

# A PRECIPITAÇÃO-FLOCULAÇÃO-FLOTAÇÃO NA REMOÇÃO DE ÍONS FOSFATOS E FLUORETO DO EFLUENTE DE INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES: ESTUDOS DE BANCADA

Aluno: RENATO GUSTAVO M. M. DE OLIVEIRA

Orientadores: Rafael Newton Zaneti e Jorge Rubio

Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental  
PPGEM-EE-Departamento de Engenharia de Minas

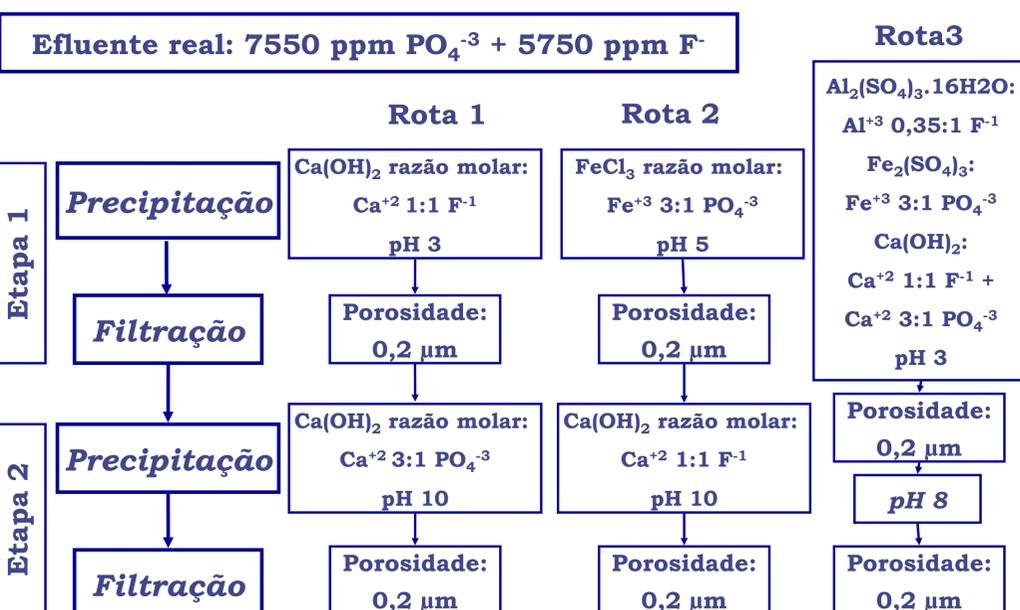
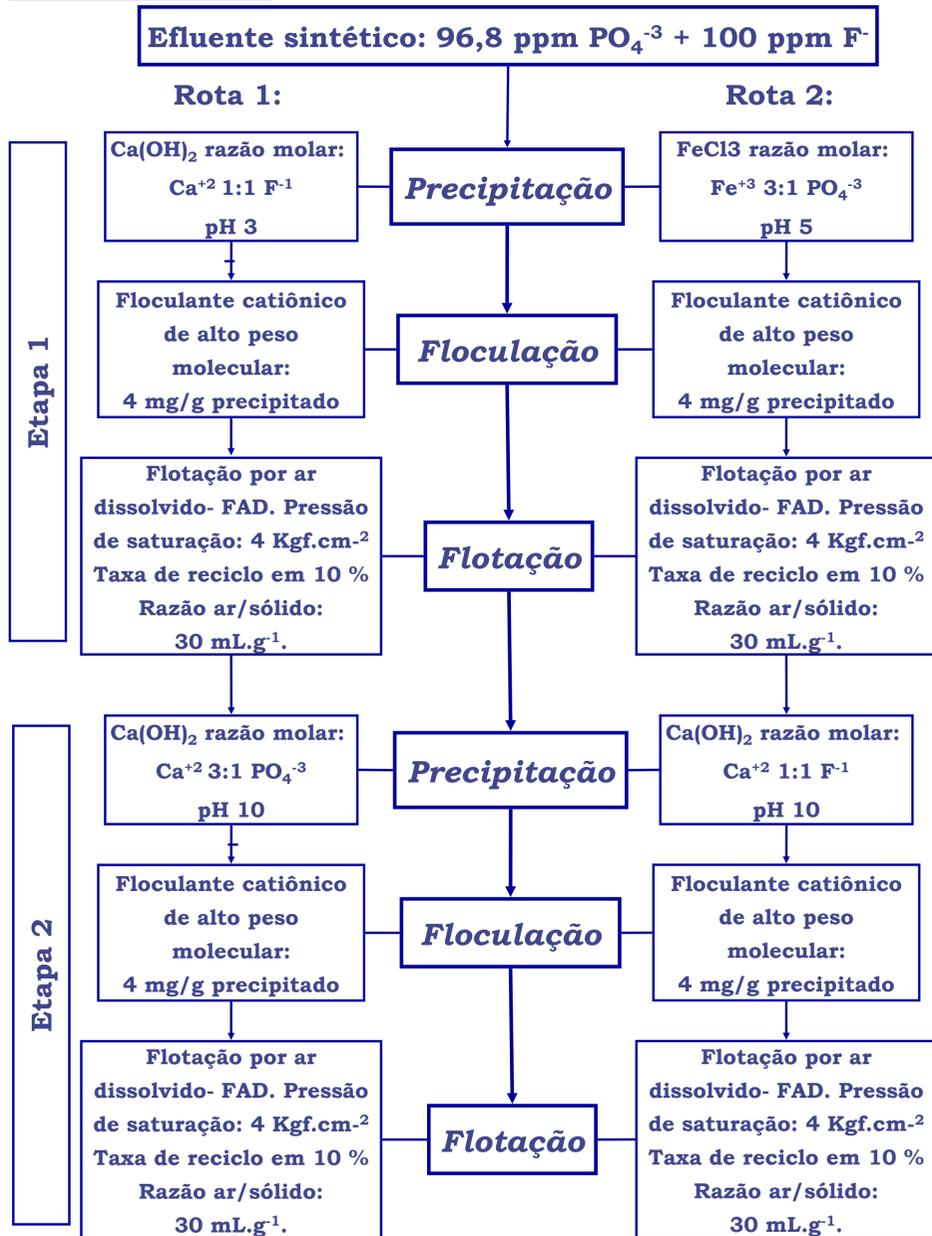
Home Page: <http://www.ufrgs.br/ltm>

A indústria de fertilizantes gera efluentes contaminados principalmente com íons fosfatos e fluoreto, em concentrações bastante elevadas (> 100 ppm). Este trabalho apresenta resultados de remoção destes ânions por precipitação-flocação, uma técnica dominada pelo grupo de pesquisa (LTM-UFRGS) e que apresenta algumas vantagens técnico-econômicas como uso de equipamentos compactos e de alta eficiência. Os estudos foram realizados inicialmente com efluentes sintéticos (100 ppm F<sup>-</sup> + 96,8 ppm PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) em ensaios descontínuos (batch, de laboratório). Os reagentes utilizados para precipitação dos ânions foram Ca(OH)<sub>2</sub> e o FeCl<sub>3</sub>. A eficiência de remoção foi avaliada em função da razão molar [Fe<sup>+3</sup>; Ca<sup>+2</sup>]:[F<sup>-</sup>; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>] e do pH (3-10). Ainda, foi avaliada a seletividade no tratamento do efluente (industrial), visando uma geração de lodos reaproveitáveis. A pesquisa segue com estudos em nível de bancada (mecanismos-efeito matriz) e piloto com efluente real utilizando (e avaliando) equipamentos de flocação e flotação, desenvolvidos no LTM, e caracterizando o produto flotado e a qualidade da água tratada.

## OBJETIVOS:

1. Avaliar a eficiência da remoção dos íons fosfato e fluoreto de efluentes sintético e da indústria mineral via processo de precipitação-flocação-flotação (P-FF);
2. Avaliar a seletividade na remoção destes íons e parâmetros envolvidos;
3. Desenvolvimento de um procedimento de projeto, nas melhores condições e com todos os parâmetros otimizados (reagentes, design e eficiência de equipamentos).

## METODOLOGIA:



## RESULTADOS:

### P-FF em bancada - EFLUENTE SINTÉTICO:

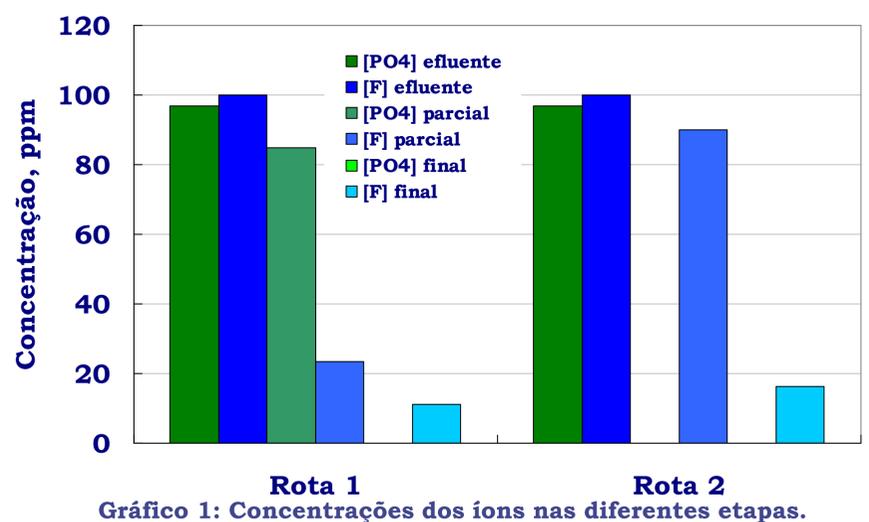


Gráfico 1: Concentrações dos íons nas diferentes etapas.

Rota	1º Etapa (parcial)				2º Etapa (final)			
	[PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ] (ppm)	(%)	[F <sup>-</sup> ] (ppm)	(%)	[PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ] (ppm)	(%)	[F <sup>-</sup> ] (ppm)	(%)
1	85	12	23	77	0	100	11	89
2	0	100	90	10	0	100	16	84

Tabela 1: Fração removida (em relação a concentração no efluente).

### Precipitação-filtração - EFLUENTE REAL:

Rota	1º Etapa (parcial)				2º Etapa (final)			
	[PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ] (ppm)	(%)	[F <sup>-</sup> ] (ppm)	(%)	[PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ] (ppm)	(%)	[F <sup>-</sup> ] (ppm)	(%)
1	4038	46	47	99	< 1	> 99	10,4	> 99
2	10	> 99	1732	70	< 1	> 99	41,5	> 99
3	24	> 99	4827	16	< 1	> 99	94	98

Tabela 2: Fração removida (em relação a concentração no efluente).

## CONCLUSÕES:

### Estudos de P-FF com Efluente Sintético

- Remoção de 100% do fosfato;
- A rota 2, com remoção de fosfato na 1ª etapa (razão molar Fe<sup>+3</sup> 3:1 PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> em pH 5) e remoção do fluoreto na 2ª etapa (razão molar Ca<sup>+2</sup> 3:1 F<sup>-</sup> em pH 10), tem maior seletividade;
- A melhor condição para FF inclui: razão ar/sólido = 30 mL.g<sup>-1</sup> e razão floclante (Flonex 9045):precipitado - 4 mg:1 g.

### Estudos de precipitação-filtração com Efluente Real

- Remoção dos ânions > 99% ;
- A maior seletividade ocorreu na rota 3, com precipitação de fosfato em pH 3 na primeira etapa e do fluoreto em pH 8 na segunda, na presença de alumínio, Fe<sup>+3</sup> 3:1 PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> e Ca<sup>+2</sup> (1:1 F<sup>-1</sup> + 3:1 PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>).

## TRABALHOS FUTUROS:

- ✓ Realizar ensaios de P-FF em escala piloto na indústria.

## AGRADECIMENTOS: