

I-246 - CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS EFLUENTES GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ESTUDO DE CASO ETA VALE ESPERANÇA – CESAN-ES

Talita Tamella Moura Furieri⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Gerente de Projetos da A&F Global Service Brasil.

Thaise Martins da Silva

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Administradora pela Faculdade de Cariacica Uniest. Auxiliar Administrativo Pós Venda da Luvep Luz Veículos e Peças Ltda.

Mariângela Dutra de Oliveira

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Endereço⁽¹⁾: Rua. Augusto Cloves dos Santos, 285B - Alvorada – Vila Velha - ES - CEP: 29117-300 - Brasil - Tel: +55 (27) 3369-3777 - Fax: +55 (27) 3063-3792 - e-mail: talitamella@yahoo.com.br.

RESUMO

A Estação de Tratamento de Água de Vale Esperança, denominada também de Engenheiro Helder Faria Varejão, é uma das unidades componentes do Sistema Jucu e foi projetada para atender uma demanda de 3,3m³/s de água potável (maior em produção no estado do Espírito Santo). A estação é abastecida pelo Rio Jucu e trabalha com dois processos de tratamento: o Convencional Completo, chamado de ETA Velha, e o de Filtração Direta, chamado de ETA Nova. A proposta deste trabalho é caracterizar qualitativamente os efluentes produzidos na ETA Vale Esperança, comparando os resultados com a legislação ambiental vigente. Para a composição do estudo foram realizadas visitas a estação, levantamento dos dados do manancial, dados pluviométricos, coleta e caracterização físico-química e bacteriológica do lodo gerado nas unidades de tratamento do sistema Convencional (decantador e filtro) e no filtro do sistema de Filtração Direta. Constatou-se na pesquisa que os procedimentos operacionais se diferenciam do projeto inicial devido à deteriorização da qualidade de água bruta, o surgimento de novas tecnologias e o aprimoramento dos mesmos. Após confrontar os resultados de caracterização dos efluentes com as legislações vigentes, verificou-se que os parâmetros alumínio e sólidos suspensos totais não se apresentam em conformidade com os padrões de lançamento estabelecidos pela legislação municipal CONDEMA nº 02/1991 e os sólidos sedimentáveis se encontram em desacordo com os padrões de lançamento estabelecidos pela legislação federal CONAMA nº 397/2008. O sulfato de alumínio é o coagulante primário utilizado no tratamento e os altos teores de alumínio encontrados nos efluentes deste processo são decorrentes do uso deste coagulante. O lodo do decantador e a água de lavagem dos filtros demonstraram caráter inorgânico, devido à predominância do valor de sólidos fixos sobre os sólidos voláteis, a relação entre sólidos totais fixos e sólidos totais variou entre 46,41% e 75,58% e entre sólidos totais voláteis e sólidos totais alterou entre 24,42% e 53,59%. Os efluentes produzidos na ETA têm um potencial impactante ao meio ambiente se descartados in natura sendo recomendado o seu tratamento e disposição final de forma adequada.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETA, Sistema Convencional, Sistema Filtração Direta.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água bruta dos mananciais superficiais vem passando por um processo de deteriorização devido a uma série de fatores tais como a poluição das águas, desmatamento, falta de fiscalização de órgãos governamentais e ambientais, dentre outros. Por outro lado o crescente aumento populacional amplia a demanda por água tratada e de boa qualidade.

Nestas condições, para tratamento da água bruta faz-se necessário maior consumo de produto químico, tendo como consequência o aumento substancial do volume dos rejeitos gerados nas unidades de decantação e

filtração. Conclui-se portanto, que a quantidade de lodo gerada é condicionada pela qualidade físico-química das águas bruta e tratada, e dos produtos químicos utilizados no processo de sua potabilização.

Segundo Grandin, Além Sobrinho e Garcia Jr (1993) o lodo produzido nas ETA é composto de argila, siltes, areia fina, material húmico e microrganismos, bem como de produtos derivados do processo de coagulação. Os coagulantes mais utilizados no tratamento de água são à base de sais de ferro e alumínio (CORDEIRO, 1993). Richter (2001) sugere que os lodos obtidos possuem difícil sedimentação ou flotação em seu estado natural sendo, geralmente, necessária a adição de polímeros para que este processo ocorra.

A NBR 10.004/04 classifica os resíduos sólidos pelos diferentes níveis de periculosidade, considerando o potencial de contaminação do meio ambiente e os possíveis riscos à saúde pública. De acordo com essa norma, o lodo é definido como resíduo sólido e deve ser tratado e disposto conforme regulamentação específica nela definida. Sendo assim, os resíduos gerados nas ETA, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, representam um problema sério para as instituições que gerenciam tais sistemas.

Há muito tempo o destino mais comum deste resíduo (lodo) da ETA vem sendo os cursos d'água próximos às estações. Todavia, existe uma crescente preocupação acerca desta prática, uma vez que esses resíduos podem causar um significativo impacto ambiental, por isso, os órgãos ambientais vêm questionando este método e restringindo ou até mesmo proibido essa disposição, demandando soluções urgentes para o setor.

A identificação de prováveis impactos ambientais, das formas de tratamento e da disposição final do lodo podem ser antecipadas pela sua caracterização qualitativa e quantitativa. Cordeiro (1993), Castro et al. (1997) e Richter (2001) sugerem que antes do início de qualquer projeto de unidade de tratamento e recuperação de resíduos proceda-se ao estudo completo de caracterização dos mesmos.

Logo, a proposta do trabalho foi caracterizar qualitativamente os efluentes produzidos na ETA Vale Esperança, localizada no município de Caricaca – ES, associando os dados à quantidade de produto químico utilizado em cada processo e comparando os resultados com a legislação ambiental vigente.

METODOLOGIA

Para a composição do estudo foram realizadas visitas a estação, levantamento dos dados do manancial, dados pluviométricos, coleta e caracterização físico-química e bacteriológica do lodo gerado nas unidades de tratamento do sistema Convencional (decantador e filtro) e no filtro do sistema de Filtração Direta.

Realizaram-se duas coletas nos dias 28 de outubro 2008 e 19 de janeiro de 2009. A escolha desses meses se deu uma vez que eles representam os períodos críticos de seca e enchentes sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.

As coletas foram realizadas no decantador nº 2 e o filtro nº 4 do tratamento convencional e no filtro nº 7 do tratamento do tipo filtração direta.

As coletas no decantador nº 2 foram realizadas durante todo o período de lavagem (aproximadamente seis horas), sendo realizadas coletas em intervalos de aproximadamente trinta minutos. Já no filtro nº 4 do sistema Convencional (lavagem em contracorrente de cinco minutos) e no filtro nº 7 do sistema de filtração direta (lavagem em contracorrente de nove minutos) as coletas foram realizadas em intervalos médios de um minuto.

Os parâmetros para a caracterização do lodo da ETA Vale Esperança foram propostos de acordo com revisão bibliográfica (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros e locais de coleta das amostras.

Parâmetros	Unidade	Convencional		Filtração Direta
		Decantador	Filtro	Filtro
Turbidez	NTU	x	x	x
Cor aparente	Pt/Co	x	x	x
DQO	mg/L	x	x	x
pH	-	x	x	x
Alcalinidade total	mg/L	x	x	x
Condutividade	µS/cm	x	x	x
Sólidos totais	mg/L	x	x	x
Sólidos totais fixos	mg/L	x	x	x
Sólidos totais voláteis	mg/L	x	x	x
Sólidos suspensos totais	mg/L	x	x	x
Sólidos sedimentáveis	mL/L.h	x	x	x
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L	x	x	x
Nitrogênio amoniacal	mg/L	x	x	x
Nitrato (como N)	mg/L	x	x	x
Nitrito (como N)	mg/L	x	x	x
Fosfato (como P)	mg/L	x	x	x
Carbono orgânico total (COT)	mg/L	x	x	x
Alumínio	mg/L	x	x	x
Cádmio	mg/L	x	x	x
Cálcio	mg/L	x	x	x
Chumbo	mg/L	x	x	x
Cobre	mg/L	x	x	x
Cromo	mg/L	x	x	x
Ferro	mg/L	x	x	x
Magnésio	mg/L	x	x	x
Manganês	mg/L	x	x	x
Níquel	mg/L	x	x	x
Zinco	mg/L	x	x	x
Coliformes totais	NMP/100mL		x	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL		x	

Os resultados foram comparados com a Resolução federal CONAMA nº 357 de 2005 (alterada pela Resolução federal CONAMA 397/08) e também com a Resolução municipal de Vitória CONDEMA nº 02 de 1991, que Estabelece Critérios e Padrões para o Controle da Poluição dos Recursos Hídricos no Município de Vitória. Esta última foi escolhida, pois o município de Cariacica, onde se localiza a ETA e são lançados os efluentes, não possui resolução específica que aborda esse assunto, entretanto, como o mesmo faz parte da região metropolitana da Grande Vitória tomou-se como referência o padrão de lançamento de efluentes do município de Vitória.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água de Vale Esperança é operada pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) e trabalha com dois sistemas: o convencional completo, chamado de ETA Velha (Figura 1), e o de Filtração Direta, chamado de ETA Nova (Figura 2), com capacidades de 1,50m³/s e 1,80m³/s respectivamente. A capacidade máxima de operação da ETA Vale Esperança é de 3,75m³/s, com sobrecarga de 25% na ETA Convencional, já que a mesma foi projetada para atender uma demanda de 3,3m³/s.

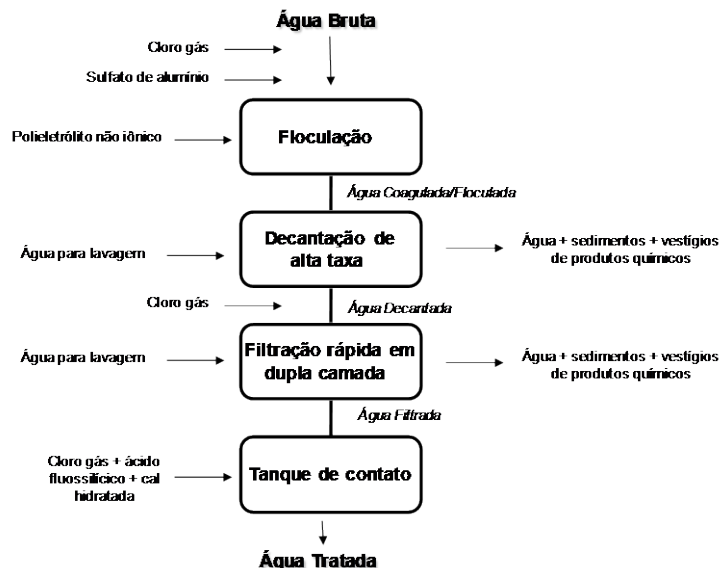


Figura 1: Fluxograma do sistema de Tratamento Convencional.

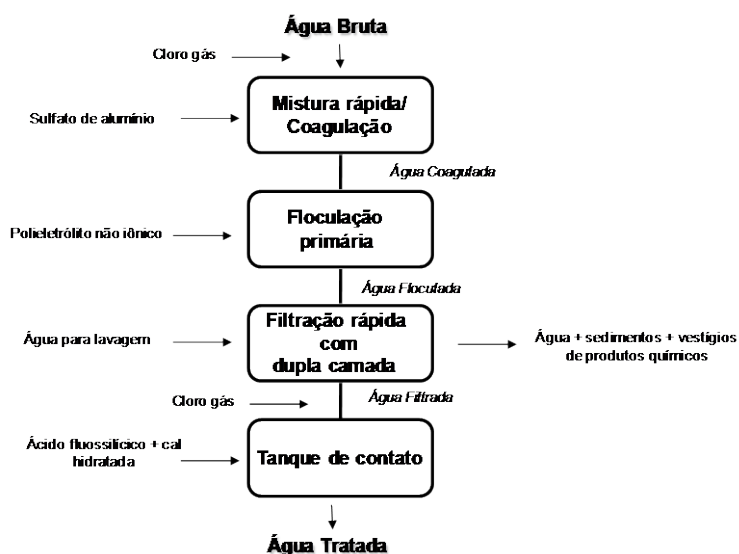


Figura 2: Fluxograma do sistema de Tratamento de Filtração Direta.

A dosagem de sulfato de alumínio no canal de água bruta ocorre atualmente nos períodos de chuva devido ao aumento nos valores dos parâmetros de cor e turbidez, no entanto esse método não está descrito em projeto.

No sistema Filtração Direta foi projetado o uso de agitadores mecânicos nas câmaras de floculação, porém devido ao emprego de polieletrólito e à configuração dos tanques que permite o fluxo do tipo serpentina, esses equipamentos raramente são utilizados.

CARACTERIZAÇÃO DOS LODOS DE ETA

O resultado das análises dos efluentes da ETA Vale Esperança encontram-se apresentados na Tabela 2. Também foram apresentadas na Tabela 2 as características médias da água bruta nos períodos de intervalo de limpeza do decantador e dos filtros, ressaltando que essas características correspondem ao período em que o decantador permaneceu sem a limpeza completa, 234 dias para primeira campanha e 83 dias para segunda; e a corrida dos filtros no sistema Convencional de 20h30min para a primeira campanha e de 12h25min para a segunda; enquanto que a corrida dos filtros no sistema Filtração Direta foi de 9h40min na primeira campanha e 12h55min na segunda. A

pluviosidade informada equivale a valores médios que ocorreram nos meses de outubro de 2008 e janeiro de 2009, períodos correspondentes a 1ª e 2ª campanhas.

Tabela 2: Resultados dos ensaios realizados na ETA Vale Esperança.

Características da água bruta*	Unidade	Convencional				Filtração Direta	
		Decantador		Filtro		Filtro	
		234 dias	83 dias	20h30	12h25	09h40	12h55
Vazão	m³	4.270.148	4.832.688	1.742	2.010	1.119	1.083
Turbidez	NTU	48,88	113,33	23,23	55,27	22,09	53,52
Cor	Pt/Co	122,75	209,33	117,10	148,83	111,00	145,97
Pluviosidade	mm	51,06	405,07	2,81	7,03	2,81	7,03
Dosagem de sulfato	mg/l	8,21	13,70	10,00	14,00	13,00	12,00
Dosagem de polieletrólito	mg/l	0,11	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20
Características dos efluentes	Unidade	Convencional				Filtração Direta	
		Decantador		Filtro		Filtro	
		out/08	jan/09	out/08	jan/09	out/08	jan/09
Turbidez	NTU	2.584	10.185	112	82	1.008	606
Cor aparente	Pt/Co	4.668	5.770	556	345	1.364	1.004
DQO	mg/L	1.030	6	26	96	26	131
pH (a 20°C)	-	6,64	6,70	6,02	5,8	6,34	6,00
Alcalinidade total	mg/L	24	22	6	< 5	6	< 5
Condutividade	µS/cm	298	164	193	72	75	79
Sólidos totais	mg/L	776	1.462	256	512	543	581
Sólidos totais fixos	mg/L	438	1.105	140	357	252	400
Sólidos totais voláteis	mg/L	338	357	116	155	291	181
Sólidos suspensos totais	mg/L	748	1.212	76	407	492	476
Sólidos sedimentáveis	mL/L.h	343	86	7	13	17	24
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L	102	28	1,3	2,3	3,7	2,2
Nitrogênio amoniacal	mg/L	9,2	5,5	0,28	0,24	0,16	0,25
Nitrato (como N)	mg/L	< 0,1	< 0,1	0,7	0,4	0,7	0,4
Nitrito (como N)	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fosfato (como P)	mg/L	< 0,02	< 0,02	0,14	0,06	< 0,02	< 0,02
Carbono orgânico total (COT)	mg/L	31,0	62,0	0,6	13,0	2,2	19,0
Alumínio	mg/L	0,016	42,3	6,8	13,3	7,8	10,8
Cádmio	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cálcio	mg/L	< 0,5	4,0	3,8	4,100	3,0	3,6
Chumbo	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre	mg/L	< 0,005	0,033	< 0,005	0,010	< 0,005	0,006
Cromo	mg/L	< 0,01	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro	mg/L	0,437	42,0	6,5	14,6	3,0	13,4
Magnésio	mg/L	< 0,5	1,7	1,4	1,5	1,3	1,7
Manganês	mg/L	0,010	1,8	0,158	0,239	0,100	0,194
Níquel	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco	mg/L	0,022	0,075	0,015	0,110	< 0,01	0,040
Coliformes totais	NMP/100mL	-	-	5	> 2420	-	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	-	-	< 1	548	-	-

(-) Não determinado

*As características correspondem ao intervalo do período de limpeza das unidades estudadas, sendo que os valores apresentados obedecem às médias de cada período.

Richter (2001) diz que, o volume de lodo gerado varia entre 0,2 e 5% do volume total de água tratada pela ETA e que, em geral, o conteúdo dos sólidos totais no lodo de tanques de decantação varia entre 1.000 a 40.000 mg/l e entre 40 a 1.000mg/l na água de lavagem dos filtros e que normalmente, 75 a 90% destes valores representam sólidos suspensos e 20 a 35% sólidos voláteis. Esses resíduos representam uma pequena proporção de biodegradáveis e valores de pH próximos ao neutro.

De acordo com os resultados obtidos o pH variou entre 5,8 e 6,7; os sólidos totais do decantador e dos filtros se mantiveram na faixa descrita por Richter (2001). Em termos percentuais, conforme apresentado na Figura 3, a relação entre sólidos totais fixos e sólidos totais variou entre 46,41% e 75,58% e entre sólidos totais voláteis e sólidos totais alterou entre 24,42% e 53,59%, desta forma somente a relação sólidos totais fixos/sólidos totais se manteve na faixa descrita por Richter (2001). Assim, o lodo do decantador e a água de lavagem dos filtros demonstraram caráter inorgânico, devido à predominância do valor de sólidos fixos sobre os sólidos voláteis.

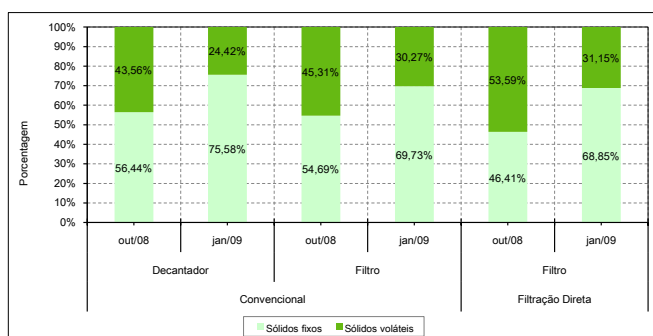


Figura 3: Percentual de sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis nos sólidos totais dos efluentes da ETA Vale Esperança.

De acordo com Souza, Barroso e Cordeiro (2004) e Reali (1999), o acréscimo mais acentuado dos sólidos totais está associado à adição de sólidos, na forma de produtos químicos, e liberação ou ressolubilização de compostos dissolvidos, presentes no fundo dos decantadores e nos filtros. A ressolubilização pode estar associada às características operacionais dos decantadores, em função de volume e condições de anaerobiose provocada pelo amplo período de armazenamento desses resíduos. Apesar do intervalo de lavagem completa do decantador ter sido mais longo na primeira campanha, observam-se na Tabela 2 e Figura 4 que os parâmetros de cor, turbidez, sólidos e carbono orgânico total na segunda campanha foram superiores. Esta diferença entre as campanhas pode estar relacionada ao elevado índice de pluviométrico que ocorreu durante a segunda campanha.

Barroso e Cordeiro (2001) desenvolveram estudos visando compreender a dinâmica dos metais durante as distintas fases do procedimento de potabilização e concluíram que os metais chumbo, manganês e ferro tendem a permanecer adsorvidos ou complexados à fração particulada da água sujeita à remoção por coagulação/sedimentação. Sendo assim, os resultados dos resíduos do decantador que indicam altas taxas de ferro e manganês, também estão associadas à facilidade com que estes elementos são retirados do meio concomitantemente com as impurezas coaguladas, aglomeradas no fundo do decantador.

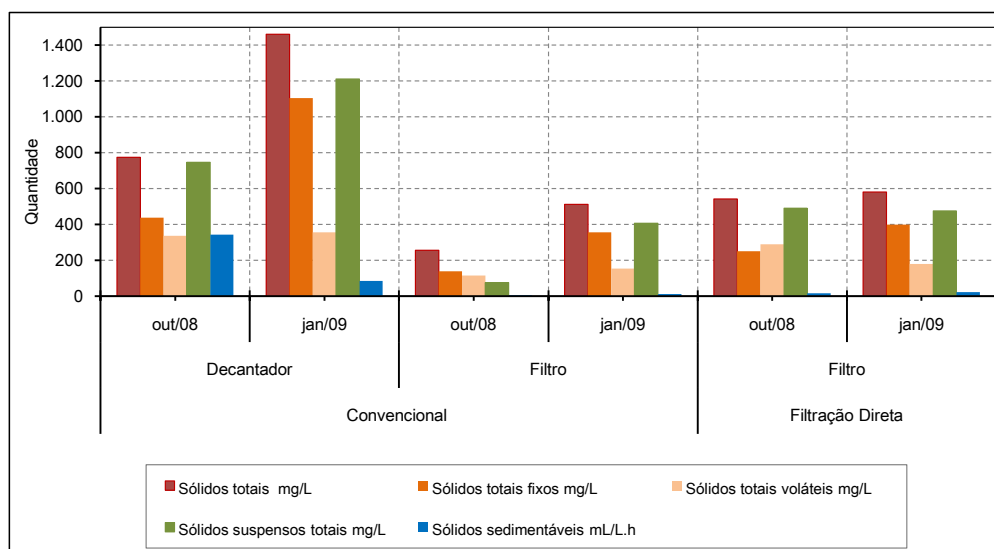


Figura 4: Comportamento dos sólidos na ETA Vale Esperança.

A presença do alumínio e ferro em maiores proporções nos efluentes estudados (Figura 5), é resultante da utilização de sulfato de alumínio como coagulante e a formação do precipitado hidróxido de alumínio. As alterações encontradas entre os ensaios são decorrentes das variações de dosagem do sulfato de alumínio, e da qualidade da água bruta associada às variações pluviométricas. As altas concentrações de ferro e manganês se dão ainda pelas características da água bruta assim como provavelmente o cálcio e o magnésio.

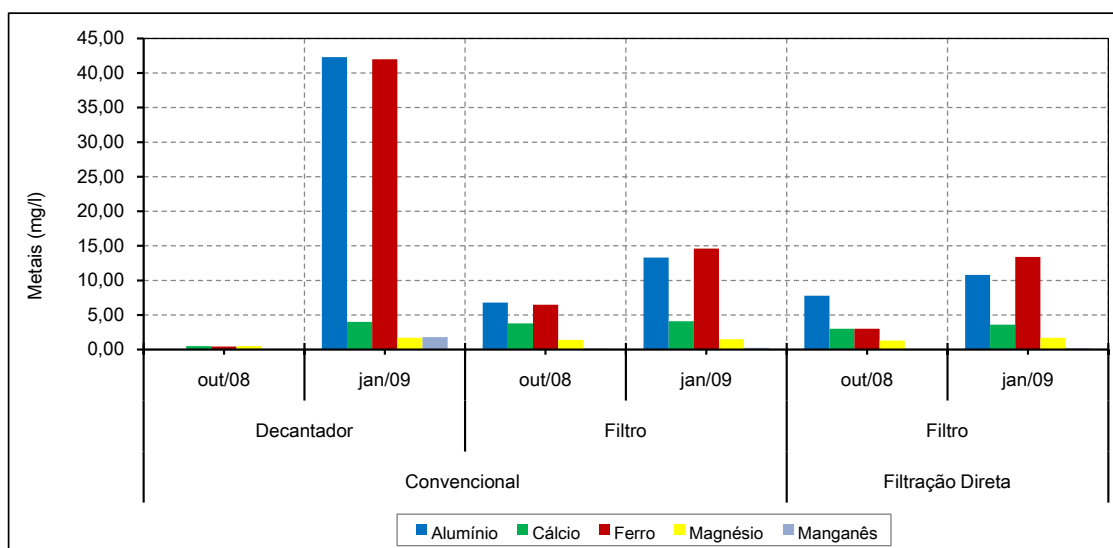


Figura 5: Metais encontrados nos efluentes da ETA Vale Esperança.

Os altos teores de alumínio encontrados nos resíduos do decantador reforçam a necessidade de cuidados quanto às formas de disposição desses rejeitos.

Os valores consideráveis de metais e sólidos nos filtros do sistema Convencional podem também identificar uma baixa eficiência do processo de decantação, que pode estar associado ao intervalo de limpeza dos decantadores e ao trespasse de flocos que sem sedimentar são encaminhados ao processo de filtração. Este episódio ocorre principalmente nos períodos que antecedem a lavagem, com a ocorrência de arraste significativo de material não decantado para os filtros, e no próprio momento da limpeza onde o decantador que se mantém em funcionamento passa a trabalhar com uma sobrecarga.

Com relação aos filtros, pode-se observar pela Tabela 1 que as características de cor e turbidez do efluente são mais elevadas no período de menor precipitação. Este fato é um indício de que a utilização da pré-coagulação (aplicação

de coagulante no canal de água bruta) no período chuvoso faz com que a água bruta já chegue à ETA em melhores condições proporcionando melhor qualidade a água de lavagem dos filtros.

Os sólidos na água de lavagem dos filtros são mais expressivos nas segundas campanhas, conforme ratificado na Figura 4, contudo é importante lembrar que a composição e a concentração de sólidos na água de lavagem dos filtros não devem variar com a frequência de limpeza, porque a capacidade de retenção de sólidos é uma característica fixa de um determinado leito filtrante. Por isso, a assiduidade para a lavagem deve ser monitorada visando um adequado funcionamento desses leitos.

Realí (1999) menciona que em sistemas de ciclo completo, quando os mananciais possuem grandes oscilações de turbidez, a quantidade de sólidos suspensos nos filtros não altera com muita intensidade, desde que seja mantida boa eficiência da coagulação/floculação antecedentes a coagulação. Isso ocorre porque a água que sai dos decantadores apresenta turbidez pouco variável quando comparada as amplas variações da água bruta.

Vale ressaltar que os parâmetros de cor e de turbidez nos filtros foram superiores na campanha inicial quando comparados a segunda campanha. Em contrapartida, os parâmetros de ferro e alumínio apresentaram valores mais altos na segunda campanha uma vez que a dosagem do produto sulfato de alumínio e polieletrólito também foi maior nesta campanha.

O carbono orgânico total mede indiretamente a concentração de compostos orgânicos na água. Justificam-se assim os valores maiores de COT encontrados nos filtros na segunda campanha, pois a água bruta apresentou características piores neste ensaio.

Mesmo ocorrendo a pré-cloração no canal de chegada da água bruta, a água de lavagem dos filtros do sistema Convencional apresenta altos teores de Coliformes totais e Escherichia coli, mostrando a necessidade de cuidados na manipulação, disposição e reutilização desse resíduo.

ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO FRENTE ÀS CARACTERÍSTICAS DE LODO DE ETA

O resultado das análises dos efluentes da ETA Vale Esperança e sua comparação com os valores limites estabelecidos para lançamento de efluentes requeridos pelo artigo 34° da Resolução federal CONAMA 357/05 (alterada pela Resolução federal CONAMA 397/08) e pelo Anexo I da Resolução municipal de Vitória CONDEMA 02/91 estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Padrões legais comparados aos efluentes da ETA Vale Esperança.

Parâmetros	Unidade	Padrão		Convencional				Filtração Direta	
		CONAMA 357/05*	CONDEMA 02/91	Decantador		Filtro		Filtro	
				out/08	jan/09	out/08	jan/09	out/08	jan/09
Cor aparente	Pt/Co		VA	4668	5770	556	345	1364	1004
DQO	mg/L		200	1030	6,0	26	96	26	131
pH (a 20°C)	-	5,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,64	6,70	6,02	5,8	6,34	6,00
Sólidos suspensos totais	mg/L		100	748	1212	76	407	492	476
Sólidos sedimentáveis	mL/L.h	1	0,5	343	86	6,7	13	17	24
Nitrogênio amoniacal	mg/L	20,0	5,0	9,2	5,5	0,28	0,24	0,16	0,25
Alumínio	mg/L		3,0	0,016	42,3	6,8	13,3	7,8	10,8
Cádmio	mg/L	0,2	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo	mg/L	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre	mg/L	1,0	0,5	< 0,005	0,033	< 0,005	0,010	< 0,005	0,006
Cromo	mg/L	0,5	0,5	< 0,01	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro	mg/L	15,0	15,0	0,437	42,0	6,5	14,6	3,0	13,4
Manganês	mg/L	1,0	1,0	0,010	1,8	0,158	0,239	0,100	0,194
Níquel	mg/L	2,0	1,0	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco	mg/L	5,0	1,0	0,022	0,075	0,015	0,110	< 0,01	0,040

Analisando os resultados com base na Tabela 3, observamos algumas divergências com os padrões estabelecidos e recomendados pela legislação, assim no que concernem as questões ambientais, as características desses efluentes podem ocasionar a deteriorização da qualidade do curso d'água, uma vez que quando lançados podem provocar a redução do oxigênio, dificultando a atividade biológica, afetando esteticamente por meio da alteração da cor e da turbidez, além de aumentar as concentrações de sólidos no fundo do corpo receptor, acarretando em assoreamento.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

As conclusões gerais da pesquisa estão resumidas a seguir, seguindo os principais tópicos:

Considerações técnicas e operacionais sobre a estação de tratamento de água Vale Esperança:

- A deteriorização da qualidade de água bruta, o surgimento de novas tecnologias e o aprimoramento dos procedimentos operacionais, faz com que estes se diferenciem do projeto inicial;
- A pré-cloração não foi projetada para ocorrer no canal de água bruta, porém devido piora na qualidade do manancial, esta acontece continuamente. Nestas condições as características dos resíduos gerados na ETA são atenuadas;
- A ETA Vale Esperança trabalha com uma vazão acima do valor projetado (sobrecarga), tendo como consequência uma redução na sua eficiência, maior frequência de limpeza e aumento do consumo de água para tal e consequente elevada produção de resíduos.

Características dos resíduos gerados nos sistemas de tratamento convencional e filtração direta:

- Algumas características dos efluentes da ETA, principalmente o alumínio e os sólidos suspensos totais e sedimentáveis, apresentam valores fora dos permitidos pela Resolução 02/91 do CONDEMA e pela Resolução CONAMA 357/05 (alterada pela Resolução CONAMA 397/08), caracterizando como um fator limitante para o lançamento in natura do lodo no corpo d'água. Sendo assim, verifica-se a necessidade de um tratamento prévio desses efluentes, antes do seu lançamento no corpo receptor;
- Os resultados de qualidade da água de lavagem dos filtros demonstram que de um modo geral o efluente produzido pelo sistema de Filtração Direta tem maior potencial de degradação do meio ambiente do que o produzido pelo sistema Convencional;
- A composição e a concentração de sólidos na água de lavagem dos filtros não devem variar com a frequência de limpeza, porque a capacidade de retenção de sólidos é uma característica fixa de um determinado leito filtrante. Por isso, a assiduidade para a lavagem deve ser monitorada visando um adequado funcionamento desses leitos;
- O lodo do decantador e a água de lavagem dos filtros demonstraram caráter inorgânico, devido à predominância do valor de sólidos fixos sobre os sólidos voláteis, a relação entre sólidos totais fixos e sólidos totais variou entre 46,41% e 75,58% e entre sólidos totais voláteis e sólidos totais alterou entre 24,42% e 53,59%;
- Dentre os metais encontrados nos resíduos, o alumínio o ferro, o cálcio e o magnésio foram os que apresentaram os maiores índices, tanto na água de lavagem dos filtros quanto no lodo do decantador. Esses resultados devem-se principalmente ao uso do sulfato de alumínio como coagulante primário e das características da água bruta captada;
- Os altos teores de alumínio encontrados nos resíduos do decantador reforçam a necessidade de cuidados quanto às formas de disposição desses rejeitos;
- Os valores consideráveis de metais e sólidos nos filtros do sistema Convencional podem também ser consequência da coleta ter sido realizada no período de limpeza do decantador, assim os flocos formados na etapa de floculação podem não ter se decantado e se encaminhado ao processo de filtração;

- Devido ao comportamento sem relevantes variações da água bruta nos dois ensaios, por fatores climáticos que se apresentaram semelhantes, não foi possível realizar uma comparação adequada entre a variação da qualidade de água bruta e o efluente dos filtros;
- A permanência do lodo do decantador em longos períodos pode ser negativa devido à anaerobiose e processo de ressuspensão;
- Em períodos de chuva as características físico-químicas do lodo e da água de lavagem dos filtros ficam mais elevadas e com maior potencial impactante;
- Um pequeno número de amostras dificulta a análise dos resultados devendo ter continuidade o monitoramento para montagem de um banco de dados mais consistente.

É fundamental como forma de consolidação de quaisquer resultados de caracterização de efluentes de uma ETA a realização de estudo de diluição no corpo receptor identificando possível impacto causado por este lançamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. Resíduos Sólidos – Classificação: NBR 10.004. São Paulo, 2004.
2. BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. Metais e Sólidos: Aspectos Legais dos Resíduos de Estações de Tratamento de Água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2001. v. 1.
3. CASTRO, Alaor de Almeida et al. O problema da Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Efluentes Gerados nas Estações de Tratamento de Água – O Caso da Unidade de Tratamento e Recuperação de Resíduos – UTR do Sistema Rio das Velhas. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. Foz do Iguaçu. Anais Eletrônicos... II – 059. Brasil, 1997.
4. CORDEIRO, João Sérgio. O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.
5. GRANDIN, Sergio Raimundo; ALÉM SOBRINHO, Pedro; GARCIA JÚNIOR, Antônio. Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal. Anais... Natal: ABES.
6. REALI, Marco Antônio. Principais Características Quantitativas e Qualitativas do Lodo de ETAs. In: REALI, Marco Antônio. (coord.). Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de ETA. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999, cap. 2, p.20–39 passim.
7. RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
8. RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 397 de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA Nº. 357.
9. RESOLUÇÃO CONDEMA Nº. 02 de 28 de agosto de 1991. Estabelece Critérios e Padrões para o Controle da Poluição dos Recursos Hídricos no Município de Vitória.
10. RICHTER, Carlos. A. Resíduos das Estações de Tratamento de Água. In.: Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. 1 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.cap. 1, p. 1-9 passim.
11. SOUZA, Francisco Gláucio Cavalcante ; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio . Estudo Comparativo da Geração de Sólidos em Estação de Tratamento de Água Convencional de Ciclo Completo e ETA Ciclo Completo com Decantador de Alta Taxa. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 29, 2004. Anais... San Juan: AIDIS. ago. 2004.