

XIII SESMA

Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente



Flotação por Ar Dissolvido (FAD) utilizada como pós-tratamento para efluentes de Sistema de Lagoas de Estabilização em Série ETE Samambaia Brasília DF

**Engº Químico Mauro Roberto Felizatto, Dr.
Pesquisador Colaborador do Mestrado ProfÁgua
Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
UnB – Universidade de Brasília**

INTRODUÇÃO

Oswald (1995) definiu lagoa de estabilização como sendo um reator construído através de escavação e compactação do solo, de modo a criar um reservatório capaz de reter o líquido por um certo período de tempo



William J. Oswald
Professor of Civil and Environmental Engineering, Emeritus
Professor of Public Health, Emeritus
Berkeley
1919 – 2005

Atualmente há uma nova geração de lagoas de estabilização com menor volume, mais eficientes, com maior confiabilidade operacional, com menor emissão de odores e que podem produzir efluentes de melhor qualidade do que os sistemas antigos (*Sistema Australiano*).

Novos conceitos foram introduzidos: cobertura das lagoas anaeróbias, reator tipo UASB integrado à lagoa facultativa, lagoas com recirculação, lagoas com hidrodinâmica diferenciada (parcialmente misturada e/ou regime de escoamento tipo *plug-flow*), tratamento tanto de águas residuárias doméstica quanto industriais

ADVANCED INTEGRATED WASTEWATER POND SYSTEMS

William J. Oswald, F. ASCE¹

1. SCREENING & GRT REMOVAL
2. DISTRIBUTOR
3. FERMENTATION PITS
4. FACULTATIVE POND
5. OXYGENATED WATER RETURN
6. LOW LEVEL TRANSFER

7. PARTICLE WHEEL MIXER
8. HIGH RATE POND
9. HIGH LEVEL TRANSFER
10. ALGAE SUSPENSION CHAMBERS
11. ALGAE SETTLING PONDS
12. SETTLED ALGAE RETURN

13. ALGAE HARVEST
14. LOW LEVEL TRANSFER
15. MATURATION POND
16. HIGH LEVEL TRANSFER
17. WATER REUSE
18. SUPPLEMENTARY AERATION

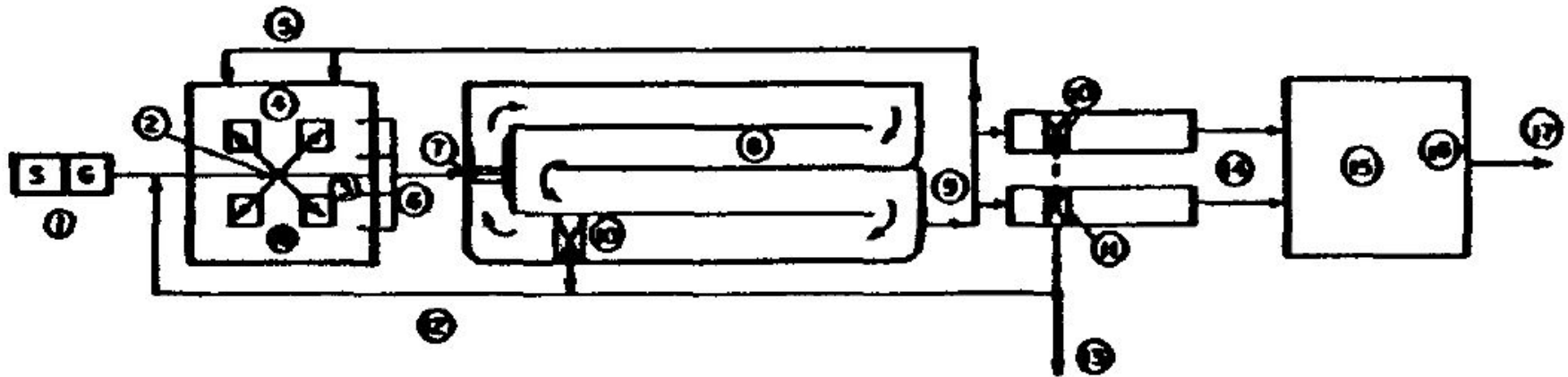


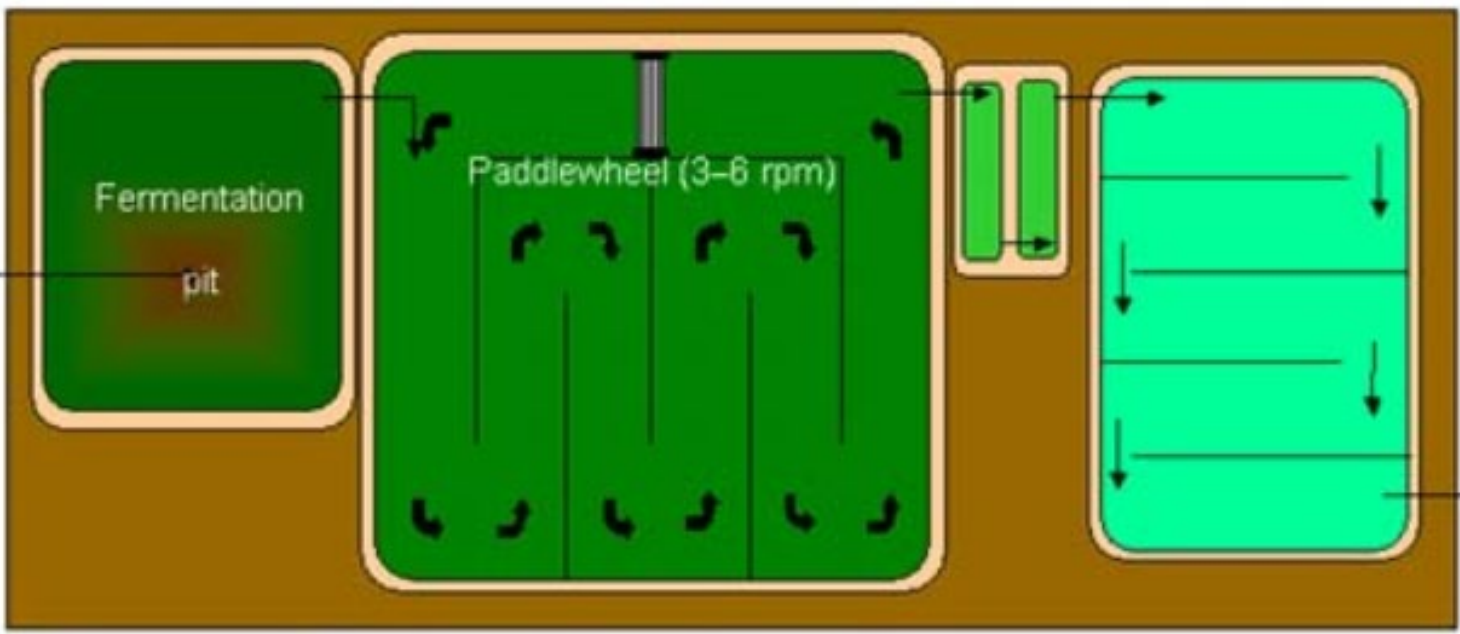
Figure 1. An Advanced Integrated Wastewater Ponding System (Schematic)

Advanced Facultative Pond

High Rate Pond

Algal Settling Ponds

Maturation Pond



13 Advanced integrated wastewater ponds

282

Rupert Craggs

13.1 Introduction	282
13.2 Advanced facultative ponds	286
13.3 High rate ponds	288
13.4 Algae settling pond	292
13.5 Maturation pond	293
13.6 Treatment performance	294
13.7 AIWPS costs	295
13.8 Additional treatment	298
13.9 Resource recovery	298
13.10 Upgrading conventional WSPs	299
13.11 Treatment of other wastes	300
13.12 Summary	300
13.13 Future research needs	301
References	302

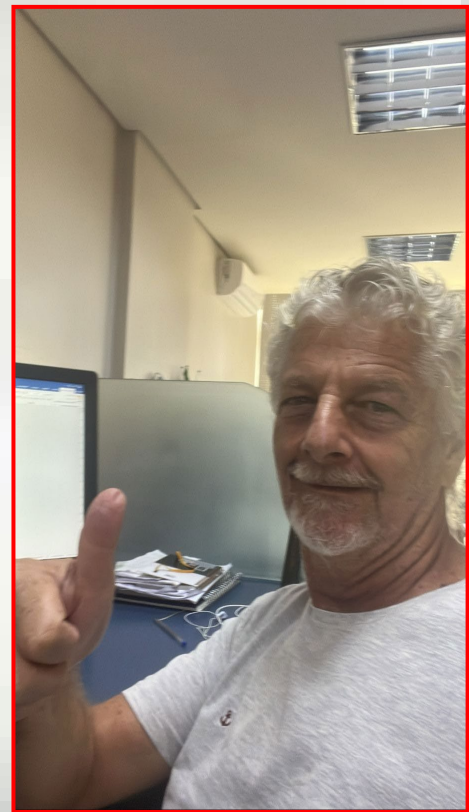
Published

Telephone

Web: www.iwapublishing.com

First published 2005

© 2005 IWA Publishing



ETE Samambaia - 1996

VAZÃO DE PROJETO – 520 l/s (180.000 habitantes)







14 10 2004

Remoção de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio de esgotos domésticos utilizando o processo de lagoa de taxa alta

MARCELO A. TEIXEIRA PINTO
Engenheiro Químico, chefe da Divisão de Tratamento de Esgotos do Coesb — Co. de Água e Esgotos de Brasília

MARINA TOCÉ ONOYAMA
Engenheira Civil, chefe da Divisão de Pesquisa de Tratamento da Coesb

São apresentados os resultados obtidos do monitoramento do sistema piloto para tratamento de esgotos através de lagoa de alta taxa. Esse sistema é considerado um processo de tratamento de baixo custo que, maximizando a utilização da energia solar, possibilita uma maior absorção de nutrientes dos esgotos, se comparado ao sistema de lagoas convencional. O presente trabalho define a profundidade da lagoa, a taxa de aplicação e o tempo de retenção a serem utilizados para o uso deste processo como tratamento avançado de esgotos (remoção de fósforo e nitrogênio).

A busca de novas tecnologias que possibilitem soluções de baixo custo, adaptadas a condições locais, tem sido largamente incentivada e tratada como linha prioritária para o saneamento básico e o desenvolvimento regional do País. A utilização de lagoas de estabilização para tratamento de esgotos tem sido exemplo de solução barata, principalmente em países em desenvolvimento, devido ao baixo custo de implantação, a não utilização de energia elétrica, a facilidade operacional e a efetiva remoção de microrganismos patogênicos.

Apesar da simplicidade, diversos problemas de ordem operacional são costumemente relacionados, como a infestação de mosquitos, mau cheiro e outros. Esses fatores, acrescidos da necessidade de grandes áreas e a reduzida remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, desqualificam este processo de tratamento para regiões como as bacias do Paranoá e São Bartolomeu (DF) (Figura 01), sem que seus efluentes sejam obrigatoriamente exportados para outra bacia. Tal situação geralmente recorre grandes custos de investimento, muitas vezes do mesmo montante que a utilização de tratamento terciário convencional.

Entretanto, uma das modalidades da lagoa de estabilização, a Lagoa de Alta Taxa, possibilita uma série de vantagens se comparada ao sistema convencional. Dentre elas podemos citar a pouca acumulação de lodo no reator, ausência de odor, ausência de mosquitos, nível terciário de tratamento devido a alta produtividade primária, amônia stripping e coagulação-precipitação do fosfato (Azw et al. 1987; Miller 1977; Oron and Shelef 1982; Shelef and Azw 1987; Bogart et al. 1960; Santos et al. 1987). Isso é possível devido aos altos níveis de pH e OD alcançados no reator durante a fotossíntese, a "juventude" da população algal, e a constante movimentação do líquido. Tais reações são otimizadas nesta modalidade do processo pela redução da profundidade da lagoa, maximizando a utilização da luz solar pelas algas, e portanto possibilitando a aplicação de cargas mais altas de DBO e maior assimilação de nutrientes pelas vias metabólicas da biomassa.

As lagoas de Alta Taxa têm sido estudadas desde a década de 60 nos EUA. Nos últimos anos, esse processo de tratamento tem sido extensivamente pesquisado em Israel, onde as condições climáticas e as restrições de água, energia e terras disponíveis levaram à utilização e ao desenvolvimento deste conceito. (Shelef and Azw, 1987). Outros países, como Portugal e EUA, também utilizam essa modalidade de processo (Pinheiro et al. 1987).

Assim, com o objetivo de testar essa tecnologia para ser empregada como opção para o tratamento dos esgotos das bacias do Paranoá e São Bartolomeu, foi construída uma unidade piloto de Lagoas de Alta Taxa, a qual vem sendo operada desde outubro de 1988. O estudo prevê duas fases distintas, quais sejam, a definição das condições operacionais como carga, profundidade e tempo de retenção que maximizem a remoção de nutrientes e a definição da tecnologia para a separação da biomassa algal do efluente da lagoa. O presente trabalho apresenta apenas os resultados da 1ª fase do projeto.

PRINCÍPIOS TEÓRICOS

O processo de estabilização da matéria orgânica e remoção de nutrientes utilizando lagoas de alta taxa tem como princípio básico a maximização da produção de biomassa (principalmente algas) através da melhor utilização da energia luminosa.

Tal fato é assegurado pelas pequenas profundidades da lagoa e a constante movimentação da biomassa algal através de um sistema de rotor com pás. Este sistema proporciona velocidade e mistura no líquido ao longo do reator, sem no entanto ocasionar turbulência que provoque ressus-pensão de lodo. Estudos em Israel têm apontado que uma velocidade de

Figura 2
Esquema das instalações de tratamento

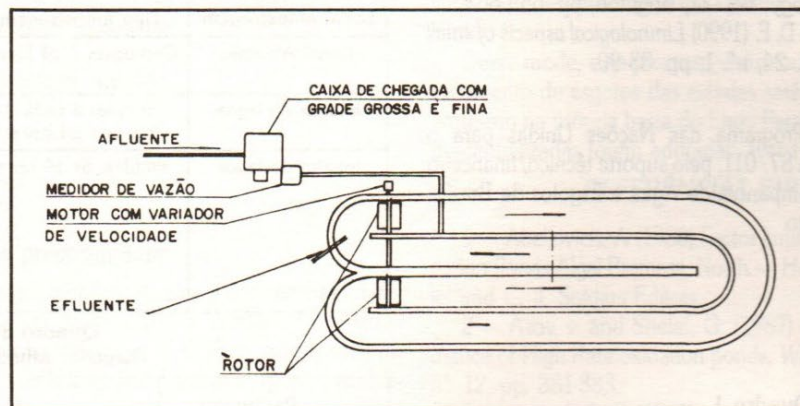
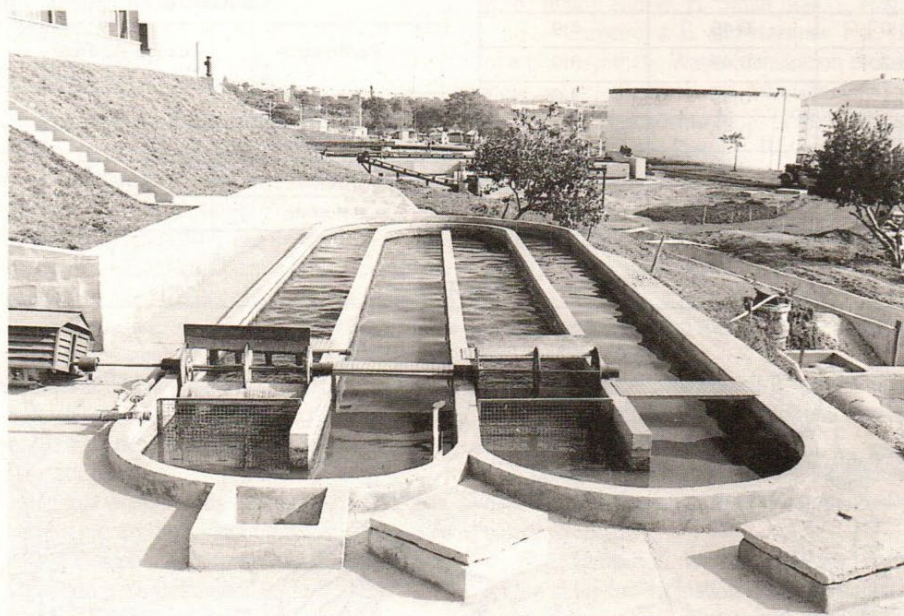


Figura 3
Vista geral do experimento



A construção de um novo reservatório no estado de Goiás, Lago Corumbá, inaugurado em 2006, idealizado para múltiplos usos (suprimento de água para abastecimento público e geração de energia hidroelétrica) trouxe uma nova preocupação para a bacia.

Isto obrigou a CAESB a tratar os efluentes da bacia de forma terciária, uma vez que alguns afluentes deste lago recebem efluentes tratados de estações do DF.

A ETE Samambaia foi modificada para obter maior eficiência na remoção de nutrientes (Fósforo), assim foi inaugurada a unidade de Polimento Final Química no final de 2006.

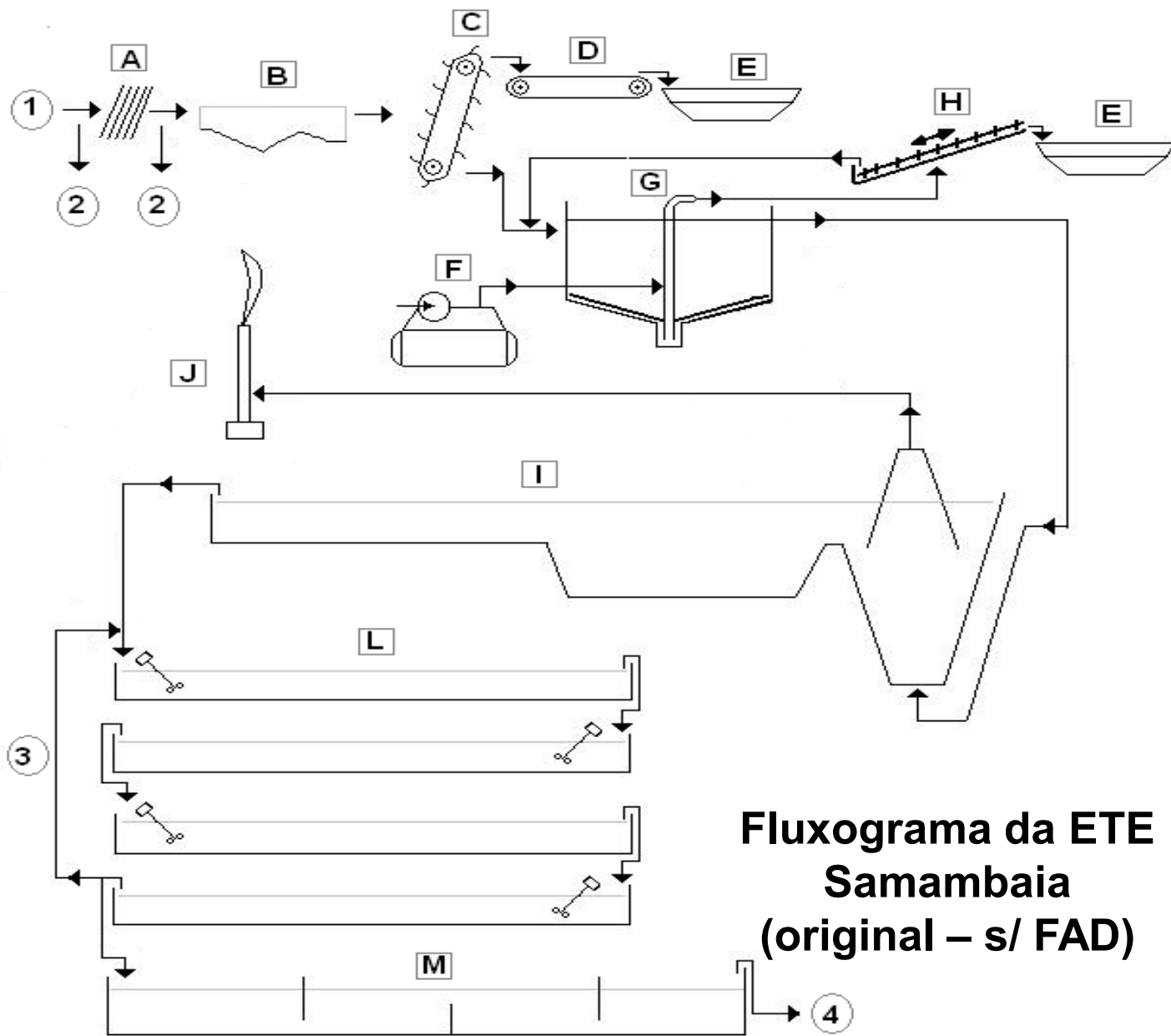


14 10 2004



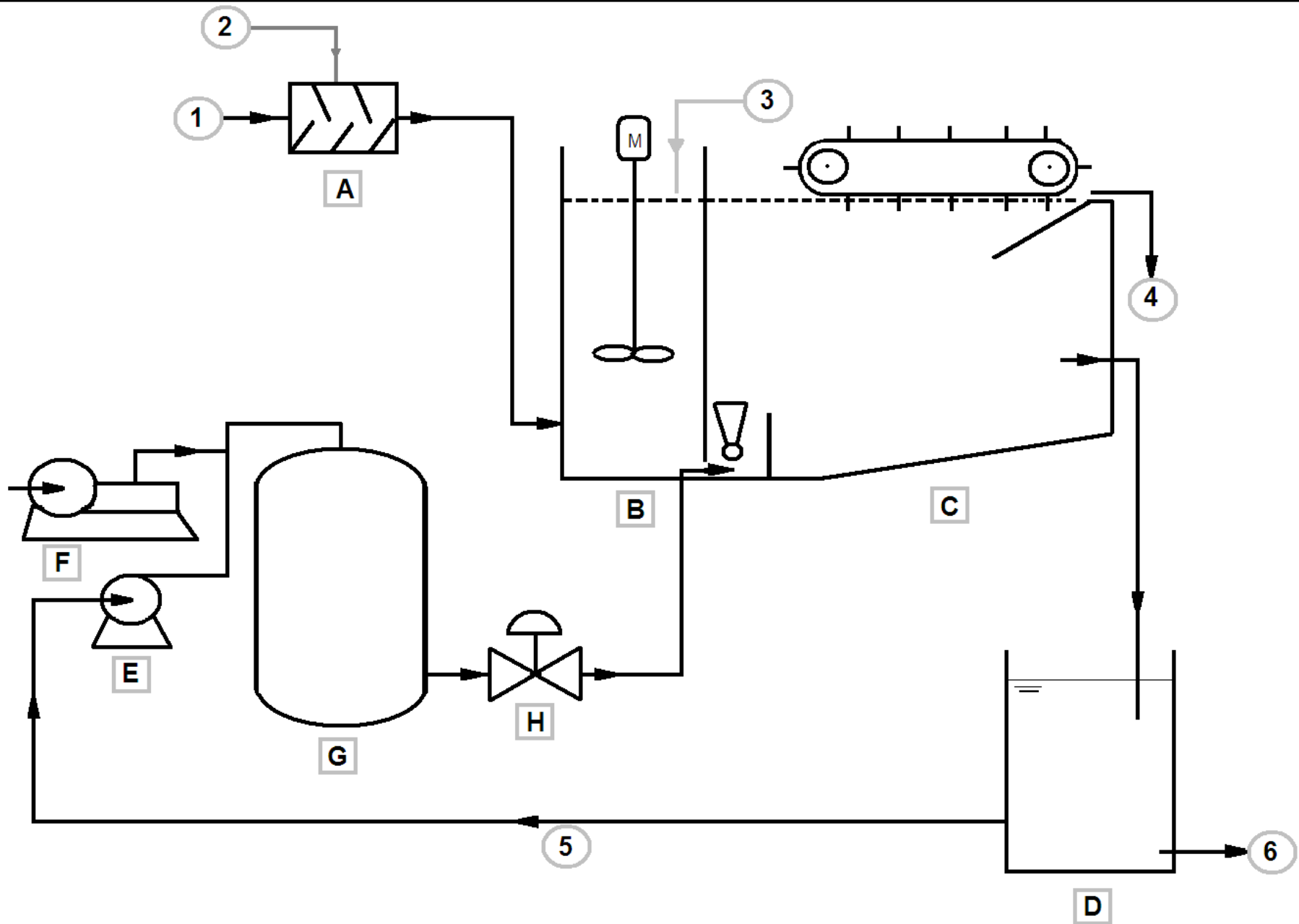
Apresenta-se o desempenho de uma unidade de flotação (FAD), em escala real, como processo de remoção de algas e fósforo no pós-tratamento de efluentes de lagoas de estabilização em série.

As variáveis analisadas foram: DBO, DQO, SST, NTK, P_t e CTer.



**Fluxograma da ETE
Samambaia
(original – s/ FAD)**

Fluxograma FAD



Principais parâmetros do FAD ETE Samambaia

Parâmetros	Valores	Unidades
Vazão Média ($Q_{\text{méd}}$)	590	- m³/h -
Vazão Máxima (Q_{max})	1.032	- m³/h -
Taxa de reciclo (R)	20	- % -
Taxa de Aplicação Superficial (V_f)	8	- m³/ m².h -
Dosagem de Coagulação (D)*	25	- mg/l -
Relação Ar/Sólidos (A/S)	0,06	- ml/mg -
Tempo de Floculação (T_f)	120	- s -

Legenda: *...Fe ou Al

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados sem FAD (09/96 a 09/00)

93% - DBO, 77% - DQO, 76% - SST, 65% - NTK, 29% - P_t e 4,64 unidades logarítmicas para CTer.

RESULTADOS GLOBAIS COM FAD (09/06 a 03/08 e 04/08 a 12/12)

97-98% - DBO, 93% - DQO, 94-95% - SST, 38-43% - NTK, 90-92% - P_t e 5,9-6,2 unid. logs – Cter.

FAD melhorou consideravelmente o desempenho operacional da ETE Samambaia.

DESEMPENHO OPERACIONAL DA UNIDADE DE FAD (Isoladamente)

- **79% - DBO;**
- **69-74% - DQO;**
- **76% - SST;**
- **10-22% - NTK;**
- **89-90% - P_t;**
- **Ortofosfato - 99% e**
- **CTer – 1,4 unid. logarít. (0,6 a 2,11)**

Desempenho FAD

Turbidez do Efluente: de 3 uT a 30 uT, com média de 8 uT (01/10 a 12/11).

SST do Lodo Adensado com valores de 0,6% to 6%, com média de 2%.

Vazão Afluente: 142ℓ/s a 277ℓ/s e média 225ℓ/s.

DOSAGEM DE COAGULANTES

Unidade FAD operou com dois tipos de coagulantes metálicos: Sulfato de Alumínio (09/06-09/07 e 10/10 aos dias atuais) e Cloreto Ferríco (10/07 a 09/10).

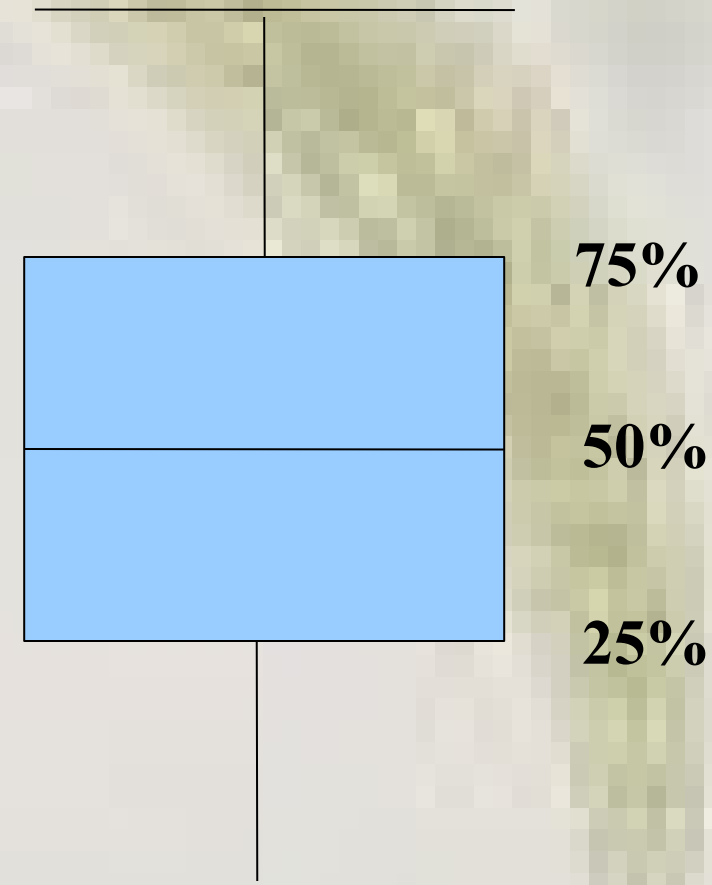
Dosagem Alumínio variou de 11 mg Al/ℓ a 20 mg Al/ℓ, com média de 15 mg Al/ℓ.

Dosagem de Ferro variou de 21 mg Fe/ℓ a 47 mg Fe/ℓ, com média de 29 mg Fe/ℓ.

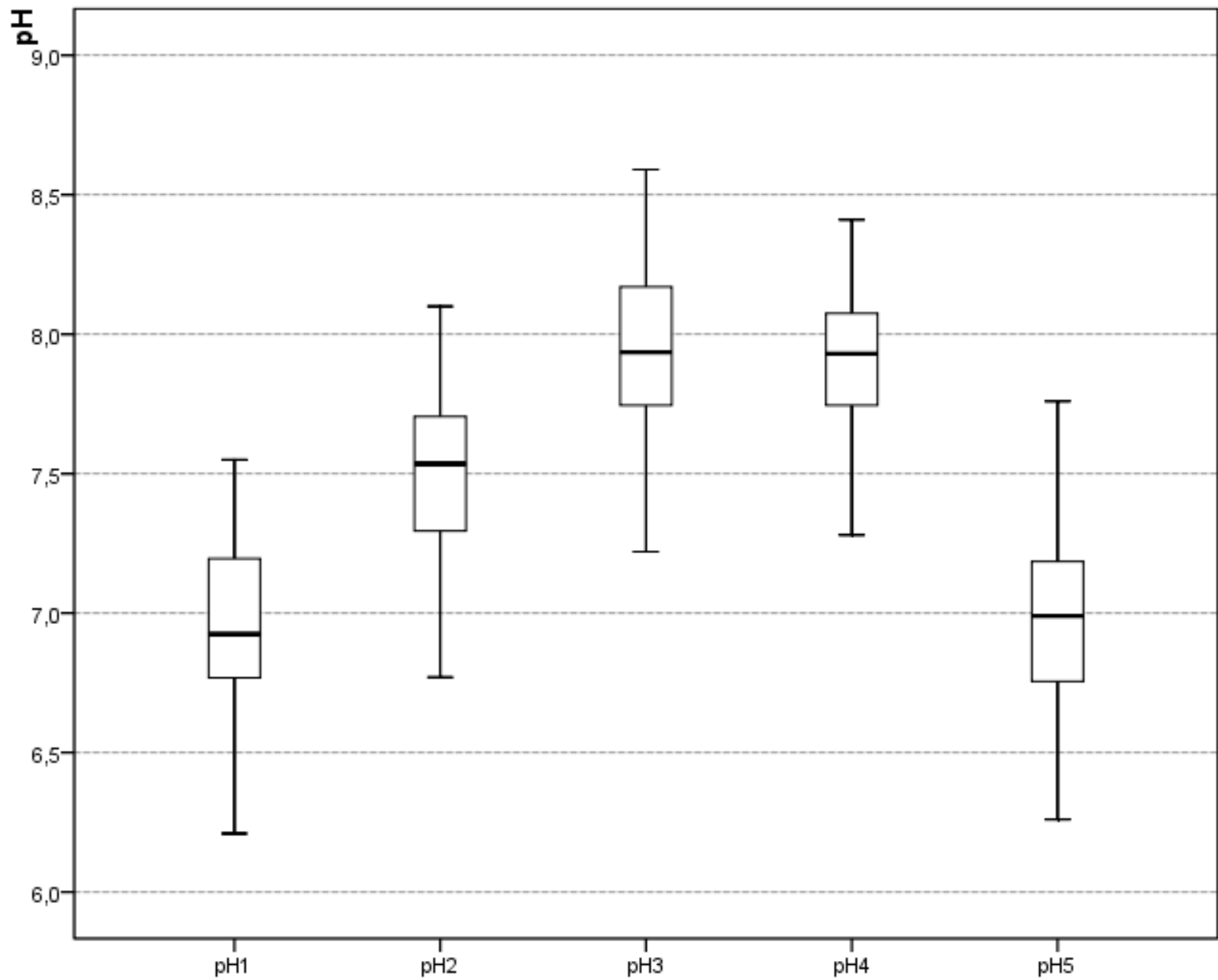
RESULTADOS:

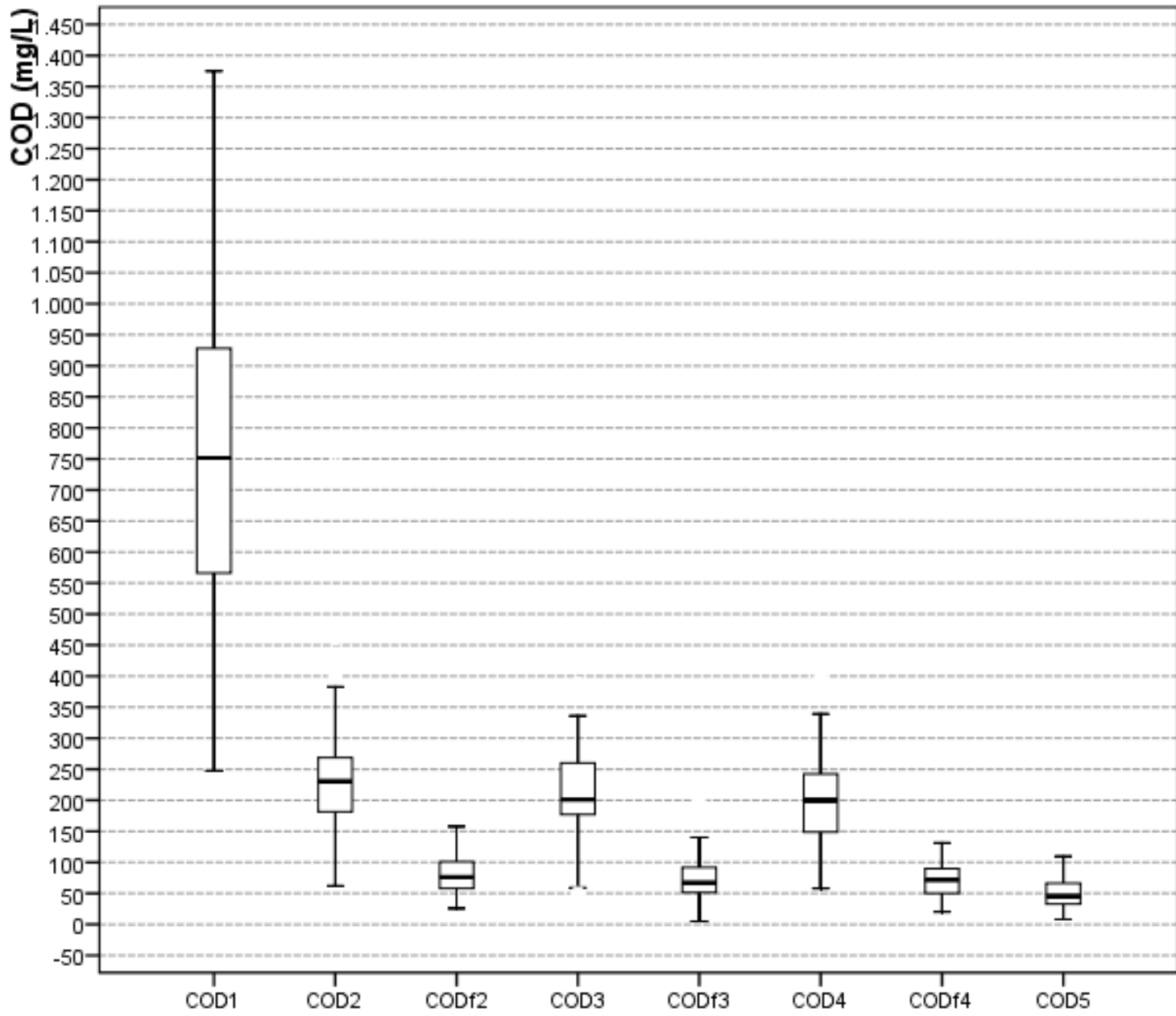
Gráfico tipo BOX-PLOT

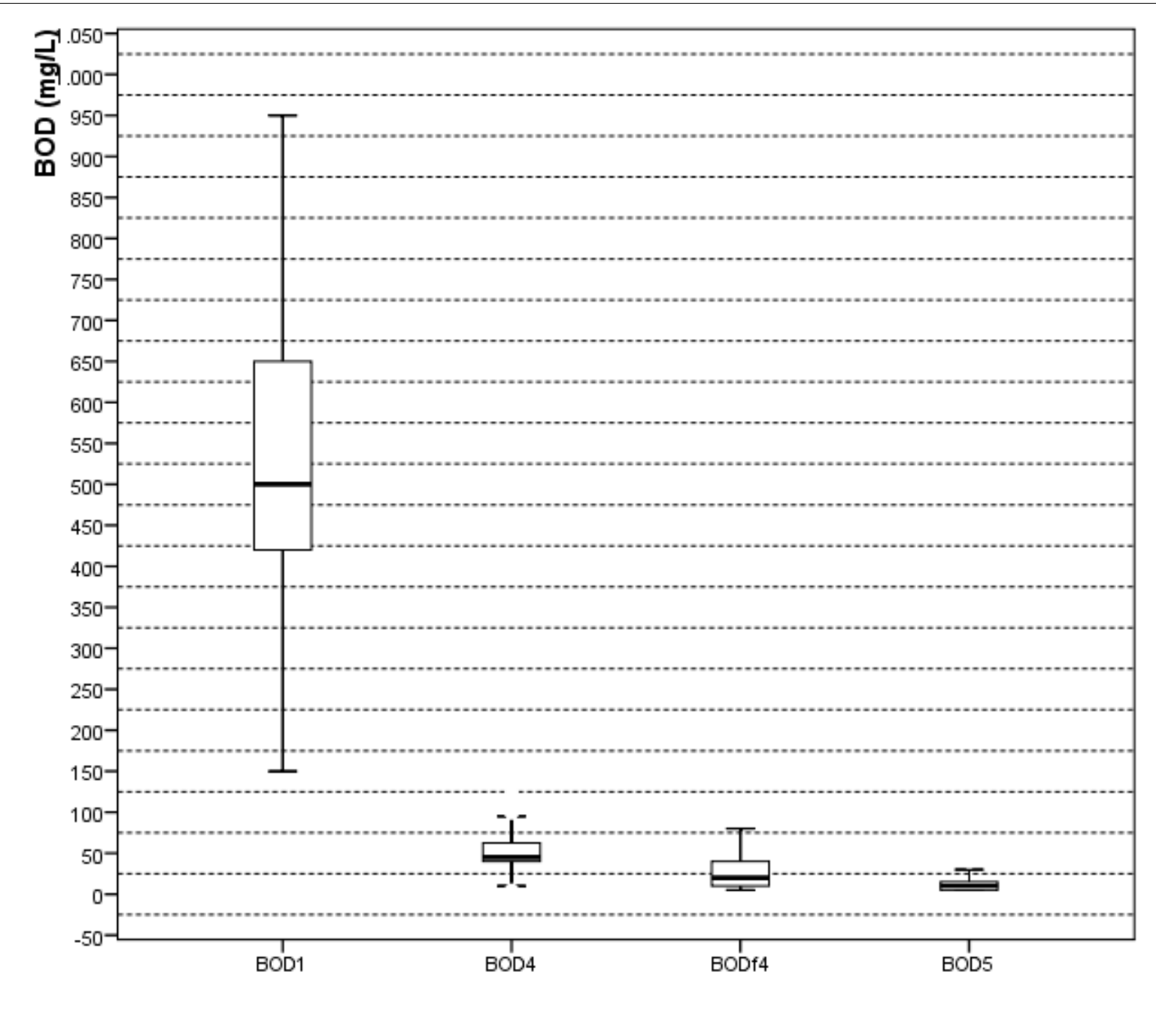
Extremo Superior

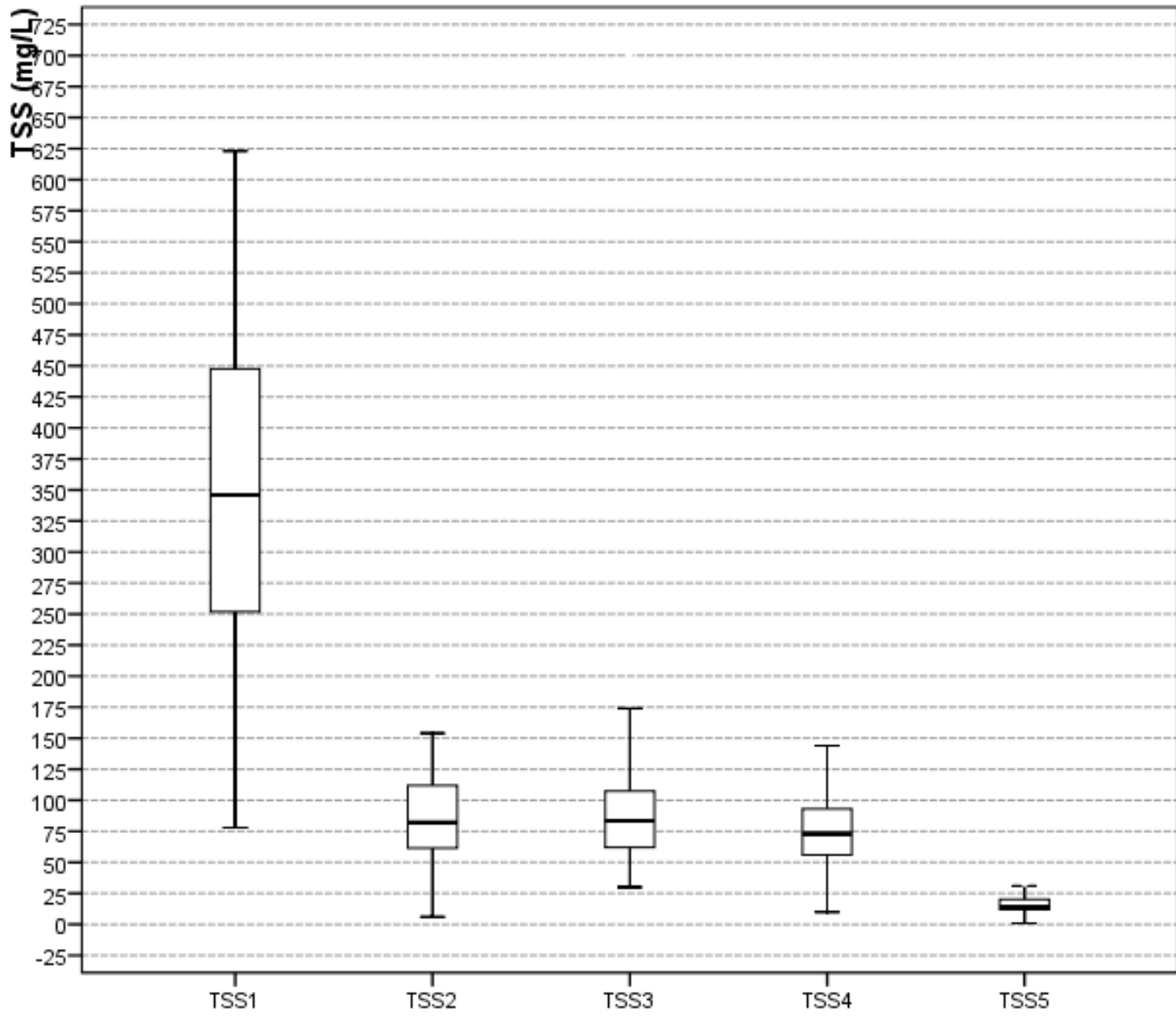


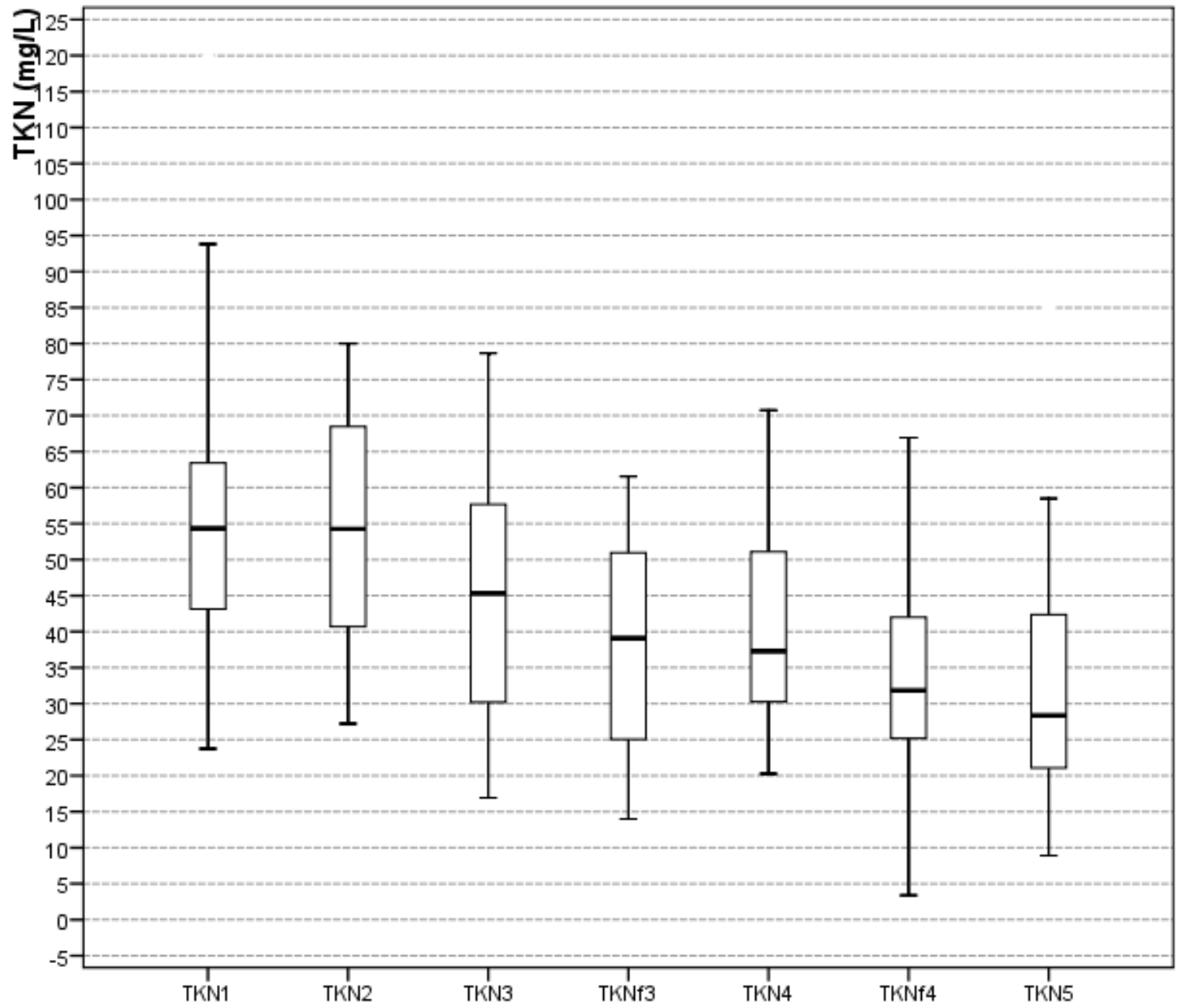
Extremo Inferior

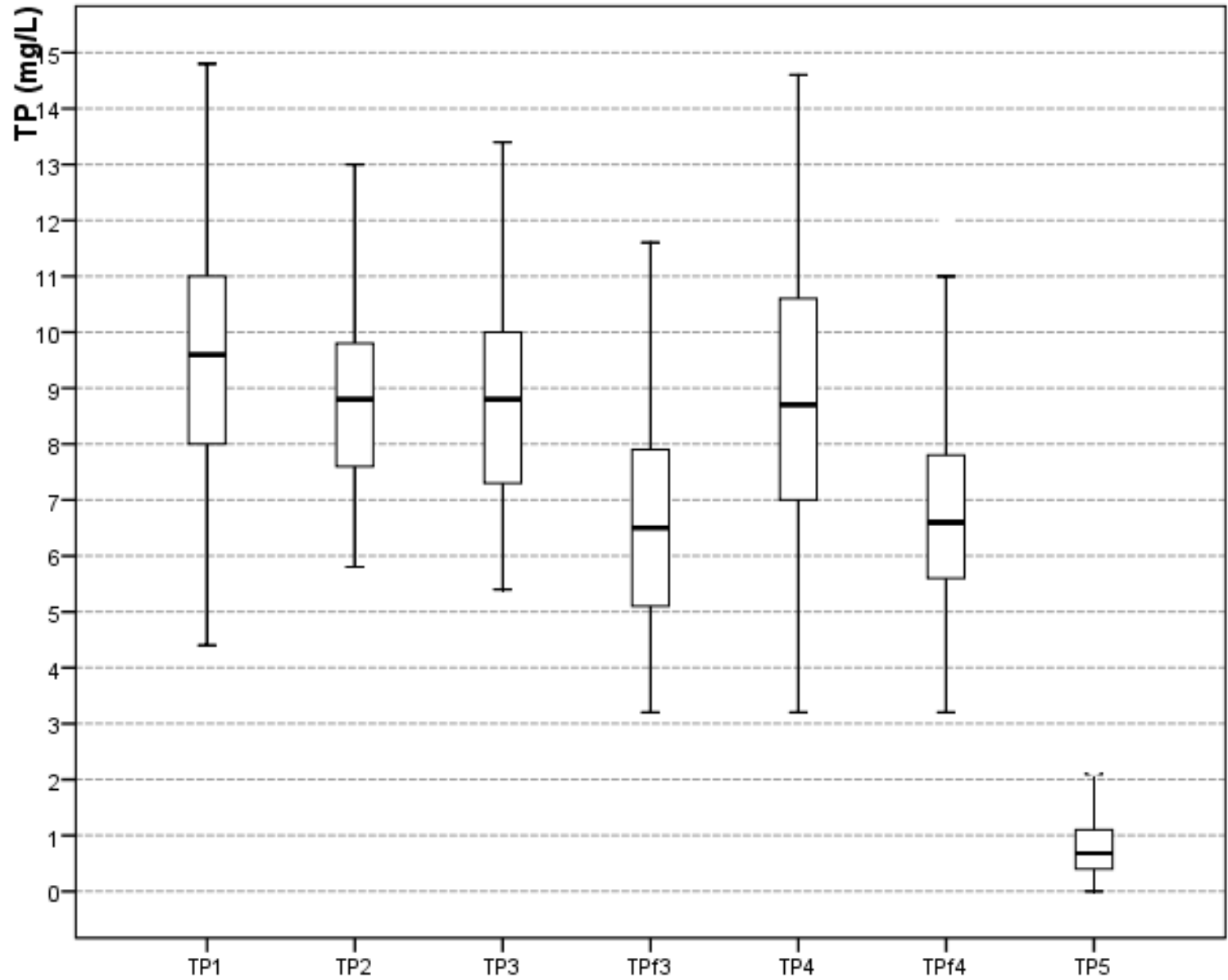












CONCLUSÕES

- Os dados obtidos para o FAD da ETE Samambaia mostraram que este processo é confiável para remoção de algas (SST) e Fósforo;
- As algas removidas produziram um Lodo Adensado (Flotado) formado basicamente por Fitoplânctons. Seria interessante um estudo acadêmico para avaliar o potencial do uso deste resíduo na alimentação animal ou outro uso nobre. Já existe notícias do uso de algas como matéria prima para produção de energia (aquecimento e eletricidade) e biodiesel. Quanto a uso alimentício deve tomar cuidado com a presença de metais e toxinas derivadas de cianofíceas;
- Atualmente existe uma preocupação crescente com respeito aos níveis de Nitrogênio nos corpos d' água, principalmente se o uso for para abastecimento público. No Brasil, já foram reportados alguns casos de contaminação da água potável com concentração de Nitratos acima de 10mg/l. Como o FAD não garante elevadas remoções de Nitrogênio, seria necessário o aumento de eficiência do processo de nitrificação (Lagoa de Alta Taxa ou Rasa) e desnitrificação (Lagoa de Maturação).

SUSTENTABILIDADE

Crescimento de algas alimenta edifício

Por DAVID WALLIS

Um novo prédio em Hamburgo, na Alemanha, parece com uma estrutura moderna e tem uma das mais recentes tecnologias de construção sustentável — uma fazenda de algas vertical.

Os criadores do edifício Bio Intelligent Quotient (BIQ), que custou US\$ 6,58 milhões e usa exclusivamente energias renováveis, prometem que esse pioneiro sistema energético irá colher algas de rápido crescimento para gerar biocombustíveis, produzir calefação, fazer sombra no prédio, atenuar o ruído da rua e entrar para a história.

Sobre as laterais do edifício, estão montados 129 biorreatores, painéis de vidro plano sobre persianas externas que servem como ambiente para o crescimento das algas. O sistema foi construído por um consórcio que incluiu a empresa de arquitetura Colt Group.

Em 2009, o consórcio venceu uma competição que pedia aos participantes para usar materiais inteligentes, definidos como “sistemas e produtos que se comportam dinamicamente, ao contrário dos

materiais convencionais de construção, que são estáticos”.

As algas são alimentadas com nutrientes líquidos e com dióxido de carbono para estimular o crescimento no sistema, que se tornou operacional em abril. Ar pressurizado é injetado nos painéis para estimular ainda mais o crescimento e impedir que micro-

Energia à base de plantas ainda é opção custosa

organismos se instalem e provoquem apodrecimento, disse Jan Wurm, um dos projetistas.

Ele observa que escovas nos painéis mantêm os vidros limpos automaticamente. Os painéis funcionam também como coletores térmicos solares, transformando a luz do sol em energia utilizável.

Segundo Wurm, “a parte da luz

que não é absorvida pelas algas para a fotossíntese é convertida em calor”, o qual pode ser usado imediatamente para aquecer a água ou armazenado no subsolo.

Periodicamente, as algas serão colhidas e armazenadas em tanques no edifício. Uma empresa local de energia irá então comprar a colheita e transportar a biomassa até uma usina de calefação e energia nos arredores, onde ela passará por uma fermentação. O processo produz gás metano para a geração de eletricidade.

“A energia gerada seria neutra de carbono”, disse Wurm.

Os projetistas da casa BIQ não sacrificaram a forma por causa da função. A cor das algas, combinada com o balé de bolhas da ascensão do ar pressurizado, lembra uma lâmpada de lava, segundo Wurm.

Ainda está sendo debatido se o prédio com biorreatores de algas é o começo de algo grande ou apenas uma experiência isolada.

Wurm admite que a nascente tecnologia custa mais do que os sistemas solares ou combustíveis convencionais. “Em termos de

custos de investimentos, não se pode compará-lo a sistemas estabelecidos e produzidos em massa que estão no mercado”, afirmou.

Jonathan Wimpenny, do Real Instituto de Arquitetos Britânicos nos EUA, questiona se muitos bancos e incorporadores imobiliários irão investir em biorreatores de algas. “Difícilmente poderei considerar isso como um divisor de águas na prática construtiva cotidiana”, disse Wimpenny.

Mas para David Bayless, da Universidade de Ohio, o prédio de Hamburgo é importante. “As pessoas ficam cautelosas com as algas porque é uma tecnologia relativamente desconhecida.”

O preço é um obstáculo em potencial. Scott Walzak, projetista do escritório global de arquitetura HOK, estima que o custo do quilowatt-hora produzido por biorreatores de algas seria equivalente a sete vezes o preço da energia solar e 14 vezes o do petróleo bruto.

Anica Landreneau, líder de consultoria na HOK, concebeu um sistema para aproveitar os gases de escape dos carros na au-



COLT INTERNATIONAL, ARUP DEUTSCHLAND, SSC

O edifício Bio Intelligent Quotient, em Hamburgo; o escritório de arquitetura HOK diz que a produção de energia com biorreatores custa sete vezes mais do que a energia solar

toestrada Santa Ana, na Califórnia, como fonte de carbono para alimentar as algas. “Elas prosperam com uma dieta de porcas”, disse Landreneau.

A Grow Energy, start-up de San Diego, na Califórnia, está apostando exatamente nisso para produtos que trilharam caminhos diferentes a fim de gerar energia a partir de algas. A empresa, criada há um ano, planeja produzir dois diferentes biorreatores de algas.

No ano que vem, a Grow Energy pretende aceitar pré-encomendas do seu sistema Verde, que cultiva

as algas, as seca automaticamente e as queima num gerador de combustão no próprio telhado para produzir eletricidade. O sistema Verde custará cerca de US\$ 12 mil e produzirá em torno de 35% da eletricidade usada por um lar americano médio.

O arquiteto Tom Wiscombe está animado com o prédio de Hamburgo. “Na história da arquitetura, tentar manter organismos, fungos e bolor constantemente fora de um prédio sempre foi crucial”, disse ele. “Agora, estamos tentando trazer tudo isso de volta.”

engenharia sanitária e ambiental



ABES
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA
SANITÁRIA
E AMBIENTAL

ÓRGÃO OFICIAL DE INFORMAÇÃO TÉCNICA DA ABES - RIO DE JANEIRO - BRASIL - VOL.2 - Nº 2 - ABR/JUN 1997

Contaminação de Águas Subterrâneas por Gasolina
Influência da Variação dos Gradientes de Velocidade na Floculação
Tratabilidade Biológica de Chorume
Aproveitamento do Lodo de Esgotos



Agradecimentos



A clear glass filled with water, showing a distinct green biofilm or algae layer on the surface. The biofilm is concentrated at the top of the water column. The background is slightly blurred, showing what appears to be a laboratory or kitchen setting with a sink and faucet.

mauro.felizatto@unb.br

felizatto@felizatto.com