volume médio é utilizado para atender a CST, 200L/s para a ETA Santa Maria, 24L/s para atender a ETA TIMS e o restante segue por duas adutoras com extensão de 11.000m interligando a Estação Elevatória à ETA Carapina (CESAN, 2007).



A figura 1 apresenta um esquema do sistema de abastecimento de água do Rio Santa Maria da Vitória.

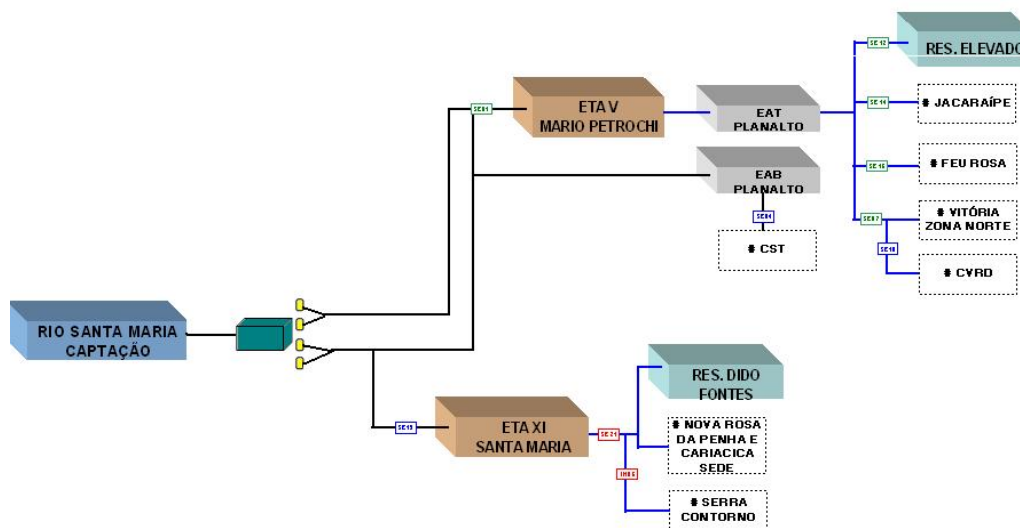


Figura 1: Esquema do Sistema de Abastecimento de Água Santa Maria.

Fonte: LOBATO e TAVEIRA, 2007

### CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE FILTRAÇÃO DIRETA DESCENDENTE – ETA SANTA MARIA

A ETA-Santa Maria é uma estação de tratamento de água que está em funcionamento desde 1994, utilizando como tecnologia de tratamento a Filtração Direta Descendente. Está localizada próxima a Rodovia do Contorno no município da Serra à aproximadamente 3 km do Rio Santa Maria da Vitória. A ETA opera o sistema de tratamento de água há 13 anos, e abastece bairros como Centro, Nova Rosa da Penha, Vila Merlo, Nova Esperança, Morrinho, São João Batista e etc., no Município Cariacica/ES, e parte do município da Serra/E. A capacidade nominal da ETA Santa Maria é de 200 L/s, sendo que a capacidade máxima de operação pode chegar a 225 L/s (CESAN, 2007).

### CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE FLOTOFILTRAÇÃO – ETA CARAPINA

Na ETA Carapina ocorre o tratamento de água por filtração direta, que funciona nos períodos de baixa turbidez da água bruta, até o limite de 25 NTU ou cor até 100 mg/L, e também ocorre o processo de tratamento de água através da Flotofiltração por Ar Dissolvido, que funciona nos períodos de alta turbidez da água bruta, acima de 25 NTU ou cor acima de 100 mg/L (CESAN, 2006). A capacidade nominal da ETA Carapina é de 1.900 L/s, sendo que a capacidade máxima de operação é de 2.700 L/s (CESAN, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

Os índices de turbidez e de cor nos anos estudados, podem ser relacionados com a precipitação na região do Rio Santa Maria da Vitória, pois a chuva pode causar erosão da margem do rio, carregando partículas para o seu leito. Este fato é relacionado com as variáveis físico-químicas do corpo hídrico, devido ao fato delas sofrerem alterações sob influência do meio externo.

As figuras 2 e 3 demonstram a relação da Turbidez e cor da água bruta das ETA's Carapina e Santa Maria com os índices pluviométricos registrados para o ano de 2006, monitorados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), respectivamente.

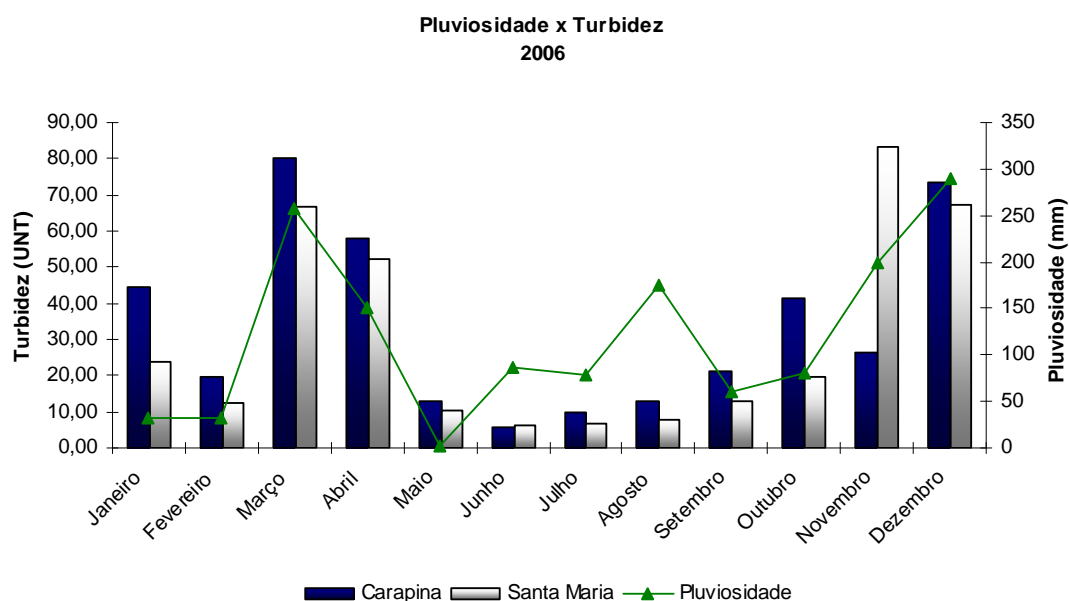


Figura 2: Relação de turbidez das ETA's Carapina e Santa Maria com os índices pluviométricos de 2006.

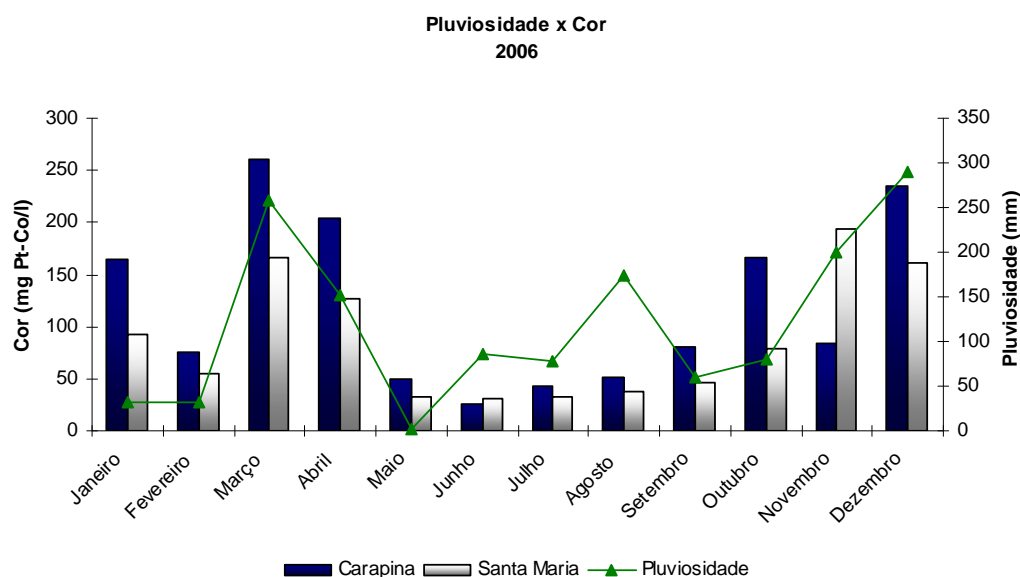


Figura 3 – Relação de cor das ETA's Carapina e Santa Maria com os índices pluviométricos de 2006.

Como observado nas Figuras 2 e 3 os parâmetros de Cor e Turbidez acompanham o aumento dos índices pluviométricos, caracterizados pelo período de seca e chuva da região da Grande Vitória. Esses períodos são diagnosticados pelo IEMA conforme tabela 1:

**Tabela 1: Meses de Seca e Chuva da região da Grande Vitória.**

<b>Chuva</b>	Jan / Fev / Mar / Abr / Out / Nov / Dez
<b>Seca</b>	Mai / Jun / Jul / Ago / Set

Observou-se que estes períodos influenciam diretamente na qualidade da água a ser tratada. Visto que, nos meses em que ocorreram maiores precipitações, os valores de turbidez e de cor foram mais elevados do que no período de seca do ano.



## CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

A relação entre a qualidade da água bruta analisada através da média anual dos anos estudados e os valores que rege a Portaria 518/04, são apresentados nas tabelas 2 e 3.

**Tabela 2: Valores da Turbidez da água bruta nas ETA's e o limite da Portaria 518/04.**

ANOS	ETA Carapina	ETA Santa Maria	Portaria 518/04
	BRUTA	BRUTA	
	TURBIDEZ UNT	TURBIDEZ UNT	
2006	34,00	31,00	5,00
2007	32,40	33,30	5,00

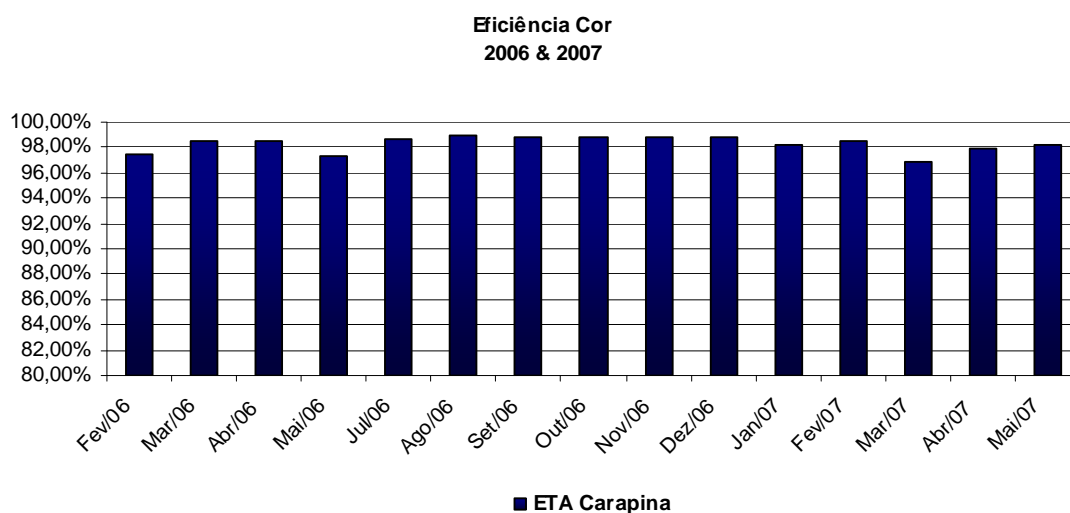
**Tabela 3: Valores da Cor da água bruta nas ETA's e o limite da Portaria 518/04.**

ANOS	ETA Carapina	ETA Santa Maria	Portaria 518/04
	BRUTA	BRUTA	
	COR mg Pt-Co/l	COR mg Pt-Co/l	
2006	120	88	15
2007	92	72	15

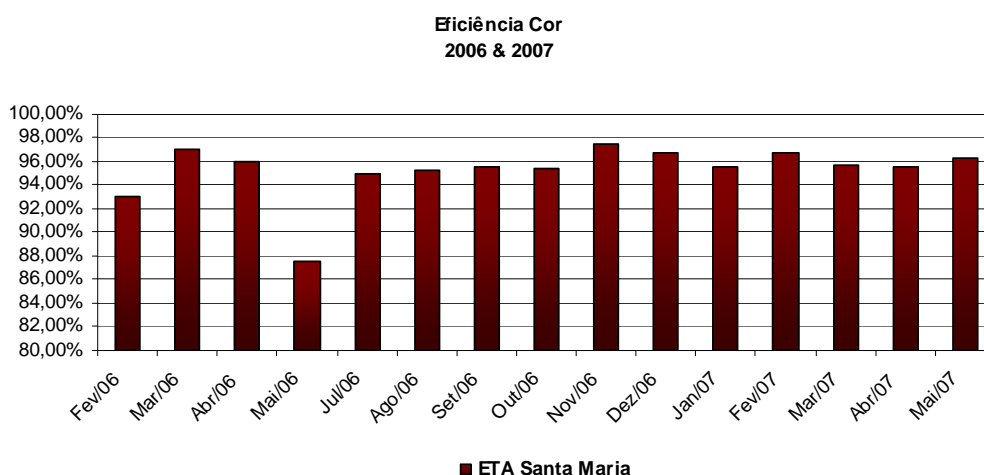
Avaliando-se os dados apresentados nas tabelas 2 e 3, verifica-se que tanto a cor quanto a turbidez, estão bem acima dos valores permitidos pela Portaria 518/04 para consumo humano, o que indica a necessidade do tratamento da água bruta nas ETA's.

## EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DE TURBIDEZ E COR

As figuras 4 e 5 apresentam as eficiências observadas quanto à remoção de cor para as duas ETAs em estudo. A ETA Carapina teve uma eficiência de remoção de cor que variou entre 96,91% a 98,93%, tendo uma remoção quase que total da cor na água tratada pela flotofiltração. Para a ETA Santa Maria, a variação de remoção de cor ocorreu em um intervalo variando entre 87,50% a 97,48%. Logo, houve uma variação de aproximadamente 10% no nível de tratamento da cor no sistema de filtração direta descendente ao longo do período estudado.

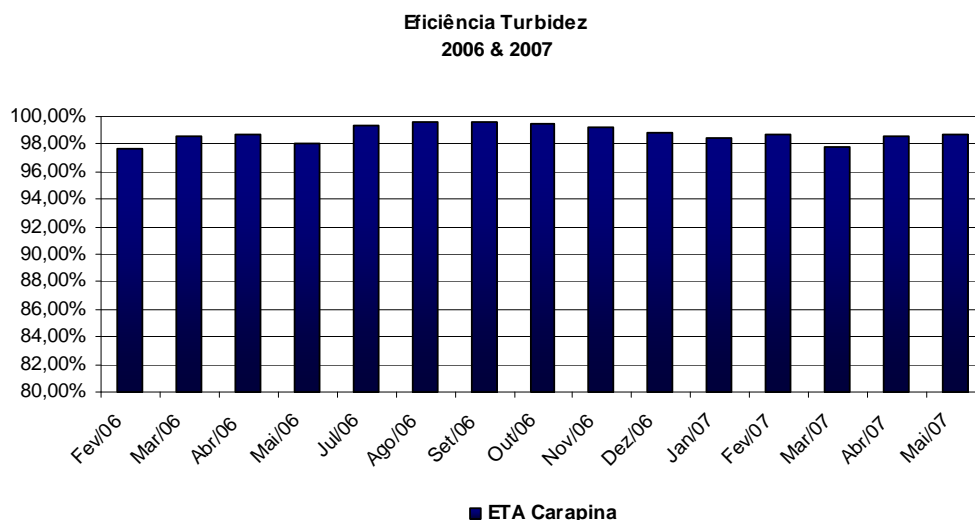


**Figura 4: Eficiência na remoção da cor da ETA Carapina durante o período de funcionamento da flotofiltração.**

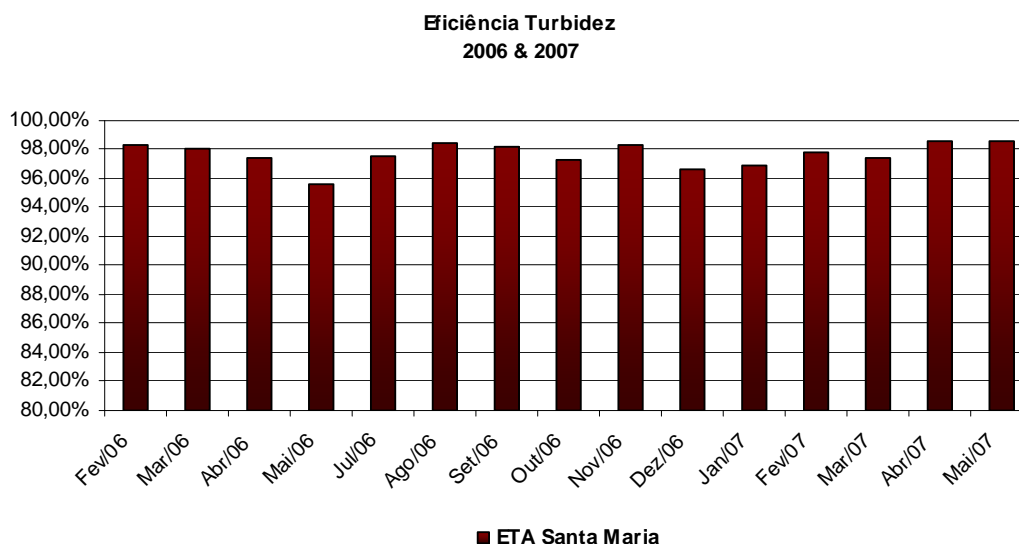


**Figura 5: Eficiência na remoção da cor da ETA Santa Maria durante o período de funcionamento da flotofiltração.**

As figuras 6 e 7 apresentam o resultados observados quanto à eficiência na remoção de turbidez para as duas ETAs em estudo. A variação de remoção da turbidez da ETA Carapina foi de apenas 1,97%, tendo em vista que o menor índice de remoção foi de 97,65% e o maior índice foi de 99,62%, removendo quase que totalmente a turbidez no mês de setembro de 2006. Analisando a remoção de turbidez da ETA Santa Maria, verifica-se que a sua remoção variou entre 95,57% a 98,63%. Apenas o mês de maio teve uma remoção abaixo de 96% de eficiência, porém sua eficiência pode ser caracterizada como satisfatória para o tratamento da água.



**Figura 6: Eficiência na remoção da turbidez da ETA Carapina durante o período de funcionamento da flotação.**



**Figura 7: Eficiência na remoção da turbidez da ETA Santa Maria durante o período de funcionamento da flotação.**

Logo, para valores de turbidez acima de 25 UNT e de cor acima de 100 mg/L, o sistema de flotação teve uma eficiência de remoção relativamente maior do que o sistema de filtração direta descendente.

## CONCLUSÃO

De maneira geral, as tecnologias adotadas pela CESAN para realizar o tratamento de água na Grande Vitória, atendem os requisitos exigidos pela Portaria MS 518/04, para consumo humano. Os valores obtidos durante as análises realizadas da água bruta, na entrada das ETA's são diferentes, o que demonstra a possibilidade de erro de operação durante as análises físico-químicas e/ou possíveis erros em calibração de equipamentos de laboratório durante os procedimentos, visto que o ponto de captação da água bruta é o mesmo.

Contudo, a tecnologia utilizada na ETA Carapina, Flotação, demonstrou ter maior eficiência na remoção de cor e turbidez da água bruta quando os parâmetros encontraram-se acima de 100 mg/L e 25 UNT, respectivamente, do que a tecnologia de Filtração Direta Descendente utilizada na ETA Santa Maria. Foi



possível verificar que mesmo com valores de análises de cor e turbidez da água bruta maiores do que a ETA Santa Maria, a ETA Carapina obteve maiores percentuais de remoção de ambos os parâmetros.

Como base nos dados levantados e nos resultados obtidos para os sistemas da ETA Carapina da ETA Santa Maria, observa-se que diversos pontos evidenciam as vantagens obtidas com a implantação do sistema de Flotofiltração, como a melhoria na qualidade da água distribuída.

### **AGRADECIMENTOS**

À CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento.

À FAESA – Faculdades Integradas São Pedro

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN. Manual de Operação da Estação de Tratamento Água de Carapina. Vitória, 2006.
2. DI BERNARDO, L. (coord.). Tratamento de Água para Abastecimento por Filtração Direta. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB.
3. LEME, F. P. Teorias e técnicas de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1990.
4. Ministério da Saúde (Brasil). Portaria MS nº 518/2004 de 25 de Março de 2004. Brasília, 2005.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 431p