



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Relatório do Estágio Supervisionado

ALUNO: Jamilo Joanes de Brito Viana

MATRICULA: 20321067

ORIENTADORA: Paula Frassinetti Feitosa Cavalcanti

CURSO: Engenharia Civil

SEMESTRE: 2004.2

Campina Grande, junho de 2005.

JAMILO JOANES DE BRITO VIANA

RELATÓRIO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
REMOÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FÓSFORO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE
TRATAMENTO ANAERÓBIO AERÓBIO: ESTUDOS NO JAR-TEST.

CAMPINA GRANDE – PB

2005



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

JAMILO JOANES DE BRITO VIANA

RELATÓRIO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
REMOÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FÓSFORO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE
TRATAMENTO ANAERÓBIO AERÓBIO: ESTUDOS NO JAR-TEST.

Relatório de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Campina Grande, em
cumprimento dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de graduado em Engenharia
Civil.

CAMPINA GRANDE – PB

2005

JAMILO JOANES DE BRITO VIANA

RELATÓRIO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
REMOÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FÓSFORO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE
TRATAMENTO ANAERÓBIO AERÓBIO: ESTUDOS NO JAR-TEST.

Campina Grande – PB, 15 junho de 2005

EXAMINADORA:



Professora Paula Frassinetti Feitosa Cavalcanti

(Orientadora)

APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta informações de atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado do aluno Jamilo Joanes de Brito Viana, regularmente matriculada no curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia, na Universidade Federal de Campina Grande, sob o número de matrícula 20321067. Foram dedicadas 4 horas diárias ao estágio, totalizando 20 horas semanais, durante 01 de Dezembro de 2004 a 03 de Fevereiro de 2005, totalizando 180 horas.

As atividades do estágio foram desenvolvidas no laboratório de Pesquisa da Área de Engenharia Sanitária do Departamento de Engenharia Civil deste CCT da UFCG, dentro do Programa Nacional de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB, coordenado pelo prof. Adrianus van Haandel, localizado na Av. Cônsul Joseph Noujaim Habib, S/N, na antiga depuradora desta cidade de Campina Grande, no bairro do Catolé.

1.0 INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas de tratamento biológico anaeróbio – aeróbio, como por exemplo, sistemas compostos de um reator anaeróbio de alta taxa do tipo UASB seguido de um sistema de lodo ativado, é uma solução para os problemas do tratamento biológico de esgoto doméstico, porque associa as vantagens dos dois sistemas: o sistema de lodo ativado melhora a qualidade do efluente do reator UASB, em termos da matéria orgânica e sólidos em suspensão, enquanto o reator UASB pode estabilizar o lodo gerado no sistema de lodo ativado e, por reduzir a carga orgânica afluyente, reduz o consumo de energia necessária à aeração no sistema de lodo ativado. Como resultado, o sistema é capaz de produzir um efluente compatível com os padrões ambientais, com baixa produção de lodo e com um custo inferior ao de um sistema de lodo ativado convencional (Van Haandel & Marais, 1999).

Mesmo sendo a remoção do material orgânico eficiente, a descarga desses efluentes pode resultar numa deterioração da qualidade da água do corpo receptor. A disposição desses efluentes pode prejudicar a qualidade da água do corpo receptor devido ao aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo). O aumento da concentração desses elementos nos ecossistemas aquáticos tem como consequência o crescimento excessivo das plantas aquáticas e é denominado eutrofização. A eutrofização está relacionada com o uso, freqüentemente excessivo, de fertilizantes químicos na agricultura e com o advento de produtos de limpeza contendo polifosfatados (Branco & Rocha, 1987; Esteves, 1998). Como decorrência desse processo, o ecossistema aquático passa de condição de oligotrófico - ambiente aquático pobre em nutrientes e de baixa produtividade, isto é, de pouca atividade biológica de síntese, para eutrófico - ambiente rico em nutrientes com elevada produtividade (Esteves, 1998).

Fósforo, nitrogênio e potássio são os 3 mais importantes macronutrientes responsáveis pela eutrofização de corpos d'água receptores. No caso de fósforo, concentrações superiores a 0,03mg/L (Esteves, 1998) já caracterizam um lago como

eutrófico. O Artigo 5 do Decreto N.º 20 do CONAMA estabelece para águas doces, por exemplo Classe 2, uma concentração de fósforo máxima de 0,025mg/L

O teor de fósforo em esgoto doméstico pode variar, segundo os hábitos da população de 6 a 10mg/L, sendo pois necessário reduzir essa concentração para não poluir os corpos d'água receptores. Como processos convencionais de tratamento biológico não removem eficientemente fósforos, faz-se necessário a associação de processos químicos e físicos para se ter um efluente com baixo teor de fósforo. Este relatório trata de um estudo experimental realizado, utilizando-se coagulantes metálicos para a remoção de fósforo de efluentes de sistemas anaeróbio – aeróbio. Os testes foram realizados em regime de batelada tendo sido utilizado sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), cloreto férrico ($FeCl_3$) e oxido de cálcio (CaO).

2.0 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

Avaliar a viabilidade técnica e econômica do tratamento químico-físico de efluentes originados de sistemas biológicos de tratamento de esgoto visando à remoção eficiente de fósforo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar a utilização de Cloreto Férrico ($FeCl_3$), Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) e Oxido de Cálcio (CaO) como coagulantes, para a formação de compostos insolúveis de fósforo (precipitados) e a sua remoção por sedimentação;
- Avaliar a produção de lodo e a qualidade do efluente final, através de análises específicas de sólidos suspensos, pH, alcalinidade, fósforo total e solúvel e turbidez.

3.0 METODOLOGIA:

Os testes de remoção química de fósforo foram feitos com os efluentes gerados de 3 sistemas anaeróbios – aeróbios, já em operação, em escala de bancada, tratando esgoto bruto. Os sistemas eram compostos de um reator UASB cujo efluente alimentava três

sistemas de lodo ativado, operados em paralelo (Figura 1). O reator UASB tinha um volume útil de 5000 L, e era alimentado com esgoto bruto a uma vazão de 1000L/h, o que corresponde a um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 5 horas. Os sistemas de lodo ativado eram formados de um reator aerado, com volume de 24 L, seguido por um decantador com volume de 3,75 L. A vazão de alimentação era de 1L/h. Os sistemas de lodo ativado foram operados com idades de lodo (R_s) de 10 dias.

Foram pesquisados 3 sais coagulantes: sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), cloreto férrico ($FeCl_3$) e óxido de cálcio (CaO). As dosagens aplicadas foram de 20, 30, 40, 60, 80 e 100mg/L. Os coagulantes foram adicionados a amostras coletadas do efluente do reator UASB, licor misto e do efluente decantado de um sistema de lodo, sendo as amostras denominadas de UASB, licor e efluente, respectivamente.

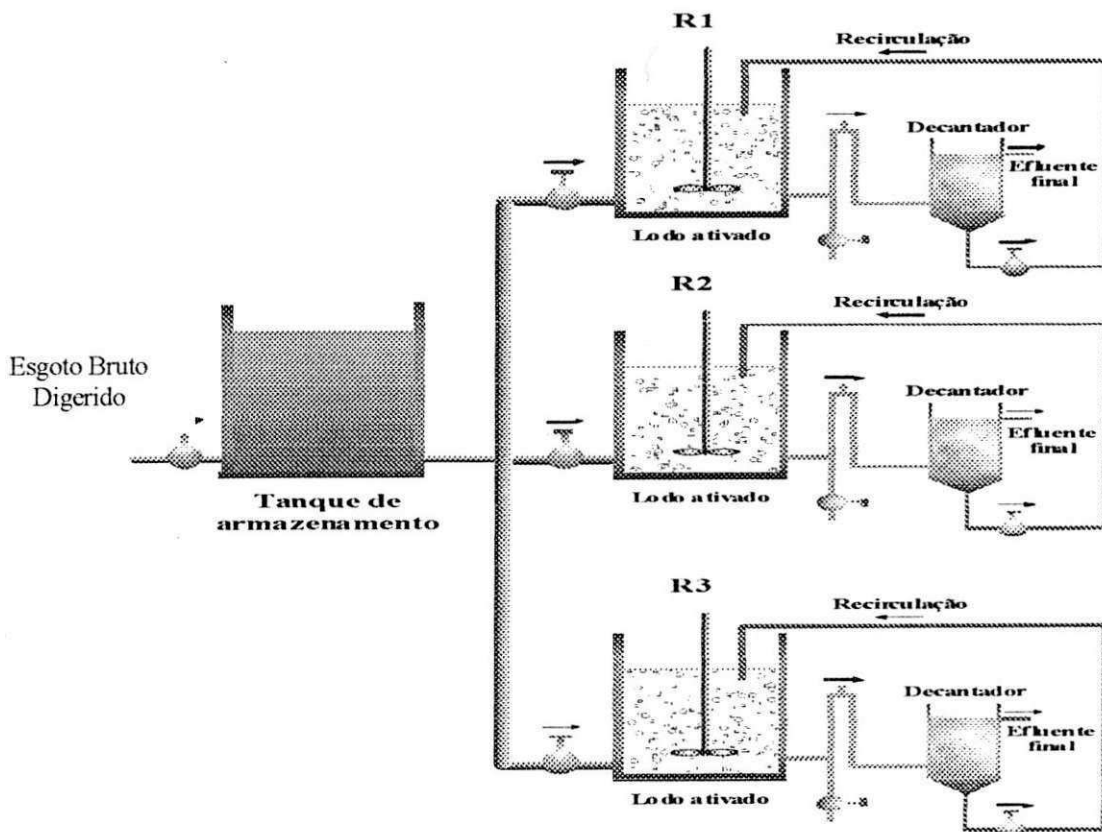


Figura 1 – Esquema dos sistemas de lodo ativado, operados em paralelo e alimentados com esgoto bruto previamente digerido num reator UASB.

Para a realização do teste, foram usados beakers de 2 litros onde era colocado 1 litro da amostra. A esses beakers eram adicionados sob agitação a dosagem escolhida do coagulante estudado. Após a mistura e floculação, a suspensão era deixada sedimentar, quando então amostras eram coletadas para análises de pH, alcalinidade, formas de fósforo, turbidez. Todas as determinações seguirão as recomendações do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 19ª edição, (APHA, AWWA e WEF, 1995), com exceção do método de alcalinidade total, a bicarbonato e ácidos voláteis que seguiram recomendações do KAPP (1998).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises com cloreto férrico (FeCl_3)

Na Tabela 1 estão os resultados médios obtidos de testes realizados no jar-test, com amostras do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente do sistema de lodo ativado, utilizando cloreto férrico (FeCl_3), nas dosagens de 20, 30, 40, 60, 80 e 100 mg/L, visando à remoção de fósforo. Esses resultados foram colocados na Figura 2.

Observa-se na Tabela 1 e Figura 2 que o efluente que saía do reator UASB tinha uma concentração média de fósforo em torno de 4,66 mgP/L, enquanto que a concentração de fósforo no licor misto e no efluente do sistema de lodo ativado era de 8,57 e 3,79 mgP/L respectivamente. Essa concentração alta de fósforo no licor misto se deve ao fato que há uma recirculação do lodo, portanto, parte do fósforo contido no sistema também era recirculado, permanecendo no sistema.

Observa-se que com uma concentração de 20 mg/L de cloreto férrico, houve uma redução significativa de fósforo no licor misto, cerca de 64% do fósforo contido foi removido, e com uma dosagem de 100 mg/L obteve uma remoção de 92% tendo uma concentração de 0,67 mg/L, mesmo não atingindo o que é exigido pela resolução do CONAMA, que é no máximo de 0,025mgP/L.

Tabela 1 – Remoção de fósforo, com a utilização de cloreto férrico nas dosagens indicadas na tabela, para efluente do reator UASB, licor misto do sistema de lodo ativado e efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado.

DOSAGENS DE CLORETO FÉRRICO	CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO		
	UASB	LICOR	EFLUENTE
0	4,66	8,57	3,79
20	3,15	3,10	2,78
30	2,76	2,36	2,29
40	2,24	1,93	1,61
60	2,52	1,85	1,79
80	1,66	1,31	1,10
100	1,10	0,67	0,60

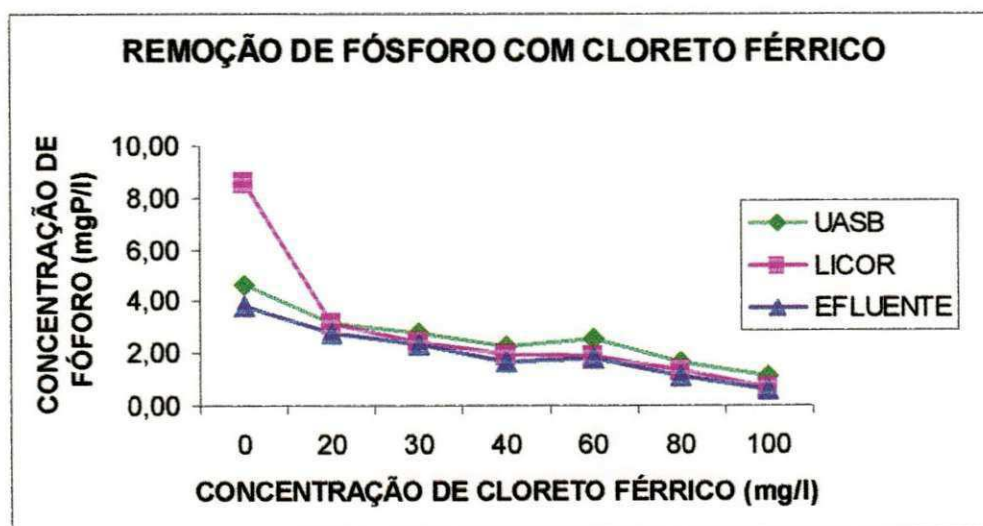


Figura 2 – Remoção de fósforo do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado, quando adicionado cloreto férrico nas dosagens indicadas no gráfico.

4.2 Análises com sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Na Tabela 2 estão os resultados médios obtidos de testes realizados no jar-test, com amostras do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente do sistema de lodo ativado, utilizando sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), nas dosagens de 20, 30, 40, 60, 80 e 100 mg/L, visando à remoção de fósforo. Esses resultados foram colocados na Figura 3.

Nesses testes a concentração média de fósforo nos efluentes do reator UASB, no licor misto e no efluente do sistema de lodo ativado era, respectivamente, de 3,24 mgP/l, 5,81 e 3,67 mgP/L.

Observa-se que, relativo às amostras do efluente do reator UASB e o efluente do sistema de lodo ativado, esses resultados são semelhantes aos obtidos quando se usou cloreto férrico, apresentando também uma boa eficiência de remoção para dosagens de 80 e 100 mg/L de sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), atingindo valores abaixo de 1 mg/L de fósforo, porem não é o recomendado pelo CONAMA.

Tabela 2 – Remoção de fósforo, com a utilização de sulfato de alumínio nas dosagens indicadas na tabela, para efluente do reator UASB, licor misto do sistema de lodo ativado e efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado.

DOSAGENS DE SULFATO DE ALUMINO	CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO		
	UASB	LICOR	EFLUENTE
0	3,24	5,81	3,67
20	2,61	2,35	2,57
30	2,53	1,66	2,38
40	1,77	1,26	1,63
60	1,02	0,76	1,02
80	0,54	0,70	0,23
100	0,44	0,65	0,16

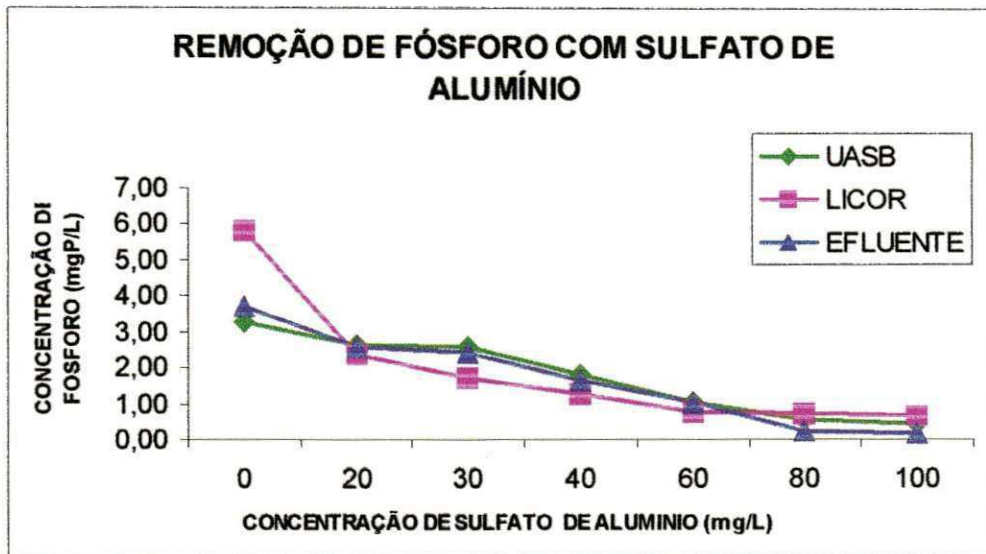


Figura 3 – Remoção de fósforo do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado, quando adicionado sulfato de alumínio nas dosagens indicadas no gráfico.

4.3 Análises com oxido de cálcio (CaO)

Na Tabela 3 estão os resultados médios obtidos de testes realizados no jar-test, com amostras do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente do sistema de lodo ativado, utilizando oxido de cálcio (CaO), nas dosagens de 80, 100, 200, 300, 400 e 500 mg/L, visando à remoção de fósforo. Esses resultados foram colocados na Figura 4.

Observa-se na Figura 4 que, mesmo sendo alta a concentração de fósforo inicial (>10mgP/L), o óxido de cálcio foi bastante eficiente na remoção de fósforo para as três amostras. Destaca-se nessa figura que para uma dosagem de 80 mg/L de oxido de cálcio a concentração de fósforo no efluente quimicamente tratado foi menor que 2mg/l.

Tabela 3 – Remoção de fósforo, com a utilização de oxido de cálcio nas dosagens indicadas na tabela, para efluente do reator UASB, licor misto do sistema de lodo ativado e efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado

DOSAGENS DE OXIDO DE CÁLCIO	CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO		
	UASB	LICOR	EFLUENTE
0	11,62	12,89	11,11
80	6,06	0,83	1,45
100	4,07	0,75	1,30
200	1,22	0,42	0,43
300	0,75	0,25	0,29
400	0,62	0,20	0,20
500	0,20	0,20	0,20

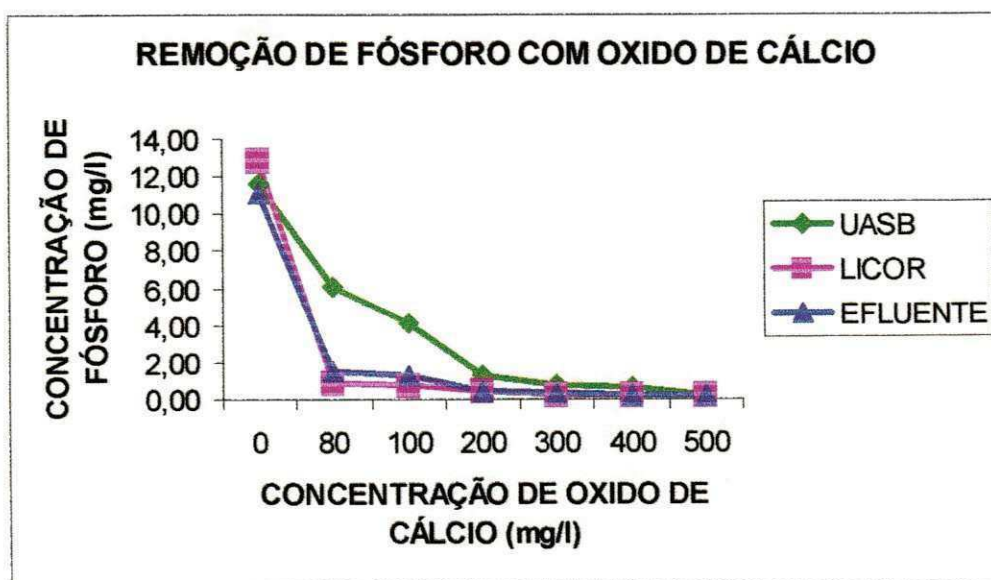


Figura 4 – Remoção de fósforo do efluente do reator UASB, do licor misto do sistema de lodo ativado e do efluente final do sistema UASB – Lodo Ativado, quando adicionado óxido de cálcio nas dosagens indicadas no gráfico.

5.0 CONCLUSÕES

Para todos os coagulantes e dosagens aplicadas, a remoção de fósforo não foi suficiente para atingir os padrões exigindo pelo Artigo 5 do Decreto nº 20 do CONAMA ($\leq 0,025$ mg por litro).

Até dosagens de 100 mg/l, a eficiência de remoção de fósforo não apresenta diferenças significativas.

Para dosagens acima de 100 mg/l de sal do óxido de cálcio (CaO) a remoção de fósforo chega a praticamente 97% para todas as amostras chegando a uma concentração mínima de 0,20 mg/l.

Os três sais satisfazem as condições de remoção de fósforo, porém o cloreto férrico e o óxido de cálcio se mostram como a melhor opção, por produzir um lodo menos problemático para disposição final no solo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, S. M; ROCHA, A. A; **Elementos de Ciências do Ambiente**. 2º ed. São Paulo, CETESB/CETESB, 1987.

ESTEVES, F. A. ; **Fundamentos de limnologia**, 2ª edição- Rio de Janeiro, 1998.

VAN HAANDEL, A. C. & MARAIS, G. V. R. **O comportamento do sistema de lodo ativado**. Egraf, Campina Grande, PB, (1999).

APHA, AWWA e WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. Amer. Public health assoc., americ. Water works associantion, water pollution control federation, washingt on, 1998.