

**“Nova geração de coagulantes para tratamento de água: os benefícios dos sais compostos de alumínio e ferro na coagulação !”**

**São Paulo, Agosto de 2016**



**Encontro Técnico  
AESABESP**  
27º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



TECNOLOGIA E INOVAÇÃO AO SEU LADO

# Grupo BAUMINAS

LÍDER NACIONAL EM COAGULANTES PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES

**+50** anos de história, experiência e conhecimento técnico

**+900** colaboradores diretos

**13** unidades fabris estrategicamente localizadas

**3** unidades de mineração

**1** escritórios administrativos

**+3.500** municípios atendidos

**+2.000** clientes ativos

**TOP 5** maiores empresas de saneamento do país são atendidas pelo grupo

**+100** milhões de pessoas beneficiadas com água tratada com produtos fabricados pelo Grupo

[www.bauminas.com.br](http://www.bauminas.com.br)

## NOSSAS UNIDADES



### BAUMINAS Química

Lages - SC  
Rio Negro - PR  
Arapoti - PR  
Suzano - SP  
Rio Claro - SP  
Nova Lima - MG  
Cataguases - MG  
Mucuri - BA  
Salvador - BA  
Recife - PE  
Teresina - PI  
Belém - PA



### BAUMINAS Distribuição

Lages - SC  
Suzano - SP  
Salvador - BA



### BAUMINAS Hidroazul

Cataguases - MG



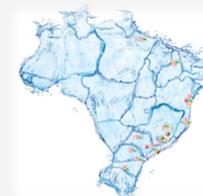
### Escritórios Administrativos

Campinas - SP  
Salvador - BA

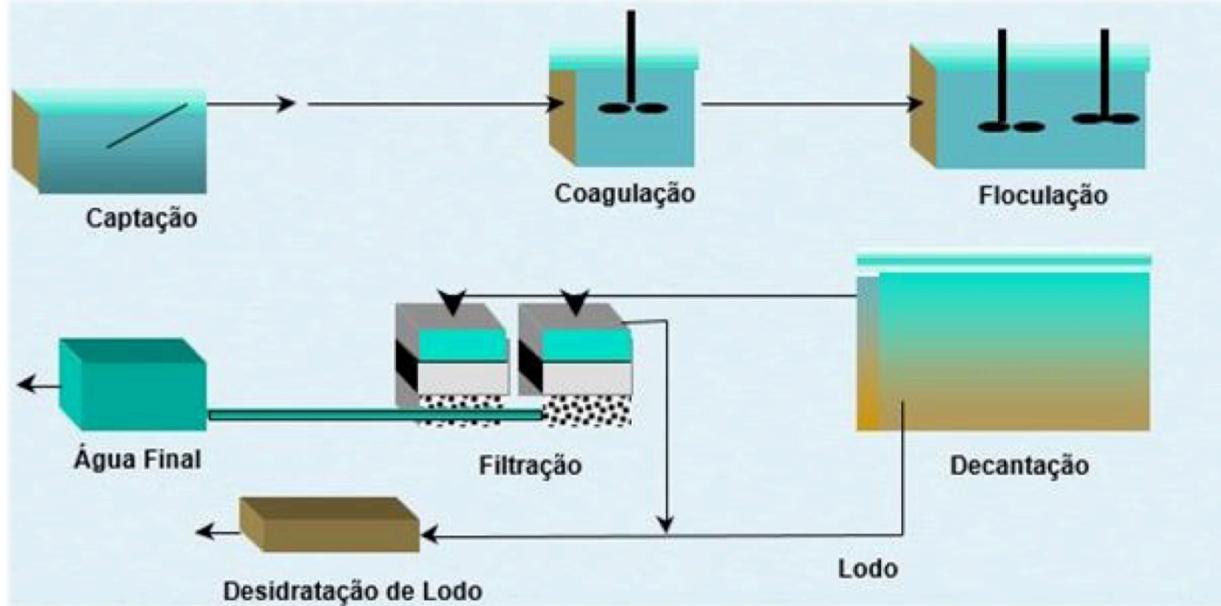


### BAUMINAS Mineração

Cataguases - MG  
Mirai - MG  
Palmeira - SC



# Coagulação: Conceito I



**Coagulação e floculação NÃO SÃO SINÔNIMOS e sim processos unitários distintos e sequenciais a fim de garantir a eficiência do tratamento de água como um todo.**

# Coagulação: Conceito II

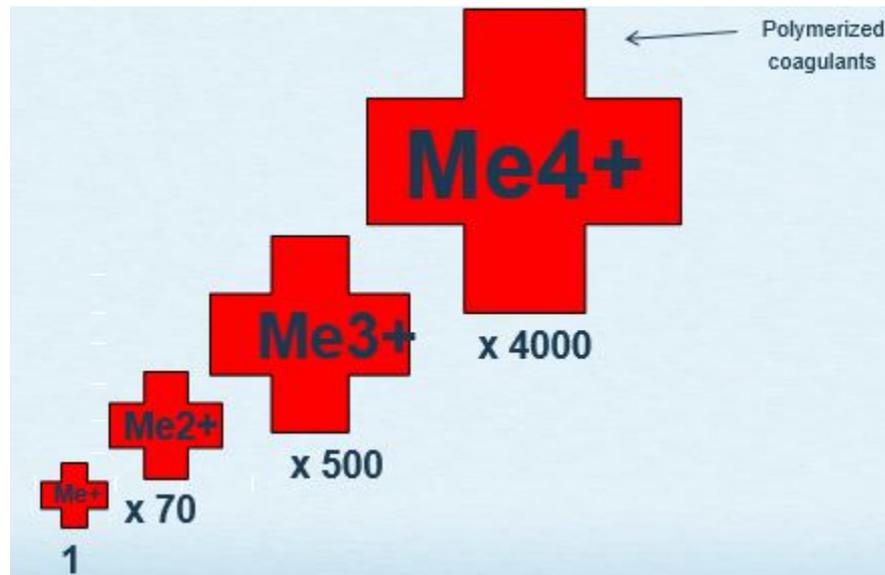
**COAGULAÇÃO** = Operação unitária responsável pela desestabilização das partículas coloidais num meio aquoso, preparando-as para sua remoção nas etapas subsequentes do processo de tratamento.

**COAGULANTE** = Agente químico responsável por promover a coagulação.

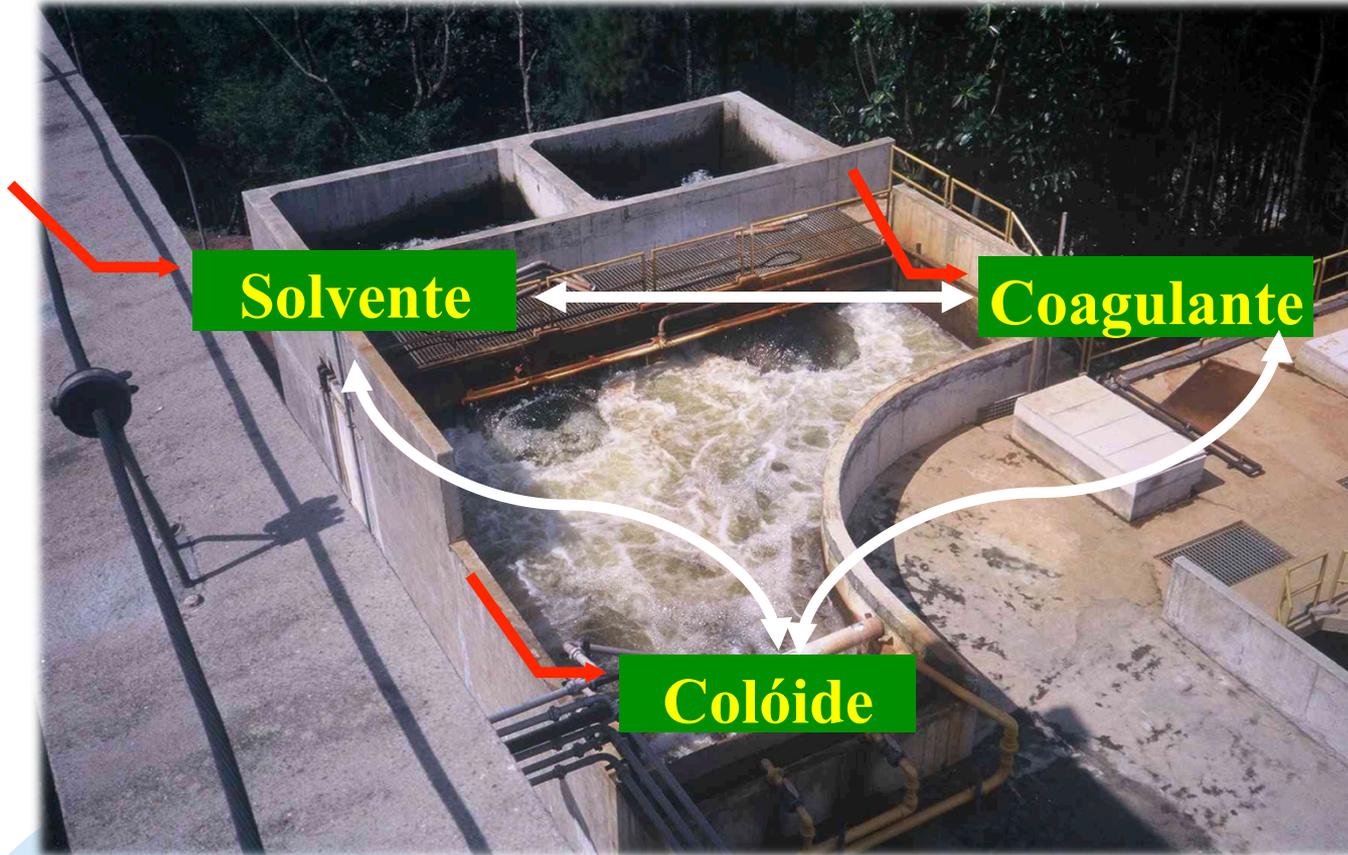


# Coagulação: Neutralização de Cargas

Baseado no conceito de "Schulze-Hardy" – a neutralização de um colóide é significativamente afetada pela adição de eletrólitos com íons de carga oposta e quanto maior sua valência maior sua eficácia.

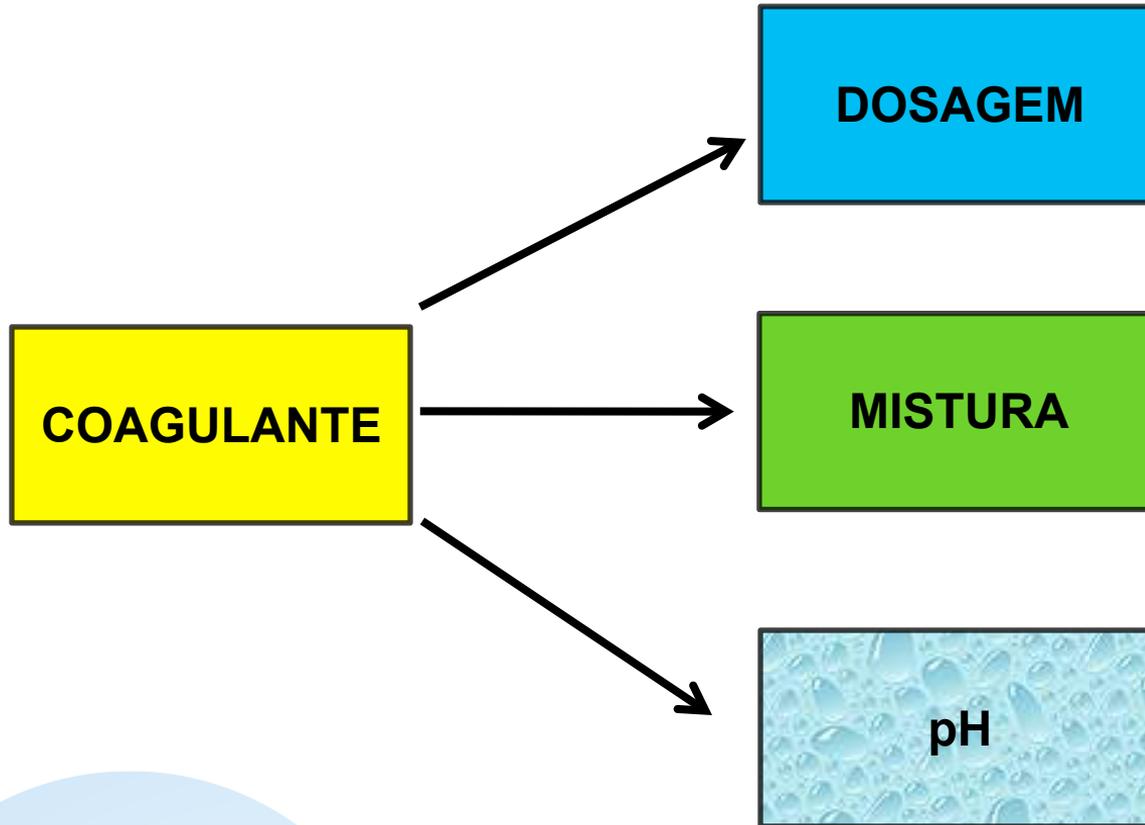


# Teoria da Coagulação: Mecanismos necessários !



Para que a coagulação seja a mais eficiente possível é necessária uma visão sistêmica do processo.

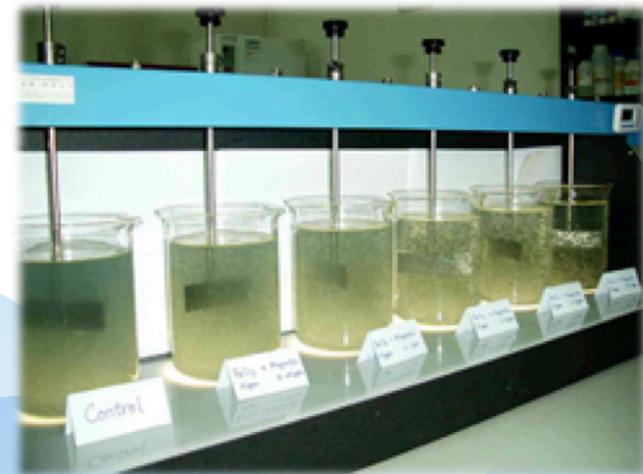
# Coagulante: Não faz “milagre” sozinho !



# Coagulante: Melhor dosagem !

Água Bruta: é de extrema importância a melhor caracterização possível, incluindo no mínimo os parâmetros:

- pH;
- Turbidez / Sólidos em suspensão;
- Cor (aparente x real);
- Alcalinidade;
- Dureza;



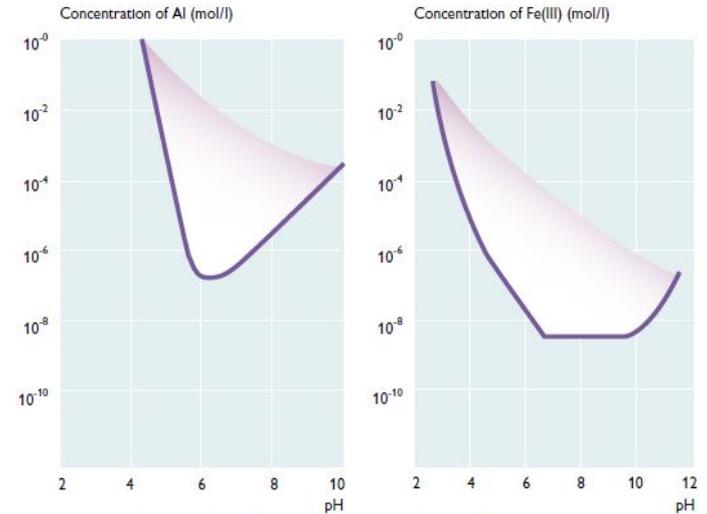
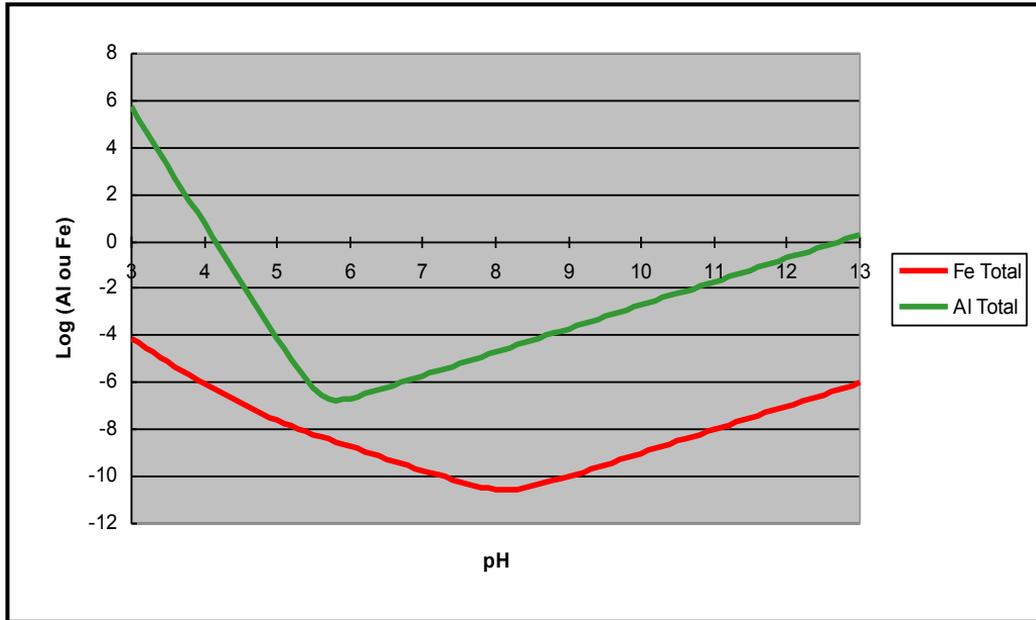
# Coagulante: Mistura rápida !



Hidrólise do coagulante (reação muito rápida) !



# Coagulante: efeito do pH - Diagramas de solubilidade !



► Figure 7:38 Influence of pH on the solubility of aluminium and ferric salts.

Influência do pH de coagulação e a solubilidade das espécies químicas (Al e Fe) em meios aquoso !

Menor a solubilidade  $\Rightarrow$  Mais insolúvel (formação do precipitado)

# Coagulantes: Base Alumínio ( $Al^{+3}$ )



**Sulfato de Alumínio**



**Cloreto de Polialumínio (PAC)**



# Coagulantes: Base Ferro ( $\text{Fe}^{+3}$ )



Sulfato  
Férrico



Cloreto  
Férrico

# Coagulante Duplo (Al/Fe): Sulfato de alumínio férrico - BAUSAN 70L<sup>®</sup>

SULFATO DE ALUMÍNIO FERROSO LÍQUIDO			
ESPECIFICAÇÃO SULFATO DE ALUMÍNIO FERROSO	NBR 11176 /2013	Convencional Clientes	Novo Produto / Coagulante Duplo
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 7,0%	≥ 7,5%	≥ 6,0%
% Ferro Total (Solúvel) como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 1,4%	≤ 1,2%	≥ 2,5%
% Fe <sup>3+</sup>	N/A	N/A	≥ 2,5%
% Fe <sup>2+</sup> (Máximo)	≤ 0,1%	N/A	0,00%
% R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Total Mínima (Ativo)	≥ 8,3%	N/A	≥ 8,5%
Acidez Livre (% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	≤ 0,5%	≤ 0,5%	≤ 0,25%
Basicidade Livre (% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	≤ 0,2%	≤ 0,20%	0,0%
Insolúvel (%m/m)	≤ 0,2%	≤ 0,20%	≤ 0,05%
Densidade	N/A	1,31-1,33	1,32 ± 0,01
Laudo NBR-15784	N/A	Sim (DMU variável)	Sim - DMU (300 mg/L)

# BAUSAN 70L®: NBR 15.784 (2014)

**NSF**  
BIOENSAIOS  
INTERNACIONAL

**Laudo de Atendimento aos Requisitos de Saúde**  
LARS nº 3742-PQTA-061-16

**Avaliação da Conformidade de Produtos Químicos Utilizados no Tratamento de Água para Consumo Humano – NBR 15.784 (2014)**

**Identificação da substância:** BAUSAN 70L

**Nome químico do ingrediente ativo (IUPAC):** Sulfato de Alumínio Férrico

**Nome comum do ingrediente ativo:** Sulfato de Alumínio Férrico

**Nº CAS do ingrediente ativo:** 2053-01-3

**Estado físico:** Líquido

**Fabricante:** Bauminas Química N/NE Ltda

**Unidade de fabricação:** Rodovia Indio Tibiricá, 4033 - Raffa - Suzano - SP - CEP 08620-000

**Nº do lote:** 180216

**Data de fabricação:** 18/02/2016

**Data da coleta:** 18/02/2016

**Data de validade do estudo:** 18/02/2018

**Responsável pela coleta da amostra:** NSF Bioensaios

**Fornecedor (Fornecedor):** Bauminas Química N/NE Ltda  
Rodovia Indio Tibiricá, 4033 - Raffa - Suzano - SP - CEP 08620-000

**Identificação do Laboratório:** NSF Bioensaios - Prestação de Serviços de Análises e Certificação Ltda.  
Rua Palermo, 257 - Santa Isabel - Viçosa - RS - CEP 94480-775

**Nº do Reconhecimento:** BPL 0006

**Validade do Certificado BPL da CGCRE:** 14/05/2017

**Nº do Relatório de Estudo (RE):** 3742-PQTA-061-16

**Data de Término do Estudo:** 15/03/2016

**Dosagem Máxima de Uso (DMU):** 300 mg/L

**Resultados Analíticos e Avaliação:**

PARÂMETRO	AVALIAÇÃO
Impurezas metálicas	Aprovado
Compostos orgânicos voláteis – (VOC)	Aprovado
Scan Básico/neutro e Ácido por espectrometria de massas	Aprovado
Surfactantes	Aprovado

**Declaração de Conformidade**

Declaro que este Laudo de Atendimento aos Requisitos de Saúde - LARS reúne os Dados Analíticos obtidos no Relatório de Estudo nº 3742-PQTA-061-16, e que foi conduzido de acordo com as Normas de Boas Práticas de Laboratório, Normas NIF-OLCA-035 a 041 (Set/2011), baseadas na OECD – *Practical Guidelines for Good Laboratory Practice* (1997).

Declaro que para a elaboração do Plano de Estudo que fundamentou o RE Nº 3742-PQTA-061-16 foram considerados todos os análises químicas específicas pertinentes que estão relacionados nos Tabelas 1 a 4, bem como outros dependentes da formulação do produto, do processo de fabricação e dos matérias primas empregados, conforme estabelecido na NBR 15.784, em especial no item 5.8.

15/03/16  
Data

  
Everton Melo dos Santos  
Química - CRQ 05320490-SP Região  
Diretor de Estudo

# BAUSAN 70L<sup>®</sup>: Sulfato de alumínio férrico - Coagulante duplo (Al/Fe)



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

DMAE Uberlândia - ETA Bom Jardim (Q ~ 1.300 L/s) - Captação: Ribeirão Bom Jardim



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: DMAE Uberlândia



Parâmetros da água bruta:

Turbidez: 4,45 UNT	Temperatura: 25,4 °C
Cor aparente: 50 mgPtCo/L	pH: 6,27

Coagulante testado	Sulfato de Alumínio (ETA)					Sulfato de Alumínio - BAUSAN 70 L("novo")				
Dosagem (mg/L)	16	18	20	22	24	16	18	20	22	24
Solução de cal (mL)	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Turbidez decantada (UNT)	3,04	3,44	3,53	5,37	4,29	2,11	3,36	2,74	3,18	3,44
pH água decantada	6,28	6,30	6,29	6,32	6,36	6,34	6,38	6,32	6,28	6,34

# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

SANESUL - ETA Dourados (Q ~ 450 L/s) - Captação: Rio Dourado



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: SANESUL



Parâmetros da água bruta:

Turbidez: 27,5 UNT      Alcalinidade: 19 mg/L CaCO<sub>3</sub>

Cor aparente: 121 mgPtCo/L      pH: 6,94

Coagulante testado	Sulfato de Alumínio (ETA)			Sulfato de Alumínio - BAUSAN 70 L("novo")		
Dosagem (mg/L)	35	38	41	35	38	41
Solução de cal (mL)	-	-	-	-	-	-
Turbidez decantada (UNT)	6,49	5,05	5,30	4,95	4,64	5,45
Cor aparente (mgPtCo/L)	19,8	18,8	23,1	16,7	15,8	24,6
pH água decantada	6,53	6,48	6,44	6,55	6,46	6,44

# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

CODAU - ETA Uberaba (Q ~ 1.100 L/s) - Captação: Rio Uberaba



**Codau**  
Centro Operacional de Desenvolvimento  
e Saneamento de Uberaba



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: CODAU



Parâmetros da água bruta:

Turbidez: 10,6 UNT

Temperatura: 26,1 °C

Alcalinidade: 40 mg/L CaCO<sub>3</sub> pH: 7,51

Coagulante testado	Sulfato de Alumínio (ETA)					Sulfato de Alumínio - BAUSAN 70 L("novo")				
Dosagem (mg/L)	40	50	60	75	100	40	50	60	75	100
Solução de cal (mL)	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0
Turbidez decantada (UNT)	4,03	3,97	3,93	2,57	1,99	2,94	3,19	3,81	1,60	1,46
pH água decantada	7,09	6,97	6,89	6,93	6,92	7,08	6,95	6,91	6,99	6,97

# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

CAESB - ETE Norte (Q ~ 550 L/s) - Lodos ativados com tratamento terciário



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: CAESB



ETE NORTE	24/11/2015	10:30				
Efluente final antes do sulfato alumínio						
pH = 6,80						
UNT = 4,52						
PO4 = 0,36 mg/L						
	1	2	4	5	7	8
Produto	S.A. (ETE)	BAUSAN 70L	S.A. (ETE)	BAUSAN 70L	S.A. (ETE)	BAUSAN 70L
Dosagem (mg/L)	80	80	90	90	100	100
pH	6,3	6,3	6,2	6,2	5,9	5,9
UNT	0,94	0,96	0,88	0,89	0,99	0,94
PO4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

CAESB - ETA Rio Descoberto (Q ~ 4.800 L/s) filtração direta com captação:  
Barragem do Rio Descoberto



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: CAESB



ETA RIO DESCOBERTO	25/11/2015	10:00								
Água bruta										
pH = 6,60										
UNT = 8,64										
Cor aparente = 18 mg/L PtCo										
Alcalinidade = 12,8 mg/L CaCO <sub>3</sub>										
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Produto	S.A. (ETA)	BAUSAN 70L								
Dosagem (mg/L)	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
pH	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0
UNT	2,70	2,64	1,56	1,35	0,74	2,61	2,28	1,33	0,88	0,59

# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio Ferroso - testes já realizados

EMBASA - ETAs Principal (Q ~ 8.000 L/s) / ETA Jacobina / ETA Itaberaba



**Manancial:** Rio Paraguaçu. Localização: São Felix. Ano de Construção: 1982. dimensão: 470x142m. Volume acumulável: 4,5 bilhões de m<sup>3</sup>. Vazão Média Captada: 7.500 l/s. Destino: ETA Principal.



# BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: EMBASA



EMBASA - ETAs	Dosagem (mg/L)	Água Bruta		SULF. ALUMINIO (atual)		BAUSAN 70L		
		pH	Turbidez (UNT)	Água Decantada		Dosagem (mg/L)	Água Decantada	
				pH	Turbidez (UNT)		pH	Turbidez (UNT)
ETA PRINCIPAL	30	6,70	2,67	6,50	0,52	30	6,45	0,50
ETA JACOBINA	80	6,44	3,47	6,15	0,60	78	6,16	0,45
ETA ITABERABA	95	7,00	1,20	6,30	0,38	90	6,25	0,33
ETA SENHOR DO BOMFIM	26	6,31	7,67	6,15	0,91	22	6,30	0,84

## **BAUSAN 70L<sup>®</sup> x Sulfato Alumínio: Conclusões**

- **Conforme resultados já encontrados, o produto mostra-se tecnicamente viável, com resultados superiores aos obtidos com o sulfato de alumínio ferroso líquido atualmente em uso;**
- **A literatura indica que a presença de ferro trivalente ( $\text{Fe}^{+3}$ ) tradicionalmente traz mais benefícios ao tratamento (remoção algas, lodo mais compacto). Tais benefícios poderão ser mensurados e comprovados com aplicação em escala em planta;**
- **Estudo mais detalhado em paralelo está sendo realizado pela Universidade de São Paulo (USP) com diferentes águas do Brasil;**
- **BAUSAN 70L<sup>®</sup> passará a ser uma das melhores opções custo x benefício para as companhias de saneamento;**

**Muito obrigado pela atenção !**

**Eng. Márcio Cipriani**  
**Gerente de Aplicação - Bauminas Ambiental**  
**[marcio.cipriani@bauminas.com.br](mailto:marcio.cipriani@bauminas.com.br)**  
**19-9 9729-3648**