

- **Recursos Humanos na ETA 1**

Na ETA 1 os operadores responsáveis pelo tratamento à época deste estudo, tinham as mais diversas formações.

O regime de trabalho é de escala, sendo 24 horas de trabalho, com 72 horas de folga, esta é denominada por quase todos de simplesmente 24 por 72.

As turmas eram quatro, sendo um operador de tratamento e um auxiliar, ficando o operador responsável pelo tratamento na ETA.

Os operadores da ETA 1 à época deste estudo, tinha as mais diversas formações acadêmicas, sendo um formado em Ciências Sociais, um estava no final do curso de Direito, um com segundo grau completo (ensino médio) e o último havia concluído o primeiro grau (ensino fundamental).

A variedade de formação é realidade na da maioria das ETAs espalhadas pelo Brasil (Di Bernardo e Dantas, 2005).

Pode ser observado que nenhum deles tinha formação acadêmica ligada diretamente ao tratamento da água, seja a nível técnico ou superior, que os habilitasse, pela empresa, de modo formal, a operar uma ETA.

De acordo com os gerentes e operadores desta ETA, a empresa, no ano de 2006, contratou o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de São Gonçalo, para ministrar vários cursos de capacitação de seus funcionários e, entre estes, havia o de *Teoria e Técnicas de Tratamento de Água*, sendo parte de uma nova política da empresa voltada para o treinamento de seus funcionários, fato que, segundo eles não ocorria a mais de dez anos.

Segunda a Norma Regulamentadora nº 5, o objetivo da CIPA é prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível, de modo permanente, o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador, devendo ser constituída em cada estabelecimento e mantida em regular funcionamento, seja nas empresas privadas, públicas, sociedades de economia mista, órgãos da administração direta e indireta, instituições beneficentes, associações recreativas, cooperativas, bem como outras instituições que admitam trabalhadores como empregados.

Com relação à questão da segurança e saúde do trabalhador, à época deste estudo, nesta ETA, não havia CIPA ou representante constituídos, que pudesse orientar o trabalhador com relação a sua segurança e saúde laboral, tendo carência, inclusive de EPI's (máscaras de gás, luvas e etc.).

6.1.3. Avaliações dos Dados Operacionais na ETA 2

O ponto de captação da água bruta afluyente à ETA, mostrado na Figura 6.5, está a uma distancia de, aproximadamente, 5.900 metros da ETA 2, localizado no Salto Braçanã, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Casseribu, estando localizado nas coordenadas 22° 41' 50'' para latitude e 42° 42' 14'' para longitude, na Serra do Sambê (Menezes, 2006).

A Figura 6.6 mostra o prédio da ETA 2 que tem seu abastecimento realizado por gravidade, em uma adutora que está dividida em dois trechos, tendo o primeiro 250 mm de diâmetro e o segundo 200 mm (Menezes, 2006).

A bacia hidrográfica deste manancial, de algumas atividades agropecuárias, está em bom estado de conservação ambiental, sendo a água captada de boa qualidade.

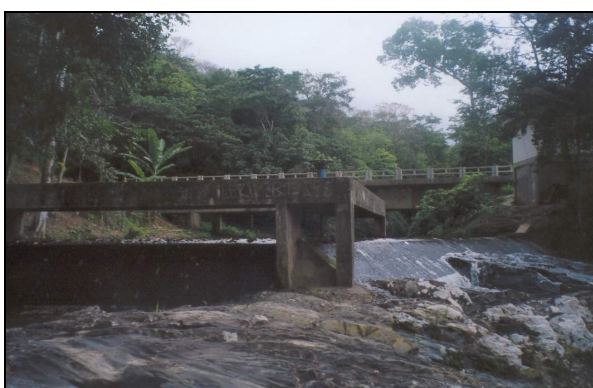


Figura 6.5 – Captação no Rio Casseribu.
Fonte: Menezes (2006).



Figura 6.6 - Vista do Prédio da ETA 2.
Fonte: Arquivo do Autor (2006).

Os dados da ETA 2, referentes a 2006, terão avaliados os valores médios diários dos consumos de sulfato de alumínio, cal hidratada, cloro gasoso e hipoclorito de sódio, em kg/dia, além dos valores do pH da água bruta, não sendo avaliados os parâmetros cor e turbidez, devido a falta de equipamentos, como: turbidímetro, colorímetro e pHgâmetro (Quadro 6.2).

As análises do pH (águas bruta e distribuída) e do residual de cloro, eram feitas comparando visualmente, utilizando os reagentes azul bromotimol e ortotolidina.

O quadro 6.2 mostra, em números, a dinâmica operacional da ETA 2, que será avaliada nos tópicos seguintes.

QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA ETA 2 - ANO 2006															
DESCRIÇÃO	Unidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
Vazão média	L/s	29,30	27,90	28,50	28,90	28,23	29,26	24,94	24,58	24,63	24,97	24,68	27,28	26,93	
Volume médio diário aduzido	m ³	2.531,52	2.410,56	2.462,40	2.496,96	2.438,64	2.528,06	2.154,38	2.123,71	2.128,03	2.157,41	2.132,35	2.356,99	2.326,75	
Características da Água Bruta (média diária)	Cor	uH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	pH		6,70	6,90	7,10	7,00	7,10	7,10	7,20	7,20	7,20	6,80	6,80	6,40	6,96
	Turbidez	uT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo médio de Produtos Químicos	Al ₂ (SO ₄) ₃	Kg/dia	40,60	29,10	33,50	32,30	30,50	31,00	22,10	21,61	24,67	27,42	39,50	44,19	31,37
	Ca(OH) ₂	Kg/dia	11,50	10,70	11,60	12,70	12,10	10,30	10,30	12,26	11,50	11,29	12,67	13,39	11,69
	Cl ₂	Kg/dia	6,10	5,90	6,00	6,00	5,90	6,10	5,20	5,10	5,11	5,18	5,29	4,80	5,56
	NaClO	Kg/dia	11,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
Média_filtros lavados	Unid./dia	7,80	8,00	7,90	7,90	8,00	8,00	7,70	8,00	7,87	8,00	7,74	8,00	7,91	
Vazão lavagens_filtros (média diária)	L/s	29,30	27,90	28,50	28,90	28,23	29,26	24,94	24,58	24,63	24,97	24,68	27,28	26,93	
Tempo gasto_lavagem/filtro (unidade)	min	5:00:00	5:00:00	5:00:00	5:00:00	4:59:00	5:00:00	5:07:00	5:00:00	5:12:00	5:00:00	5:00:00	5:00:00	5:01:30	
Vol. diário gasto_lav._filtros (água decantada)	m ³	68,56	66,96	67,55	68,49	67,53	63,02	58,96	58,99	60,48	59,93	57,31	65,47	63,60	
Vol. diário gasto_descargas_decantadores	m ³	9,30	5,90	6,50	6,90	7,00	7,46	8,64	8,62	7,60	8,51	8,19	6,62	7,60	
Vol. diário gasto_lav._decantadores	m ³	3,75	0,00	0,00	3,75	0,00	3,75	3,75	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	1,56	
Vol. diário gasto_inicio_lav._filtros (água decantada)	m ³	28,20	29,00	28,24	29,20	29,00	0,00	27,90	0,00	28,49	0,00	0,00	2,02	16,84	
Vol.diário total gasto_lav._filtros e decant. + descargas	m ³	109,81	101,86	102,29	108,34	103,53	74,23	99,25	67,61	96,57	72,19	65,50	74,11	89,61	
Perda_lavagens_filtros (diária)	%	2,71	2,78	2,74	2,74	2,77	2,49	2,74	2,78	2,84	2,78	2,69	2,78	2,74	
Perda_descargas_decantadores	%	0,37	0,24	0,26	0,28	0,29	0,30	0,40	0,41	0,36	0,39	0,38	0,28	0,33	
Perda_lavagens_decantadores (água decantada)	%	0,15	0,00	0,00	0,15	0,00	0,15	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,07	
Perda_inicio_lavagens_filtros (água decantada)	%	1,11	1,20	1,15	1,17	1,19	0,00	1,30	0,00	1,34	0,00	0,00	0,09	0,71	
Perdas totais	%	4,34	4,23	4,15	4,34	4,25	2,94	4,61	3,18	4,54	3,35	3,07	3,14	3,84	
Características da Água Tratada (média diária)	Cor	uH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	pH		6,90	6,90	7,00	7,00	7,00	7,00	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,03	
	Turbidez	uT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Volume médio diário distribuído	m ³	2.421,71	2.308,70	2.360,11	2.388,62	2.335,11	2.453,83	2.055,13	2.056,10	2.031,46	2.085,22	2.066,85	2.282,88	2.237,14	
Energia elétrica consumida	kwh	10.376	10.249	10.245	9.825	2.910	17.028	11.653	9.591	9.985	-	10.104	-	10.197	
Custo da Energia elétrica	R\$	3.484,18	3.340,48	3.355,04	3.345,04	986,03	5.728,24	3.863,56	3.320,75	3.318,34	-	3.381,51	-	3.412,32	

Quadro 6.2 – Produtividade da ETA 2, referente ao ano de 2006. Fonte: Estudo acerca da produtividade das ETAs de Pequeno Porte (2006).

- **Perdas Físicas na ETA 2**

O valor contabilizado das perdas físicas na ETA 2, como mostra o Gráfico 6.5, está dentro do razoável em uma ETA de ciclo completo, que deve ser de 2 a 5% (Reali, 1999).

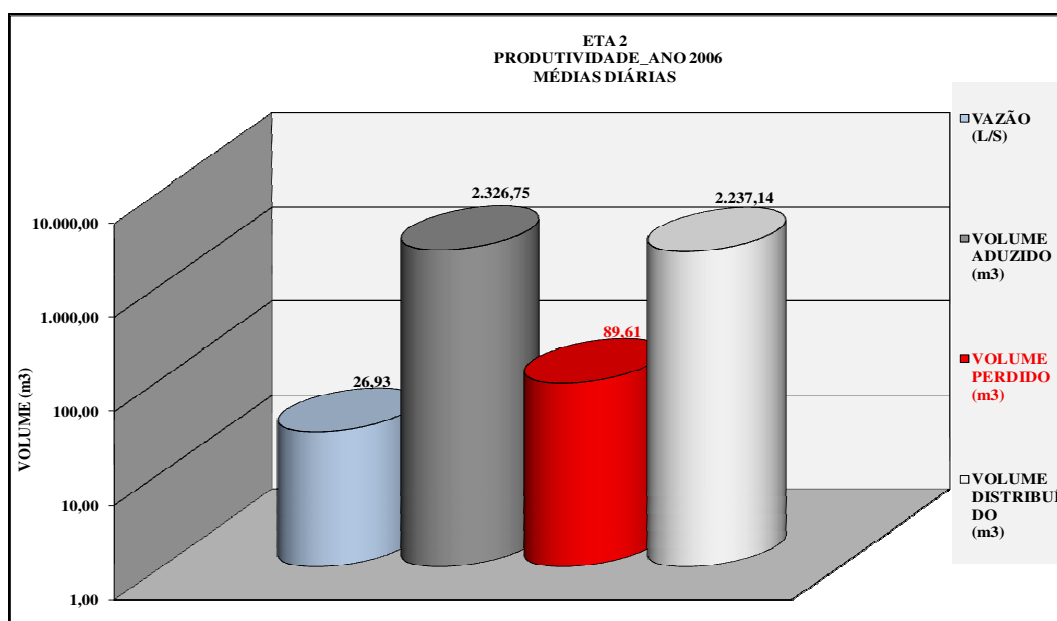


Gráfico 6.5 - A quantificação das perdas físicas da ETA 2.

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Na ETA 2 o volume médio de água perdido corresponde a 3,84% do volume tratado, sendo que deste total, pouco mais de 70% são compostos pelos volumes perdidos com as águas de lavagem de filtros, considerando que os filtros desta unidade de tratamento são autolaváveis, onde dentro deste processo, o gasto é maior que se a retrolavagem fosse realizada pela força gravitacional, com água proveniente de um reservatório elevado.

- **Consumo de Produtos Químicos na ETA 2**

Na ETA 2 o consumo de produtos químicos, em relação ao volume de água bruta tratada, pode ser considerado elevado, observando que no consumo de sulfato de alumínio o valor médio diário consumido é pouco menos da metade do maior valor médio consumido em um dia.

O Gráfico 6.6 mostra os valores máximos e mínimos dos produtos químicos consumidos na ETA 2, podendo ser observado que a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo do consumo destes é pequena, o que pode caracterizar um comportamento mais uniforme dos parâmetros que caracterizam a qualidade da água bruta, além de problemas relacionados a eficiência do processo de coagulação, que tem a ver com as características de cada ETA.

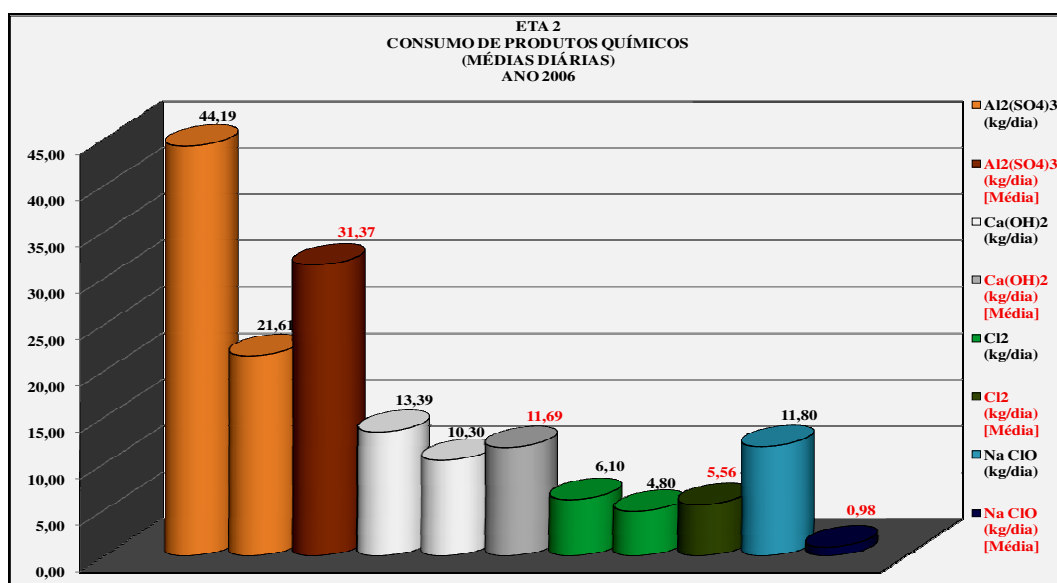


Gráfico 6.6 – Os produtos químicos consumidos na ETA 2.

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Podem ser observados, na Tabela 6.2, os valores das dosagens dos produtos químicos gastos em função do volume de água bruta tratada.

Tabela 6.2 – Dosagens dos produtos químicos gastos na ETA 2. Valores médios diários.

Produtos Químicos (Valores médios)	Quantidades (kg/dia)	Volume Tratado (m ³ /dia)	Volume Distribuído (m ³ /dia)	Dosagens em ppm (g/m ³).
Sulfato de alumínio sólido	31,37	2.326,75	-	13,48
Cal hidratada	11,69	-	2.237,14	5,23
Cloro gasoso	5,56	-	2.237,14	2,34
Hipoclorito de sódio	0,98	-	2.237,14	0,44

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

A relação entre os valores médios diários do Gráfico 6.5 e os volumes aduzido e distribuído no Gráfico 6.7, pode fornecer, em parte por milhão (ppm), as dosagens médias dos produtos químicos consumidos, dando o consumo em g/m^3 , como mostra a Tabela 6.2.

- **Parâmetros Físico-Químicos da Água Bruta e a Geração de Resíduos na ETA 2**

Os valores dos parâmetros cor aparente e turbidez, não poderão ter suas médias diárias avaliadas nesta unidade, pois esta ETA, à época deste estudo não possuía turbidímetro, colorímetro e peagâmetro, sendo que os valores do pH e do cloro residual eram obtidos utilizando os reagentes azul de bromotimol e ortotolidina, respectivamente.

O método de aferição depende da perspectiva visual de cada operador, fazendo com que os valores mostrados no Gráfico 6.7 não apresentem a confiabilidade adequada.

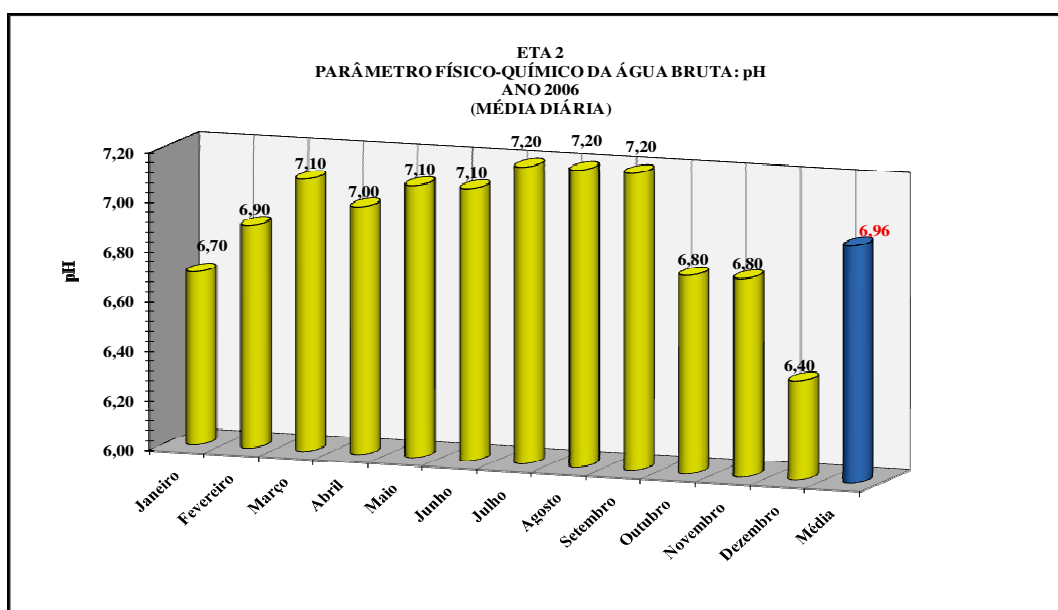


Gráfico 6.7 – Valores médios diários do pH da água bruta afluenta a ETA 2.
Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

De acordo com a CEDAE (2007), em seu boletim de análise dos parâmetros semestrais visando atender a Resolução nº 357/2005, do CONAMA, emitido em agosto de 2007, com referencia ao primeiro semestre deste mesmo ano, apresenta o valor da cor em 12 uH, a turbidez com 2,3 uT e o pH com 6,74, sendo este último bem próximo ao valor que está

apresentado no Gráfico 6.7, em seu valor médio, todos para a água bruta, coletada no manancial.

A estimativa da produção de resíduos será realizada com os valores dos parâmetros da cor e da turbidez mostrados acima, mas lembrando que, certamente os valores encontrados não refletem a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica, visto que a coleta foi feita pontualmente e em um período de estiagem, onde, geralmente os valores da cor e da turbidez tendem a ser mais baixos.

Os resíduos gerados na ETA 2 serão estimados através da fórmula pesquisada pela Water Research Center (WCR), baseando-se nos valores dos parâmetros cor e turbidez, mostrados nos parágrafos acima, utilizando também o valor calculado da dosagem do sulfato de alumínio da Tabela 6.2.

Os cálculos são dados a seguir:

$T = 2,3$ uT (turbidez); $C = 12,0$ uH (cor aparente); $D = 13,48$ g/m³ (dosagem do sulfato de alumínio); $Q = 1,36 \times 10^{-1}$ m³/s (vazão da água bruta).

$$P = (1,2 \times T + 0,07 \times C + k \times D + A) \times 10^{-3} \quad (9)$$

$$P = (1,2 \times 2,3 + 0,07 \times 12,0 + 0,26 \times 13,48 + 0) \times 10^{-3} = 7,10 \times 10^{-3} \text{ kg/ m}^3.$$

$$\underline{P = 7,10 \times 10^{-3} \text{ kg/ m}^3.}$$

$$W = 86.400 \times P \times Q = 8,64 \times 10^4 \times 7,10 \times 10^{-3} \times 2,69 \times 10^{-2} = 1,65 \times 10 \text{ kg/dia.} \quad (10)$$

$$\underline{W = 1,65 \times 10 \text{ kg/dia.}}$$

Considerando o valor de W - Quantidade de sólidos secos (kg/dia), pode ser estimada a quantidade de sólidos secos que esta ETA pode produzir em um ano, ficando o seguinte valor:

$$S = W \times 365 = 1,65 \times 10 \text{ kg/dia} \times 365 = 6,02 \times 10^3 \text{ kg/ano.} \quad (11)$$

$$\underline{S = 6,02 \times 10^3 \text{ kg/ano.}}$$

Vale lembrar que estes valores podem não corresponder a real produção de resíduos desta ETA, considerando que os valores dos períodos chuvosos, possivelmente mais altos, fariam com os valores médios da cor e da turbidez tivessem alguma elevação.

Os valores aqui estimados servirão como parâmetros para alguma ação de mitigação dos impactos ambientais que esta ETA possa estar causando com o lançamento destes resíduos no meio ambiente.

- **Consumos e os Custos Mensais da Energia Elétrica na ETA 2**

Nos meses de maio e junho podem ser observados, no Gráfico 6.8, valores diferentes dos demais meses, mas ao se obter a média dos dois valores (2.910 e 17.028 kWh), constata-se que o novo valor (9.969 kWh) está próximo dos outros dos demais meses, fazendo supor a ocorrência algum problema na leitura no mês de maio, sendo no mês seguinte feita a compensação.

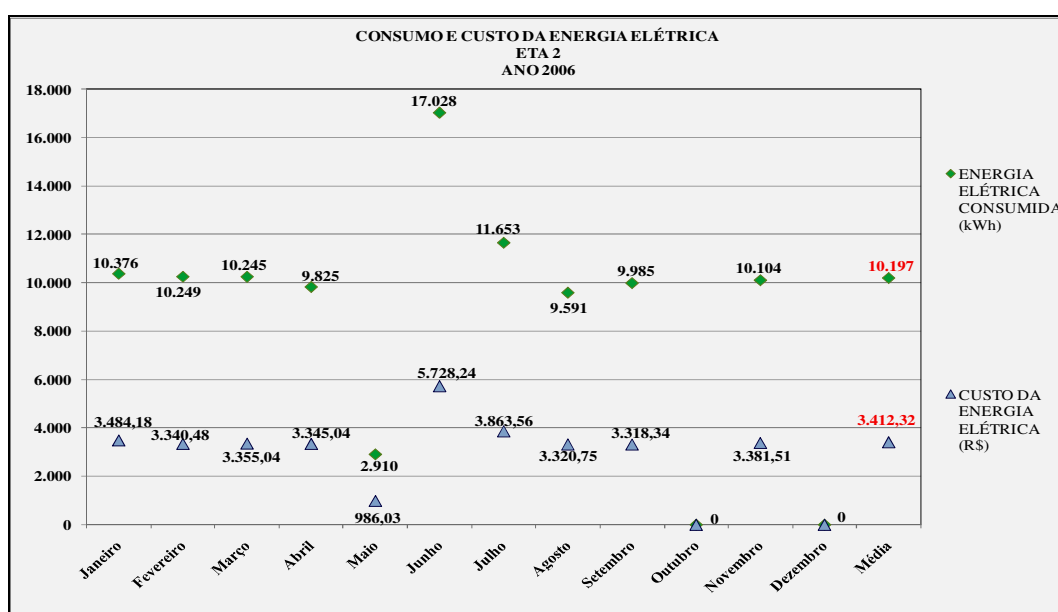


Gráfico 6.8 – Consumo e custo da energia Elétrica da ETA 2

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Nesta unidade, o fator importante que faz com que o consumo e, conseqüentemente, o custo sejam elevados nesta unidade, vêm do fato dos equipamentos eletromecânicos que equipam a elevatória de distribuição de água potável serem integrados aos da ETA 2, sendo considerados de uma única unidade pela concessionária ao fazer a leitura do consumo.

- **Recursos Humanos na ETA 2**

A qualificação formal dos operadores da ETA 2 é bastante variada, onde se tem um operador que cursou somente o primeiro grau e outro que cursou o terceiro grau, mas sua escolha de profissão foi de Tecnólogo em Petróleo e Gás, não tendo esta nenhuma relação com a sua atividade profissional principal, ligada ao saneamento ambiental, que é o tratamento da água e, por último, dois outros que cursaram o segundo grau.

Na diversidade de formação nesta ETA, pode se observado que mesmo a maioria tendo um grau de instrução formal dentro de um padrão razoável para operar uma ETA, ainda consta nos quadros funcionai desta unidade um operador que não apresentava um grau de instrução em que ele pudesse se considerado adequadamente preparado para o exercício desta função, considerando as responsabilidades e as complexidades que são inerentes ao operador e ao tratamento da água.

Nesta ETA a situação com relação à segurança e saúde ocupacional, mostra o mesmo quadro da primeira unidade, não possuindo uma CIPA ou um representante qualificado que pudesse atuar efetivamente neste campo, não sendo verificadas placas educativas para o uso de EPIs que os trabalhadores devam usar em cada setor, considerando o manuseio de produtos químicos e reagentes, tanto aqueles que são utilizados no tratamento da água, quanto os nas análises laboratoriais.

6.1.4. Avaliações dos Dados Operacionais na ETA 3

A captação da água que abastece a ETA 3 realizada no canal do Imunana, no município de Guapimirim, onde afluem as águas dos rios Guapiaçu e Macacu (Helder, 1999), nas coordenadas geográficas de latitude 22° 39' 30" e longitude 42° 56' 20" (Menezes, 2006).

A Figura 6.7 mostra a captação da água bruta no canal do Imunana e a Figura 6.8 mostra o prédio da ETA 3, no município de Itaboraí.



Figura 6.7 – Captação no canal Imunana Rio Guapi-Macacu.
Fonte: Arquivo do Autor (2007).



Figura 6.8 – Vista do Prédio da ETA 3.
Fonte: Arquivo do Autor (2007).

As áreas de drenagem do canal do Imunana somam cerca de 1.000 km², representando próximo de 1/4 de toda área contribuinte à Baía de Guanabara, configurando-se no mais importante manancial da região, considerando a quantidade de água captada (Helder, 1999).

O Quadro 6.3 mostra, em números, a dinâmica operacional da ETA 3, sendo avaliada nos tópicos seguintes.

QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA ETA 3 - ANO 2006															
DESCRIÇÃO	Unidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
Vazão média	L/s	125,50	137,80	135,00	135,50	138,60	135,50	138,50	138,87	153,23	132,87	133,39	131,23	136,33	
Volume médio diário aduzido	m ³	10.843,20	11.905,92	11.664,00	11.707,20	11.975,04	11.707,20	11.966,40	11.998,37	13.239,07	11.479,97	11.524,90	11.338,27	11.779,13	
Características da Água Bruta (média diária)	Cor	uH	252,50	146,75	97,05	101,36	51,52	42,11	35,35	51,71	47,50	52,96	70,76	86,27	86,32
	pH		6,17	6,11	6,44	6,43	6,46	6,32	6,61	6,50	6,26	6,52	6,37	6,37	6,38
	Turbidez	uT	51,82	28,74	23,85	25,25	12,87	12,22	10,48	13,48	11,30	12,18	16,91	19,94	19,92
Consumo médio de Produtos Químicos	Al ₂ (SO ₄) ₃	Kg/dia	181,30	197,00	172,80	179,80	151,70	138,00	111,10	139,06	153,23	159,19	193,47	180,61	163,11
	Ca(OH) ₂	Kg/dia	57,30	56,10	57,60	63,80	51,00	82,30	75,20	81,29	79,50	81,13	87,33	98,87	72,62
	Cl ₂	Kg/dia	35,90	38,10	38,70	38,40	38,00	38,40	38,00	38,08	38,38	37,59	37,79	35,88	37,77
	NaClO	Kg/dia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
Média_filtros lavados	Unid./dia	17,90	20,00	20,10	20,80	10,70	10,00	10,00	19,84	10,00	10,00	10,00	9,68	14,09	
Vazão lavagens_filtros (média diária)	L/s	125,50	137,80	135,00	135,50	138,60	135,50	138,50	138,87	153,23	132,87	133,39	131,23	136,33	
Tempo gasto_lavagem/filtro (unidade)	min	17:46:00	12:58:00	12:38:00	12:22:00	25:14:00	24:14:00	24:06:00	11:29:00	23:48:00	23:19:00	23:04:00	22:50:00	19:29:00	
Vol. diário gasto_lav._filtros (água decantada)	m ³	2.396,30	2.179,39	2.133,60	2.161,60	2.122,70	2.119,60	2.085,81	1.914,12	2.188,84	1.859,32	1.846,12	1.806,14	2.067,80	
Vol. diário gasto_descargas_decantadores	m ³	8,40	9,00	7,20	7,00	7,60	7,50	8,10	6,75	6,75	6,75	6,56	7,50	7,43	
Vol. diário gasto_lav._decantadores	m ³	12,30	0,00	0,00	12,30	0,00	12,30	0,00	12,30	0,00	12,30	0,00	0,00	5,13	
Vol. diário gasto_início_lav._filtros (água decantada)	m ³	121,72	136,00	136,68	141,44	72,76	68,00	68,00	134,91	68,00	68,00	68,00	65,82	95,78	
Vol.diário total gasto_lav._filtros e decant. + descargas	m ³	2.538,72	2.324,39	2.277,48	2.322,34	2.203,06	2.207,40	2.161,91	2.068,08	2.263,59	1.946,37	1.920,68	1.879,46	2.176,12	
Perda_lavagens_filtros (diária)	%	22,10	18,31	18,29	18,46	17,73	18,11	17,43	15,95	16,53	16,20	16,02	15,93	17,59	
Perda_descargas_decantadores	%	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	
Perda_lavagens_decantadores (água decantada)	%	0,11	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	
Perda_início_lavagens_filtros (água decantada)	%	1,12	1,14	1,17	1,21	0,61	0,58	0,57	1,12	0,51	0,59	0,59	0,58	0,82	
Perdas totais	%	23,41	19,52	19,53	19,84	18,40	18,86	18,07	17,24	17,10	16,95	16,67	16,58	18,51	
Características da Água Tratada (média diária)	Cor	uH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	pH		7,00	6,90	7,20	7,00	6,90	7,00	7,10	7,00	7,20	7,20	7,00	7,10	7,05
	Turbidez	uT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Volume médio diário distribuído	m ³	8.304,48	9.581,53	9.386,52	9.384,86	9.771,98	9.499,80	9.804,49	9.930,29	10.975,48	9.533,60	9.604,22	9.458,81	9.603,00	
Energia elétrica consumida	kwh	6.929	7.585	5.617	7.626	8.856	8.364	8.610	8.897	8.036	-	8.405	-	7.893	
Custo da Energia elétrica	R\$	2.273,12	2.129,78	1.703,27	2.582,19	4.397,05	1.884,32	3.071,96	3.021,98	3.714,84	-	2.933,81	-	2.771,23	

Quadro 6.3 – Produtividade da ETA 3, referente ao ano de 2006. Fonte: Estudo acerca da produtividade das ETAs de Pequeno Porte (2006).

- **Perdas Físicas na ETA 3**

Dentre as seis ETAs, a ETA 3 é a que apresenta, no Gráfico 6.9, as maiores perdas físicas, seja em números percentuais (18,5%) ou absolutos (2.176,12 m³), considerando o volume de água bruta tratada.

O Gráfico 6.9 mostra que em valores médios, o volume de água perdido pela ETA 3 era quase o que a ETA 2, no Gráfico 6.5, distribuía diariamente à população e treze vezes o volume perdido pela ETA 1 no Gráfico 6.1, considerando que os volume de água bruta que a ETA 1 trata têm valores bem semelhantes.

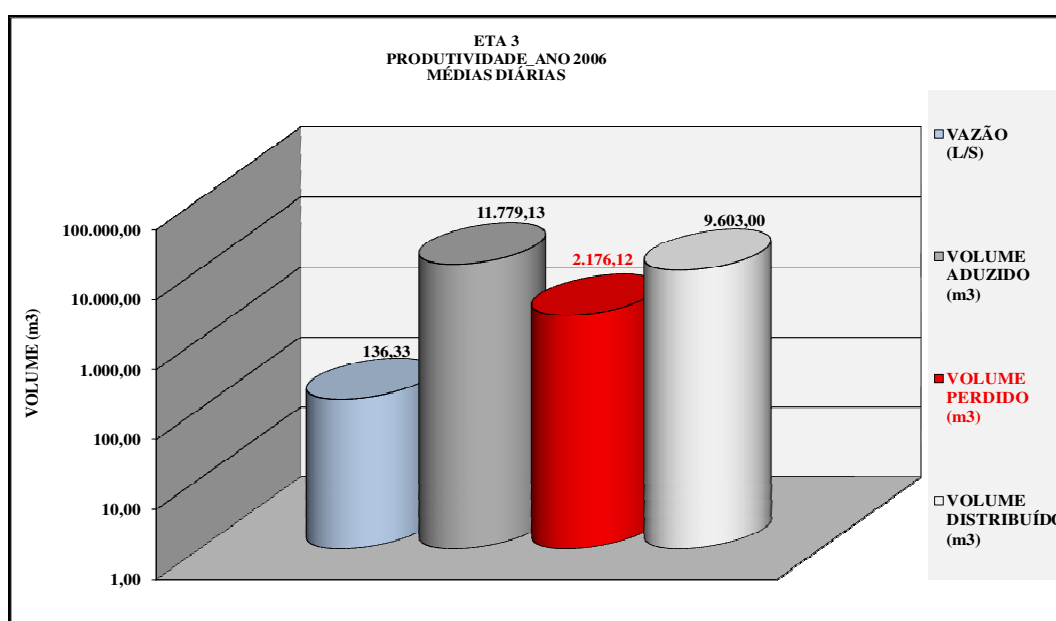


Gráfico 6.9– Quantificação das perdas físicas na ETA 3.

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Cerca de 95% do volume médio diário das perdas físicas da ETA 3, são de águas provenientes das lavagens dos filtros, considerando que à época deste estudo todas as unidades de filtração não reuniam condições normais de operacionalidade, apresentando perdas de cargas rapidamente, forçando aos operadores a procederem novamente suas lavagens em um espaço de tempo menor, sendo o estabelecido de 24 h, caracterizando as altas perdas verificadas nos mapas de controle operacionais.

- **Consumo de Produtos Químicos na ETA 3**

O Gráfico 6.10 mostra um alto consumo de sulfato de alumínio sólido na ETA 3, tendo com fatores a grande variação da qualidade da água bruta, devido ao alto índice pluviométrico da bacia do rio Guapi-Macacu e, também, a sua concepção, pois a esta unidade possui três módulos de tratamento com um único ponto para aplicação do coagulante, devendo ser considerados que os tempos de resposta para reação do produto são diferentes, sendo necessário, em algumas características de água bruta, adicionar uma dosagem maior do que a pesquisada no teste dos jarros (jar-test).

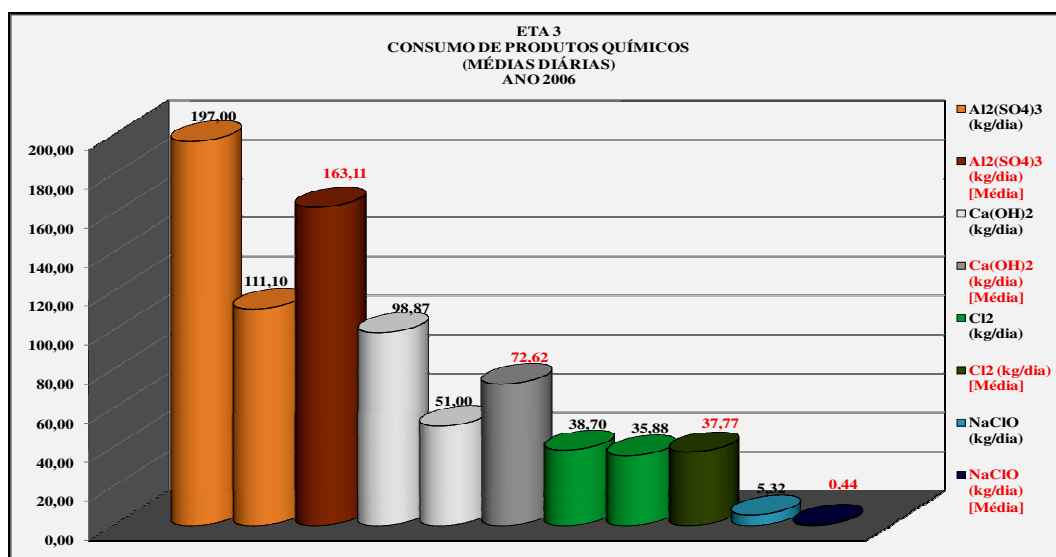


Gráfico 6.10 – Consumo de produtos químicos na ETA 3

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Como consequência, a quantidade de cal gasta também se eleva, pois com maior adição de coagulante, o pH da água coagulada fica menor, aumentando sua acidez que será magnificada com a dosagem do cloro gasoso, tendo, então, a necessidade do aumento da dosagem da solução de cal hidratada.

Os consumos do cloro gasoso e do hipoclorito de sódio estão dentro da normalidade, pois o primeiro é dosado para que o seu valor residual seja de 2,5 ppm, devido a longa distância até os reservatórios de distribuição que estão localizados no centro do município de Itaboraí e, quanto ao segundo, foram gastos em substituição ao cloro quando da ocorrência de

problemas no sistema de desinfecção, como pode ser observado na Figura 6.18, pela quantidade gasta, foram poucos os períodos em que o sistema de cloração ficou fora de carga.

A relação entre os valores médios diários do Gráfico 6.10 e os volumes aduzido e distribuído no Gráfico 6.9, fornece, em ppm(g/m³), como mostra a Tabela 6.3.

Tabela 6.3 – Dosagens dos produtos químicos gastos na ETA 3. Valores médios diários.

Produtos Químicos (Valores médios)	Quantidades (kg/dia)	Volume Tratado (m³/dia)	Volume Distribuído (m³/dia)	Dosagens em ppm (g/m³).
Sulfato de alumínio sólido	163,11	11.779,13	-	13,85
Cal hidratada	72,62	-	9.603,00	7,56
Cloro gasoso	37,77	-	9.603,00	3,93
Hipoclorito de sódio	5,32	-	9.603,00	0,55

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

• **Parâmetros Físico-Químicos da Água Bruta e a Geração de Resíduos na ETA 3**

No Gráfico 6.11, observa-se que os valores da cor aparente apresentam entre os valores máximos e mínimos, grande amplitude, sendo o primeiro valor sete vezes maior que o segundo, caracterizando os períodos de chuvas intensas e os períodos de estiagem, respectivamente, que são bem marcantes nesta região.

As características físico-químicas da água bruta que abastece a ETA 3 representam, em síntese, as dinâmicas ambientais da maior parte da bacia hidrográfica dos rios Guapi-Macacu.

Toda a área de drenagem desta bacia hidrográfica tem cerca de 1.640 km², com uma população residente estimada em cerca de 106.000 habitantes (IBGE, 2007), abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu, onde 90% de sua área estão situados na nesta bacia, Guapimirim, com 95% e o município de Itaboraí com 12% (Helder, 2001).

Com relação à turbidez, os valores não são tão altos quanto os da cor aparente, mas também indicam a mesma situação anterior com relação à qualidade da água, sendo que o valor máximo é cerca de cinco vezes o valor mínimo.

O pH da água bruta se comporta baixo quando os valores da cor e da turbidez se elevam, devido ao aumento de quantidade de materiais dissolvidos e/ou em suspensão na

água, isso ocorre em períodos chuvosos e se eleva mantendo-se estável quando há uma longa estiagem, sem que haja qualquer perturbação na água de natureza química.

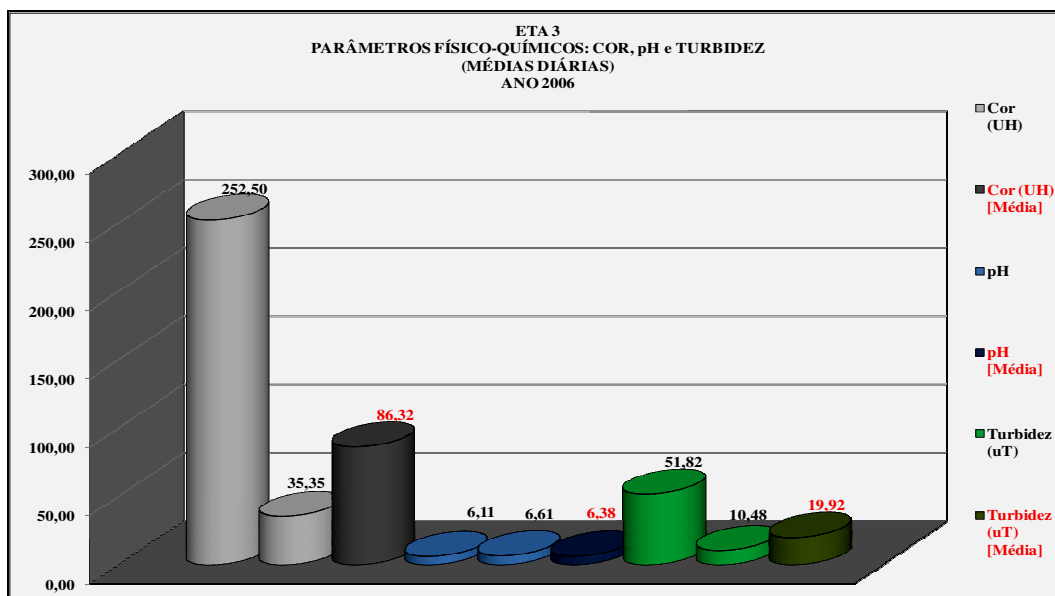


Gráfico 6.11 – Parâmetros físico-químicos da água bruta afluyente a ETA 3
Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

Os resíduos gerados na ETA 3 serão estimados através da fórmula pesquisada pela Water Research Center (WCR), baseando-se nos valores médios diários dos parâmetros cor e turbidez, constantes no Gráfico 6.10, utilizando também o valor calculado da dosagem do sulfato de alumínio da Tabela 6.3.

Os cálculos são dados a seguir:

$T = 19,92$ uT (turbidez); $C = 86,32$ uH (cor aparente); $D = 13,85$ g/m³ (dosagem do sulfato de alumínio); $Q = 1,36 \times 10^{-1}$ m³/s (vazão da água bruta).

$$P = (1,2 \times T + 0,07 \times C + k \times D + A) \times 10^{-3} \quad (12)$$

$$P = (1,2 \times 19,92 + 0,07 \times 86,32 + 0,26 \times 13,85 + 0) \times 10^{-3} = 3,35 \times 10^{-2} \text{ kg/ m}^3.$$

$$\underline{P = 3,35 \times 10^{-2} \text{ kg/ m}^3.}$$

$$W = 86.400 \times P \times Q = 8,64 \times 10^4 \times 3,35 \times 10^{-2} \times 1,36 \times 10^{-1} = 3,94 \times 10^2 \text{ kg/dia.} \quad (13)$$

$$\underline{W = 3,94 \times 10^2 \text{ kg/dia.}}$$

Considerando o valor de W - Quantidade de sólidos secos (kg/dia) - pode ser estimada a quantidade de sólidos secos que esta ETA pode produzir em um ano, ficando o seguinte valor:

$$S = W \times 365 = 3,94 \times 10^2 \text{ kg/dia} \times 365 \text{ dias} = 1,44 \times 10^5 \text{ kg/ano.} \quad (14)$$

$$S = 1,44 \times 10^5 \text{ kg/ano.}$$

Dentro das condições apresentadas, esta ETA pode produzir, aproximadamente, 144 toneladas de resíduos por ano, na realização do tratamento da água, mostrando a necessidade da disposição adequada de seus resíduos.

- **Consumos e Custos Mensais da Energia Elétrica na ETA 3**

No Gráfico 6.12 mostra que a energia elétrica na ETA 3 não apresenta valores elevados, em relação às demais unidades, considerando o kWh consumido e os valores cobrados pela concessionária, em reais.

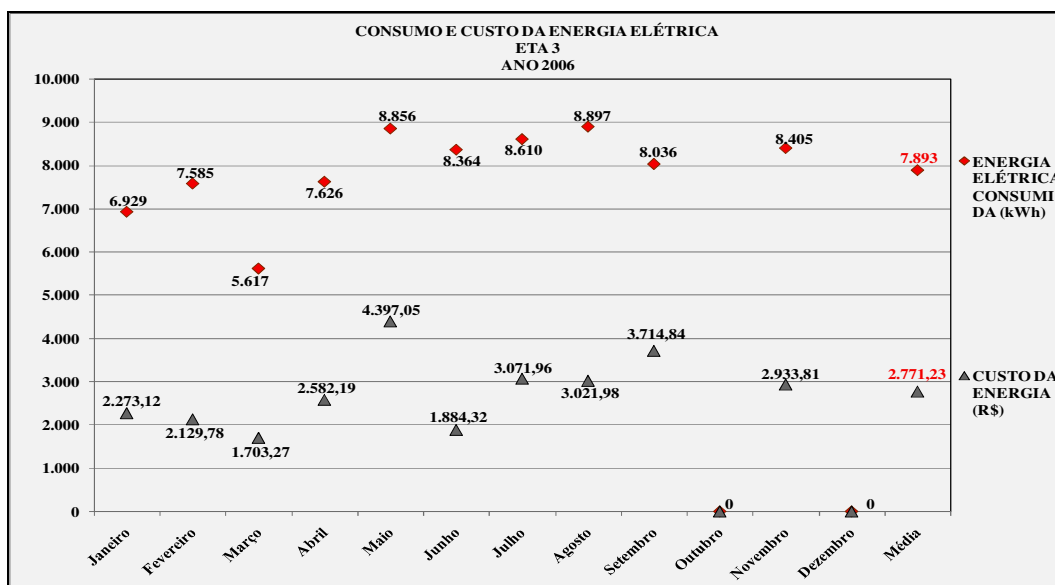


Gráfico 6.12 – Consumo e custo da energia elétrica na ETA3

Fonte: Mapa de Produtividade das ETAs de Pequeno Porte – CEDAE (2006).

A ressalva que deve ser feita neste caso, especificamente, está relacionada ao grande volume perdido por esta unidade nos seus processos de tratamento, pois boa parte da energia paga se perdeu com o volume perdido.

- **Recursos Humanos na ETA 3**

A composição dos recursos humanos alocados na ETA 3 mostra que o nível de escolaridade melhorou se for feita uma comparação com as ETAs 1 e 2.

Na ETA 3 todos os operadores concluíram o segundo grau e, também, participaram, no SENAI, localizado no município de São Gonçalo, do curso Teoria e Técnica de Tratamento de Água, que tinha como objetivo a melhoria na qualificação dos funcionários.

A falta de EPIs e da atuação de uma CIPA ou algum profissional que atuasse como seu representante também ocorre nesta ETA, não sendo contemplado um programa efetivo de segurança e saúde ocupacional para os profissionais que nela atuem e os riscos aos quais estes estão expostos, como o manuseio de produtos químicos (sulfato de alumínio, cal hidratada, cloro gás, hipoclorito de sódio e etc.).

6.1.5. Avaliações dos Dados Operacionais na ETA 4

A ETA 4 é abastecida com água bruta captada no canal do Imunana, sendo utilizado o sistema Imunana-Laranjal, que também abastece as ETAs 3 e 5. A Figura 6.9 mostra a ETA 4.



Figura 6.9 – Vista da ETA 4. Fonte: Arquivo do Autor (2006).

A captação para o abastecimento desta ETA é efetuada em um trecho inferior da bacia principal, recebendo contribuições das sub-bacias dos rios Macacu e Guapiaçu, ficando a jusante das tomadas de água que fazem os mais diversos usos e a montante de outro rio importante, o Guapimirim (Helder, 1999).

O canal do Imunana está localizado na bacia hidrográfica do Guapi-Macacu, onde segundo Helder (1999), esta é limitada ao Norte e Noroeste pela Serra dos Órgãos à Nordeste pela Serra de Macaé de Cima, à Leste pelas Serras das Botija e de Monte Azul e ao Sul pelas Serras do Sambê e das Garcias.

O Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS construiu o canal, para que áreas adjacentes, que freqüentemente inundavam fossem drenadas (Helder, 1999).

O Quadro 6.4 mostra, em números, a dinâmica operacional da ETA 4, sendo avaliada nos tópicos seguintes.

QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA ETA 4 - ANO 2006															
DESCRIÇÃO	Unidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
Vazão média	L/s	97,40	99,60	93,50	99,80	100,00	100,00	97,20	100,00	99,83	96,13	95,10	96,77	97,94	
Volume médio diário aduzido	m ³	8.415,36	8.605,44	8.078,40	8.622,72	8.640,00	8.640,00	8.398,08	8.640,00	8.625,31	8.305,63	8.216,64	8.360,93	8.462,38	
Características da Água Bruta (média diária)	Cor	uH	252,50	146,75	97,05	101,36	51,52	42,11	35,35	51,71	47,50	52,96	70,76	86,27	86,32
	pH		6,17	6,11	6,44	6,43	6,46	6,32	6,61	6,50	6,26	6,52	6,37	6,37	6,38
	Turbidez	uT	51,82	28,74	23,85	25,25	12,87	12,22	10,48	13,48	11,30	12,18	16,91	19,94	19,92
Consumo médio de Produtos Químicos	Al ₂ (SO ₄) ₃	Kg/dia	180,30	162,50	125,00	122,70	100,30	88,00	67,90	103,10	116,00	120,97	131,17	151,39	122,44
	Ca(OH) ₂	Kg/dia	49,30	44,80	40,60	37,30	26,50	29,70	23,70	32,74	30,17	36,61	36,33	51,94	36,64
	Cl ₂	Kg/dia	25,90	26,50	26,60	26,70	26,80	26,80	26,00	26,76	26,72	26,58	26,30	26,76	26,54
	NaClO	Kg/dia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média_filtros lavados	Unid./dia	6,70	7,90	8,00	7,87	8,00	8,00	7,87	8,00	8,00	7,73	8,00	7,61	7,81	
Vazão lavagens_filtros (média diária)	L/s	97,40	99,60	93,50	99,80	100,00	100,00	97,20	100,00	99,83	96,13	95,10	96,77	97,94	
Tempo gasto_lavagem/filtro (unidade)	min	11:16:00	12:07:00	14:35:00	13:48:00	13:42:00	14:28:00	15:00:00	15:00:00	15:00:00	15:10:00	15:00:00	15:00:00	14:10:30	
Vol. diário gasto_lav._filtros (água decantada)	m ³	453,32	574,70	700,65	625,27	657,50	695,00	688,50	720,00	718,78	676,46	684,72	740,65	661,30	
Vol. diário gasto_descargas_decantadores	m ³	6,45	6,50	6,30	5,17	10,50	8,50	4,38	4,50	4,50	7,53	6,11	10,28	6,73	
Vol. diário gasto_lav._decantadores	m ³	8,93	0,00	8,93	0,00	0,00	8,93	0,00	8,93	0,00	8,93	0,00	0,00	3,72	
Vol. diário gasto_início_lav._filtros (água decantada)	m ³	68,34	80,58	81,60	80,27	81,60	81,60	80,27	81,60	81,60	78,85	81,60	77,62	79,63	
Vol.diário total gasto_lav._filtros e decant. + descargas	m ³	537,04	661,78	797,48	710,71	749,60	794,03	773,15	815,03	804,88	771,77	772,43	828,55	751,37	
Perda_lavagens_filtros (diária)	%	5,39	6,68	8,67	7,25	7,61	8,04	8,20	8,33	8,33	8,14	8,33	8,86	7,82	
Perda_descargas_decantadores	%	0,08	0,08	0,08	0,06	0,12	0,10	0,05	0,05	0,05	0,09	0,07	0,12	0,08	
Perda_lavagens_decantadores (água decantada)	%	0,11	0,00	0,11	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	
Perda_início_lavagens_filtros (água decantada)	%	0,81	0,94	1,01	0,93	0,94	0,94	0,96	0,94	0,95	0,95	0,99	0,93	0,94	
Perdas totais	%	6,38	7,69	9,87	8,24	8,68	9,19	9,21	9,43	9,33	9,29	9,40	9,91	8,89	
Características da Água Tratada (média diária)	Cor	uH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	pH		6,80	6,90	7,00	7,20	7,10	6,90	7,20	6,80	7,00	7,00	6,90	7,20	7,00
	Turbidez	uT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Volume médio diário distribuído	m ³	7.878,32	7.943,66	7.280,92	7.912,01	7.890,40	7.845,97	7.624,93	7.824,97	7.820,43	7.533,87	7.444,21	7.532,38	7.711,00	
Energia elétrica consumida	kwh	51.045	50.061	48.216	51.291	49.815	48.831	50.307	50.922	37.023	-	50.757	-	48.827	
Custo da Energia elétrica	R\$	12.729,10	11.575,70	11.125,18	13.359,39	13.684,28	17.799,49	16.343,15	16.679,65	21.185,60	-	18.555,89	-	15.303,74	

Quadro 6.4 – Produtividade da ETA 4, referente ao ano de 2006. Fonte: Estudo acerca da produtividade das ETAs de Pequeno Porte (2006).