

SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. (1)

Vinicius Oliveira Fonseca (2)

RESUMO

Durante o processamento da polpa que chega pelo mineroduto e no processo de pelotização a água em excesso é canalizada até uma bacia de decantação. Nesta etapa, a decantação dos particulados sedimentáveis, possibilitaria o descarte da água na barragem de contenção e armazenamento.

No entanto, as partículas em suspensão, não podendo ser eliminadas por decantação, tornavam a água descartada na barragem supra citada com índices de turbidez próximos dos limites superiores aceitos pelos padrões CONAMA.

Buscando melhorar este índice e clarificar a água, estudos foram realizados culminando na construção do Sistema de Tratamento de Efluentes da Samarco Mineração S.A. em Ponta Ubu, E.S., em operação à partir de novembro de 1995.

Neste trabalho são apresentados os estudos realizados na fase de projeto para definição do melhor processo de tratamento e os resultados obtidos após o start-up.

Palavras chave : efluente, turbidez, tratamento.

(1) Contribuição técnica a ser apresentada no I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro, em Ouro Preto - MG, Outubro, 1996.

(2) Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro de Processo da Gerência de Produção da Samarco Mineração S.A. em Ponta Ubu, ES.

1 - INTRODUÇÃO

Antes do Sistema de Tratamento de Efluentes da Samarco Mineração S.A., entrar em operação, o fluxo seguido pelo efluente era conforme a figura 1.

O efluente da bacia de decantação, apresentava-se com índices de turbidez e conteúdo de sólidos em suspensão próximos do limite superior dos padrões estabelecidos para lançamento pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente).

Para estabilizar o processo de tratamento deste efluente a Samarco Mineração S.A. optou pela construção do Sistema de Tratamento de Efluentes visando corrigir principalmente, os índices de turbidez.

1.1 - CONCEITOS BÁSICOS ^[2]

Turbidez :

É essencialmente uma suspensão de partículas coloidais (de 1 a 100 milimicrons - 1milimicron= 10^{-7} cm), e que estão dispersas na água. Geralmente estas partículas possuem carga negativa e sua sedimentação só pode ser conseguida via tratamento químico/filtração. É medida em NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Sólidos Sedimentáveis :

São partículas que podem ser sedimentadas por processo de decantação, independente das cargas das partículas.

Sólidos em Suspensão :

São suspensões de partículas coloidais cuja repulsão eletrostática entre elas mantém a dispersão e portanto, a suspensão.

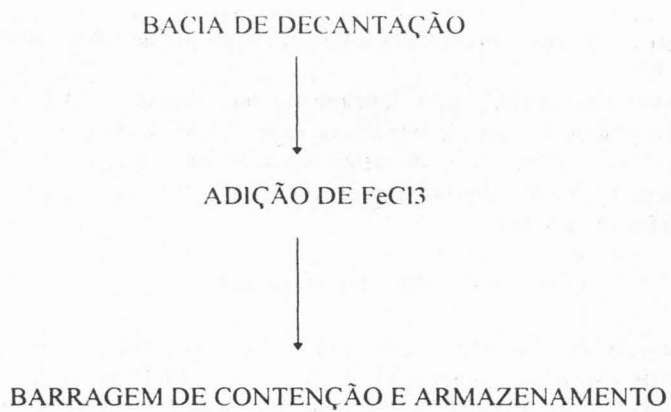


Figura 01

2 - ANÁLISE DO PROCESSO :

O efluente tratado apresentava características de turbidez, conforme mostra o Gráfico 01.

Os padrões CONAMA^[1] para lançamento dos efluentes hídricos da SAMARCO MINERAÇÃO S.A., devem atender ao artigo 21 da resolução n.20 de 18 de junho de 1986. Uma vez que neste artigo não se define o padrão de turbidez, adotou-se como meta interna da empresa, o especificado no artigo n.05 para água classe 02 no que se refere a turbidez.

TURBIDEZ : 100 NTU máximo

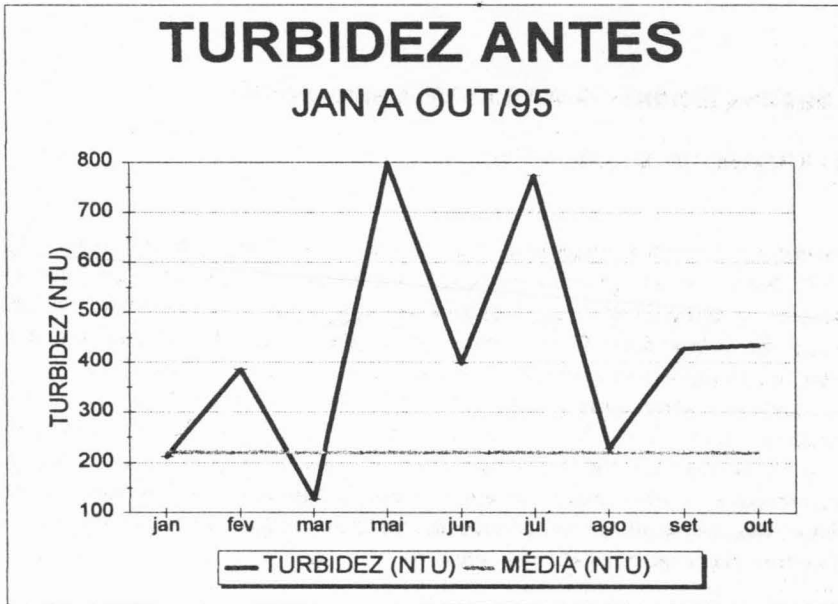
Para remoção de turbidez e partículas sólidas em suspensão, o processo físico-químico de coagulação-floculação^{[1][3]} é o mais recomendado. No caso de solução aquosa de minério, essa observação torna-se patente, já que a água, por ser um composto polar, favorece à separação das partículas por repulsão eletrostáticas. Isso significa dizer que há envolvimento de forças eletrostáticas e a reversão deste quadro é facilmente obtida via processo físico-químico devido à baixa energia de ativação necessária.

2.1 - COAGULAÇÃO^[2]

A coagulação consiste em um processo de redução da carga de superfície (forças eletrostáticas minimizadas) em sólidos até o ponto onde as forças de Van der Waals possam predominar e causar aglomeração das partículas suspensas. Isso quer dizer que com o uso de coagulantes, reduz-se o "Potencial Zeta" das partículas em suspensão a valores próximos de zero, denominados "Pontos Isoelétricos".

Como a água é formada por moléculas polares, em suspensão aquosa, as partículas de minério de ferro são envolvidas por íons, formando uma dupla camada elétrica, constituída de íons adsorvidos (camada Stern) e íons difusos (camada de Gouy Chapman ou Difusa). Após a atuação do coagulante, as forças de repulsão serão minimizadas e as partículas ficarão apenas perto o suficiente de forma que as forças atrativas de Van der Waals possam superar a repulsão eletrostática.

Gráfico 01



A estrutura da dupla camada elétrica para as partículas do efluente a ser tratado, seria conforme representado na figura 02, por se tratar de um mecanismo de interação puramente eletrostático e portanto, de adsorção não específica.

2.2 - FLOCULAÇÃO^[2]

É um processo de aglomeração de sólidos suspensos, no qual nenhuma mudança substancial de carga de superfície acontece. O produto químico que realiza essa operação é um floculante (não iônico neste caso), cujo elevado peso molecular(5000 a 15000 unidades), permite aumento da velocidade de sedimentação dos flocos (aglomerados) formados.

3 - DEFINIÇÃO DO COAGULANTE A SER USADO :

3.1 - ENSAIO "JAR - TEST"^[1] :

Para definir o melhor coagulante a ser usado, foram feitos vários ensaios de JAR-TEST. Neste ensaio, procura-se repetir a realidade de operação em um teste de bancada. O equipamento de ensaio JAR-TEST, possui três cubas ou jarros (o número de cubas depende do modelo do equipamento) dotadas de agitadores no fundo, e um controlador de gradiente de velocidade dos agitadores. Em cada uma das cubas são colocados volumes iguais do efluente a ser tratado e através da variação de dosagem ou do tipo de coagulante e/ou floculante, é que se obtém dados acerca do melhor tipo ou melhor dosagem dos produtos. Para essa avaliação, após cada teste, faz-se uma análise da água tratada, comparando os resultados entre si. A variação do gradiente de velocidade faz parte das etapas do fluxo do processo de tratamento físico-químico de efluentes.

3.1.1 - FLUXO DO PROCESSO - PARÂMETROS DO ENSAIO :

O projeto das instalações da planta do Sistema de Tratamento de Efluentes, deve ser sempre direcionado no sentido de atender a vazão de efluente proveniente da fonte geradora.

ESTRUTURA DA DUPLA CAMADA ELÉTRICA

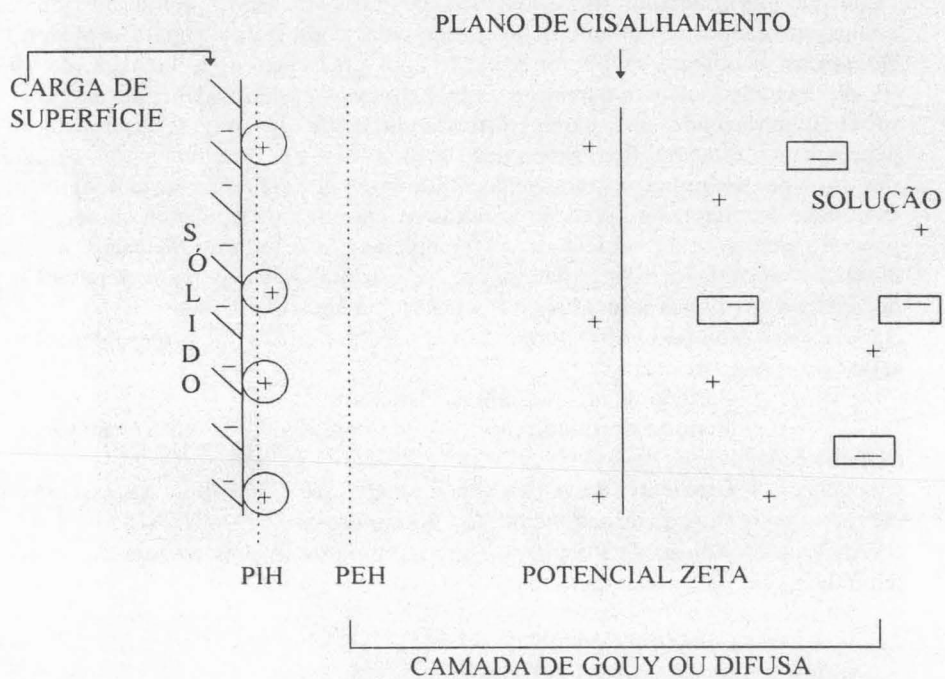


Figura 02

As dimensões da instalação devem estar de acordo com o volume de efluente a tratar, respeitando o tempo de duração de cada etapa do processo, já que o fluxo é contínuo.

Após os cálculos do projeto, o Sistema de Tratamento de Efluentes da Samarco Mineração S.A., ficou definido conforme representado na Figura 03. A vazão máxima de efluente é de 1460m³/h. O efluente é alimentado por um canal até uma calha "Parshall"^{[4][5]}, que serve como medidor de vazão e agente de mistura rápida a um gradiente de velocidade de 1141s⁻¹. Nesse ponto adiciona-se o coagulante e, após um minuto de mistura rápida, segue para o canal floculador. No floculador, a mistura segue em agitação com gradientes de velocidade de 108s⁻¹, 73.7s⁻¹ e 40.5s⁻¹ sucessivamente a cada 32 metros aproximadamente no canal (96 metros), perfazendo três partes distintas da etapa de coagulação/floculação do processo. O efluente fica submetido a cada um dos gradientes de velocidade descritos por 10 minutos, perfazendo 30 minutos de contato com o coagulante. O floculante é adicionado após dez minutos de entrada no floculador ou seja, após o primeiro gradiente de velocidade ser completado. Ao término do canal, a mistura entra no decantador onde permanece por trinta minutos para separação por decantação dos flocos formados no floculador, da água clarificada.

No JAR-TEST, foram tomados os parâmetros de projeto descritos, ou seja:

- Período de mistura rápida : 1minuto;
- Período de floculação : 30 minutos, divididos em três etapas de 10 minutos cada;
- Gradientes de velocidade por etapa : 100, 70 e 40s⁻¹, sucessivamente;
- Período de sedimentação : 30 minutos;
- Adição de floculante após 10 minutos iniciais ou seja, no início da segunda etapa.

3.2 - RESULTADO DOS ENSAIOS - DEFINIÇÃO DO COAGULANTE :

Foram testados os seguintes produtos como coagulantes:

- Sulfato de Alumínio;
- Cloreto Férrico;
- Policloreto de Alumínio;
- Policloreto de Amônia.

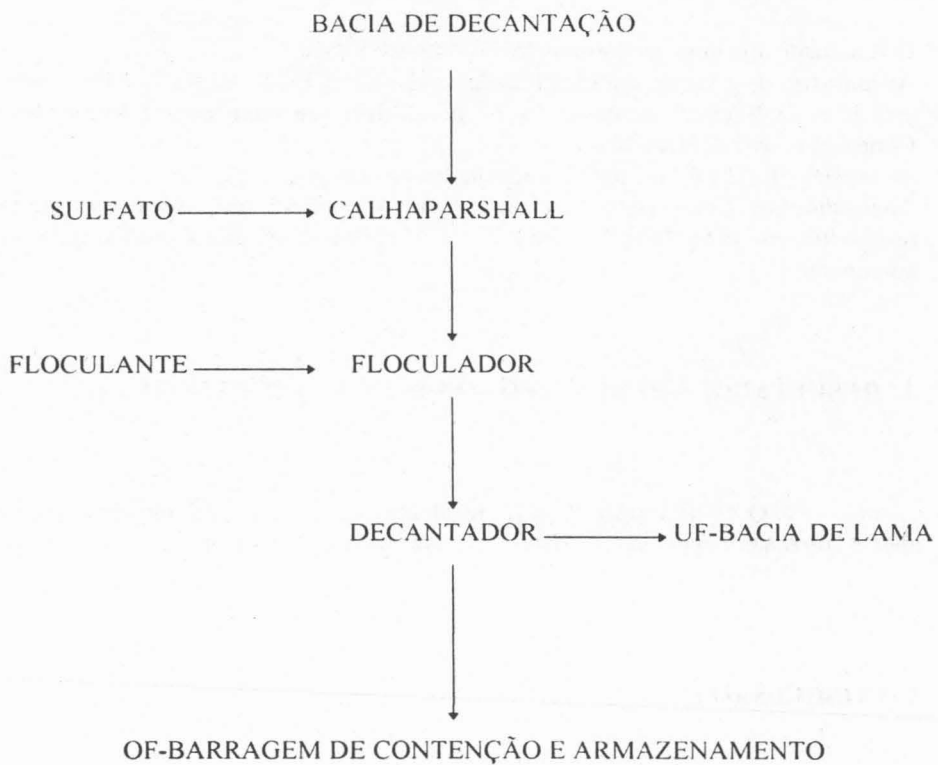


Figura 03

O floculante utilizado nos ensaios foi do tipo não iônico.

As amostras de efluente são identificadas como EFLUENTE 01,02,03 e 04 e foram coletadas na Bacia de Decantação, no ponto de lançamento para a Barragem de Contenção e Armazenamento.

As tabelas 01, 02 e 03 mostram os resultados dos ensaios.

Analisando os dados pode-se observar que o produto que apresentou melhor resultado como coagulante foi o Sulfato de Alumínio sendo este o produto utilizado atualmente.

4 - RESULTADOS OBTIDOS APÓS O START-UP DO SISTEMA :

O Gráfico 02 mostra os resultados obtidos nos últimos cinco meses, após a entrada em operação do Sistema de Tratamento de Efluentes.

5 - CONCLUSÃO :

Após o início de operação do Sistema de Tratamento de Efluentes, notou-se uma sensível redução dos índices de turbidez para valores bem abaixo da meta interna estabelecida, estabilizando a operação de tratamento. Com isso, a água de processo passou a ter melhor qualidade para reutilização no processo produtivo da Samarco.

Tabela 01

AMOSTRAS

EFLUEN	pH	Cor(m)	Turbidez
01	8.14	>1000	>1000
02	7.96	550	240
03	8.2	>1000	960
04	8.03	>500	400

EFLUENTE 01- SEM FLOCULANTE

ENSAIO	Produto	Dosag (mg/l)	pH	Turbidez (NTU)
1	Sulf. Alum.	100	7.22	0.7
2	Sulf. Alum.	120	7.17	0.7
3	Sulf. Alum.	140	7.14	0.8
4	Sulf. Alum.	160	7.04	0.6
5	Sulf. Alum.	70	7.32	7
6	Sulf. Alum.	80	7.27	7
7	Sulf. Alum.	90	7.22	18
8	Sulf. Alum.	110	7.12	12
9	Sulf. Alum.	40	7.56	10
10	Sulf. Alum.	45	7.53	0.8
11	Sulf. Alum.	50	7.44	0.6
12	Sulf. Alum.	55	7.51	0.8
13	Sulf. Alum.	20	7.79	>100
14	Sulf. Alum.	25	7.71	>100
15	Sulf. Alum.	30	7.70	>100
16	Sulf. Alum.	35	7.64	>100
17	Polic.Alum.	5	7.54	52
18	Polic.Alum.	10	7.39	13
19	Polic.Alum.	15	7.25	5
20	Polic.Alum.	20	7.18	4
21	Polic.Amôn.	0.5	8.02	81
22	Polic.Amôn.	1.0	7.99	53
23	Polic.Amôn.	1.5	7.99	43
24	Polic.Amôn.	2.0	7.98	33
25	Clor.Férrico	30	7.43	62
26	Clor.Férrico	40	7.34	22
27	Clor.Férrico	50	7.35	29
28	Clor.Férric	60	7.26	0.8

Tabela 02

EFLUENTE 03

ENSAIO	Produto	Dosagem (mg/l)	pH	Turbidez (NTU)	Floculant
1	Sulf.Alum.	30	7.78	>100	- x -
2	Sulf.Alum.	40	7.71	>100	- x -
3	Sulf.Alum.	50	7.61	96	- x -
4	Sulf.Alum.	60	7.52	72	- x -
5	Sulf.Alum.	70	7.51	64	- x -
6	Sulf.Alum	80	7.46	37	- x -
7	Sulf.Alum.	90	7.36	43	- x -
8	Sulf.Alum.	100	7.27	17	- x -
9	Clor.Férric	50	7.34	>100	- x -
10	Clor.Férric	60	7.24	68	- x -
11	Clor.Férric	70	7.17	30	- x -
12	Clor.Férric	80	7.03	11	- x -

EFLUENTE 04

ENSAIO	Produto	Dosagem (mg/l)	pH	Turbidez (NTU)	Floculant (mg/l)
1	Clor.Férric	30	7.99	95	- x -
2	Clor.Férric	40	7.86	60	- x -
3	Clor.Férric	50	7.76	40	- x -
4	Clor.Férric	60	7.76	35	- x -
5	Sulf.Alum.	30	7.91	60	- x -
6	Sulf.Alum.	40	7.89	36	- x -
7	Sulf.Alum.	50	7.82	32	- x -
8	Sulf.Alum.	60	7.79	20	- x -
9	Clor.Férric	60	7.53	20	0.1
10	Clor.Férric	60	7.53	21	0.2
11	Sulf.Alum	60	7.71	20	0.1
12	Sulf.Alum	60	7.72	18	0.2

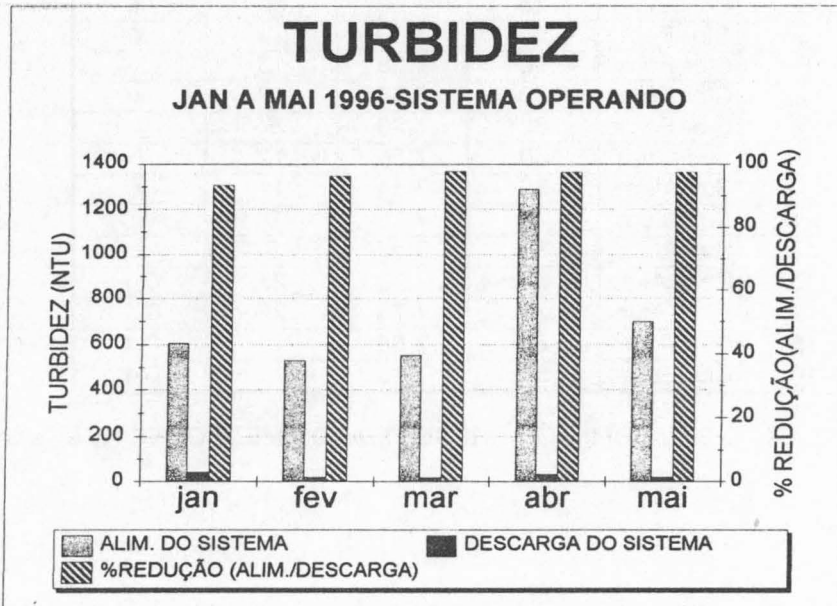
Tabela 03

EFLUENTE 04

ENSAIO	Produto	Dosagem (mg/l)	pH	Turbidez (NTU)	Floculant
1	Polic.Alum	10	7.77	>100	- x -
2	Polic.Alum	15	7.76	96	- x -
3	Polic.Alum	20	7.75	85	- x -
4	Polic.Alum	25	7.66	50	- x -
5	Clor.Férric.	50	7.30	14	- x -
6	Clor.Férric.	60	7.28	13	- x -
7	Clor.Férric.	70	7.26	12	- x -
8	Clor.Férric.	80	7.20	5	- x -
9	Sulf.Alum.	50	7.56	12	- x -
10	Sulf.Alum.	60	7.54	11	- x -
11	Sulf.Alum.	70	7.36	9	- x -
12	Sulf.Alum.	80	7.47	8	- x -
13	Polic.Alum	30	7.79	25	0.1
14	Polic.Alum	30	7.73	25	0.1
15	Sulf.Alum.	50	7.55	10	0.1
16	Clor.Férric.	50	7.39	16	0.1

SULFATO DE ALUMÍNIO APRESENTOU OS MELHORES RESULTADO

Gráfico 02



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

- [1] - NUNES, J. A.. Tratamento Físico Químico de Efluentes Industriais, 1a.edição.Aracaju:1993,161 páginas.
- [2] - GOULART C. L.. Estudo dos Principais Parâmetros de Processo na Separação Sólido/Líquido de Concentrados de Minério de Ferro Hematítico da Mina de Alegria-Proposta de Dissertação.. Belo Horizonte: EEUFMG, 1994, p. 12-85.
- [3] - CAPPELINE G.A. et alli..Princípios de Tratamento de Águas Industriais, 1a.edição.São paulo: Novo Grupo Editora Técnica Ltda.,1979,p.13-46.
- [4] - VENNARD J. K., STREET R. L..Elementos de Mecânica dos Fluidos, 5a. edição,Rio de Janeiro:Editora Guanabara Dois S.A.,1978,p434-539,514-539.
- [5] - NETTO, J.M.A.,ALVAREZ, G.A..Manual de Hidráulica,7a.edição, 2o.volume. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1982, p.501-516.

ABSTRACTS:

During the receiving of the slurry coming from the pipeline and in the pelletizing process, the excess water is pumped to a slurry pond. In this step, the settlement of the particles could make possible the discharge of water existing in the lagoon of process water.

Nevertheless, the particles in suspension, that were not eliminated through settlement, usually increased the turbidity indice of the water that should be discarded from the above lagoon, to values near the CONAMA limits.

Trying to improve these indice and clarifying the water studies were carried out leading to the construction of the system for treatment of liquid water of Samarco in Ponta Ubu, E.S., in operation since november 1995.

In this work are presented the studies carried out in the project step, to better define the best treatment process and the obtained results after start up.

Key words : wastes, turbidity, treatment.