

II-018 - DEGRADAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO COM CARACTERÍSTICAS DE SECUNDÁRIO ATRAVÉS DA FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA**Bárbara Gitana Alves Vieira⁽¹⁾**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Geralda Gilvânia Cavalcante de Lima

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba. Mestra em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Engenharia Mecânica na Universidade Federal da Paraíba. Professora Titular da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Antônio Carlos Pereira de Lima

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba. Professor Titular da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Fernando Fernandes Vieira

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba. Professor Titular da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua: João Tavares, 331 – Centro – C. Grande – PB – CEP: 58400-240 – Brasil – Tel: (83) 88377421 - e-mail: barbaragitana29@yahoo.com.br

RESUMO

O aumento da população mundial e o amplo desenvolvimento das indústrias ocasionaram uma demanda ainda maior pela água, em consequência disto, houve também, maior produção de esgotos: domésticos e industriais, em vista disto é que se faz necessário o tratamento destes despejos, pois os esgotos são uma das principais causas de poluição dos recursos naturais. A Fotocatálise Heterogênea apresenta bons resultados em sua utilização, não só pela facilidade de operação como pela qualidade dos efluentes resultantes deste processo. O objetivo deste trabalho foi a avaliação da Fotocatálise Heterogênea Solar, no tratamento de esgotos domésticos, usando Dióxido de Titânio (TiO_2) como fotocatalisador. A pesquisa foi realizada nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais – LAPECA, em Campina Grande-PB. O sistema experimental consistiu de um reator tipo PTC com radiação solar. O esgoto doméstico foi fornecido pela EXTRABES localizada no bairro do Catolé desta cidade, o qual passou por uma diluição de 1:5 para torná-lo com características de um esgoto doméstico secundário. Os experimentos foram expostos à radiação solar, e sempre se iniciaram às 10:00 h e terminaram às 14:00 h. A cada 1 hora era retirada alíquotas relativas aos esgotos, em seguida eram centrifugadas, e posteriormente, realizadas as determinações físicas e químicas. O catalisador foi utilizado em suspensão. Observou-se que houve redução da matéria orgânica em todas as análises, porém a maior degradação da matéria orgânica foi obtida a 0,1% de TiO_2 , com esgoto doméstico com características de esgoto secundário; já em relação ao esgoto doméstico bruto notou-se que a carga 0,2% de TiO_2 , favoreceu a diminuição dos parâmetros físicos-químicos analisados. A Fotocatálise Heterogênea utilizando TiO_2 , degrada grande parte da matéria orgânica, comprovando que trata-se de um método promissor para ser utilizado no tratamento de águas residuárias domésticas, além de mostrar-se como uma técnica que apresenta grande vantagem em termos energéticos, sobretudo em regiões tropicais, por utilizar luz solar como fonte de radiação.

PALAVRAS-CHAVE: Fotocatálise, Radiação UV, Esgoto doméstico.

INTRODUÇÃO

O esgoto doméstico é uma das principais causas de poluição dos recursos naturais. Com o aumento do consumo de água conseqüentemente, ocorreu também aumento na quantidade de esgoto doméstico. Quando não tratado esse esgoto acarreta diversos impactos, por exemplo, na saúde da população, através de doenças transmitidas por agentes patogênicos como a cólera, hepatite A e etc., impactos sobre o meio natural, como a eutrofização. Esses impactos mostram a necessidade e a importância dos sistemas de tratamento de esgoto para amenizar estes problemas.

O maior fator de deterioração do meio ambiente está associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Estes contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. A contribuição de N e P através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana (VON SPERLING, 1996).

Os esgotos sanitários são as principais fontes de contaminação dos corpos d'água e do solo, o volume lançado constitui expressiva carga de organismos patogênicos que são transmitidos ao homem através de ingestão direta de água não tratada, ingestão de alimentos contaminados ou pela infecção resultante do contato da pele com água ou solos contaminados (ZORATO, 2006).

Muitos desses contaminantes são espécies bastante estáveis, resistentes à biodegradação e, ao mesmo tempo, extremamente solúveis em água, o que lhes permite, além da contaminação das águas da superfície, penetrar no solo, pondo em risco os lençóis freáticos (DUARTE et al., 2005).

A questão do tratamento de esgoto doméstico é um problema existente em todo o país. De acordo com recente relatório do IBGE, cerca de 47% das cidades não possuem rede coletora de esgotos (REVISTA DO BRASIL, 2005).

Dentre as tecnologias avançadas, os processos oxidativos avançados apresentam um excelente potencial de utilização comprovada no tratamento de efluentes industriais, não só pela facilidade de operação como pela qualidade dos efluentes resultantes destes processos.

O objetivo do trabalho foi a avaliação da Fotocatálise Heterogênea Solar, no tratamento de esgoto doméstico bruto e esgoto doméstico com características de secundário, usando Dióxido de Titânio (TiO_2) como catalisador.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande-PB, no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais - LAPECA.

O sistema experimental consistiu de um reator tipo PTC com radiação solar e de um reservatório onde era armazenado o efluente a ser tratado, contendo uma vazão máxima de $2 \text{ m}^3/\text{h}$.

O esgoto bruto doméstico foi fornecido pela EXTRABES localizada no bairro do Catolé desta cidade. Os experimentos foram do tipo batelada, sendo mantido o catalisador em suspensão.

Os experimentos foram expostos à radiação solar, e sempre se iniciaram às 10:00 h e terminaram às 14:00 h, porque neste intervalo de tempo ocorre a maior incidência solar.

A cada 1 hora eram retiradas alíquotas relativas ao efluente, em seguida eram centrifugadas, e posteriormente, realizadas as determinações físicas e químicas.



Figura 1. Sistema Experimental.

- Preparação do Efluente Secundário

Inicialmente o esgoto doméstico bruto foi analisado e visto que para os parâmetros que seriam estudados, deveria diluí-lo de 1:5, para se obter valores semelhantes aos de esgoto doméstico secundário.

- Caracterização físico-química do esgoto

As análises para a caracterização físico-química do esgoto, sólidos totais, sólidos totais voláteis, sólidos totais fixos, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos, sólidos suspensos voláteis, DQO, medição do pH e da condutividade, foram de acordo com os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

- Escolha da Vazão de Trabalho

Foi feito um estudo prévio para determinação da vazão de trabalho. Com auxílio de um manômetro, fazia uma ligação entre a altura da coluna de fluido e a vazão alcançada. Para isso foi cronometrado o tempo para cada quantidade de líquido que escoava. A vazão escolhida deveu-se ao fato de melhor funcionamento do sistema experimental, pois nesta vazão não houve sedimentação do catalisador (TiO_2) e houve circulação do efluente, facilitando que o processo fotocatalítico ocorresse.

- Experimentos Realizados

Foram realizados 15 experimentos, com os efluentes escolhidos para o trabalho de acordo com a Tabela 1, a qual indica como eles foram realizados e qual o tipo de processo utilizado.

Tabela 1. Tipos de tratamentos utilizados na pesquisa.

Processos utilizados	Carga de catalisador	Experimentos	Quantidades de Experimentos
Fotólise com esgoto doméstico com características de secundário	-	8 e 9	2
Fotocatálise Heterogênea com esgoto doméstico com características de secundário	0,1%	10, 11 e 12	3
Fotocatálise Heterogênea com esgoto doméstico bruto	0,2%	13 e 14	2
Fotocatálise Heterogênea com esgoto doméstico bruto	0,1%	15 e 16	1
-	-	TOTAL	15

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Influência da Fotólise na degradação do efluente

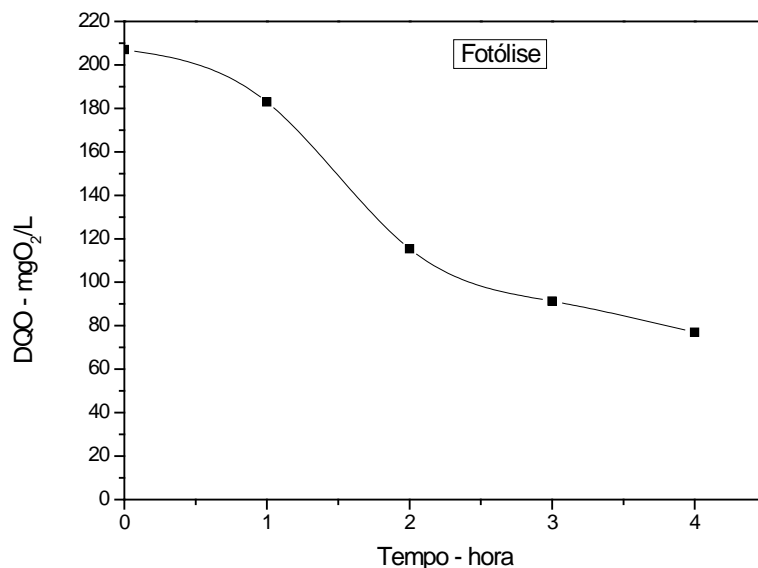


Figura 2. Comportamento da Fotólise na degradação de matéria orgânica.

A Figura 2, representa um decréscimo de 63% no final das 4 horas de experimento, devido à intensidade de radiação solar que foi suficiente para redução da DQO deste tipo de efluente.

- Avaliação da Fotocatálise Heterogênea

A Figura 3, representa a análise de DQO através da Fotocatálise Heterogênea com esgoto doméstico secundário simulado, utilizando uma carga de 0,1% de TiO₂.

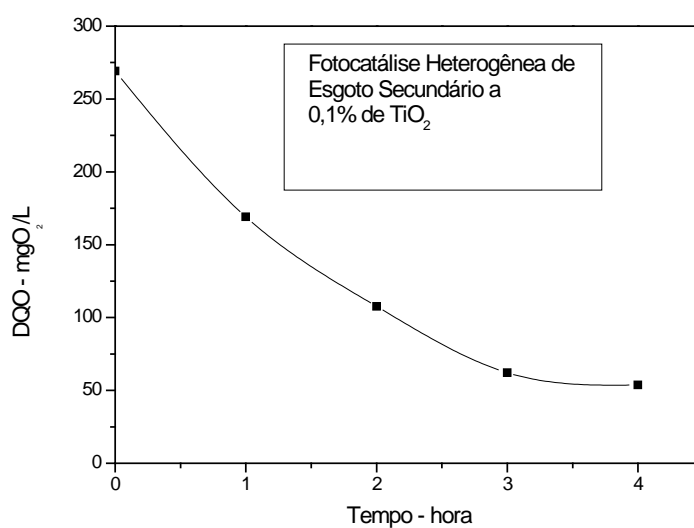


Figura 3. Estudo da Fotocatálise Heterogênea através do Esgoto Doméstico Secundário Simulado.

Esta Figura 3, mostra que houve redução da matéria orgânica em 80% de degradação, no final do tempo analisado. Isto mostra que as moléculas de substratos disponíveis foram suficientes para adsorver a quantidade de partículas do catalisador (TiO_2), que estavam no efluente, favorecendo a degradação.

- Influência da Carga do Catalisador através do Esgoto Doméstico Bruto

Esta Figura 4, permite avaliar que se trata de um esgoto doméstico bruto, devido as concentrações iniciais de DQO, que foram de aproximadamente de 700 mgO_2/L , pode-se perceber que ao final do tratamento fotocatalítico este efluente tornou-se com características de esgoto doméstico secundário, sendo necessário um tratamento posterior, pois a Fotocatálise não é indicada no tratamento de esgoto doméstico bruto.

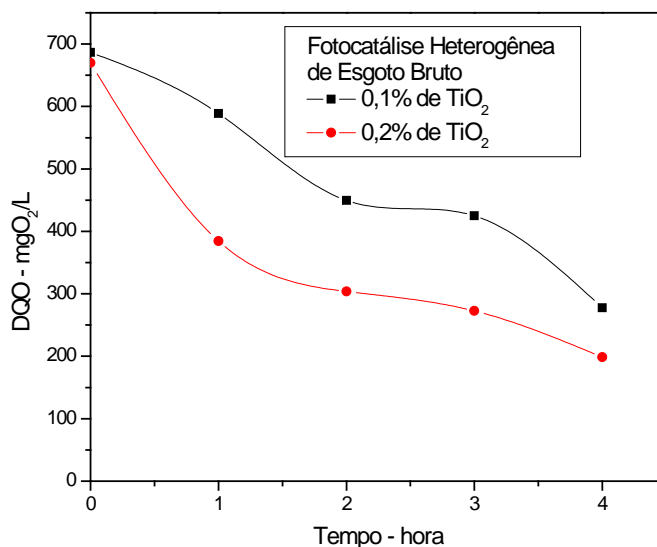


Figura 4. Estudo da Influência da Carga do Catalisador no Esgoto Doméstico Bruto.

A Figura 4, mostra a influência da carga do catalisador na degradação do esgoto doméstico bruto, através da redução da DQO, sendo de 60% para a carga de 0,1% de TiO_2 e de 70% para a carga de 0,2% do catalisador, no período de 4 horas. Pelos experimentos, nota-se que houve diminuição da matéria orgânica em ambos os casos, porém a carga de 0,2% de TiO_2 , foi a mais eficiente para este efluente devido a formação dos sítios ativos, pela radiação ultravioleta e pelo fotocatalisador, de maneira que, as reações se processaram rapidamente.

- Resultados de parâmetros físico-químicos na Fotólise

Esta Tabela 2 revela a influência da Fotólise no tratamento de esgoto doméstico com características de secundário.

Pode-se perceber que devido à sedimentação do efluente que era armazenado em um recipiente e a homogeneização que não foi uniforme durante todas as realizações dos experimentos, constatou-se que não houve uma boa diluição do efluente, conseqüentemente, afetando os sólidos de maneira que, estes não se apresentaram de forma coerente uma diluição de 1:5, devido à decantação.

Tabela 2. Influência da Fotólise nos parâmetros físico-químicos do Esgoto Doméstico Secundário Simulado.

Parâmetros	T = 0	T = 240 min	% de degradação
ST (mg/l)	1420	900	36,6
STV (mg/l)	820	640	21,9
STF (mg/l)	600	260	56,6
SST (mg/l)	240	140	41,6
SSV (mg/l)	200	100	50
SSF (mg/l)	40	40	0
Cloreto (mg/l)	240,5	229	4,8
Condutividade(uS/cm)	829,2	824,1	-
pH	7,5	8,6	-

Na Tabela 2, observa-se que a intensidade de radiação solar foi suficiente para a diminuição de todos os parâmetros, com exceção dos sólidos suspensos fixos, que se mantiveram constantes, pelo fato de serem material inorgânico e deste modo já era esperado que não houvesse remoção e se houvesse fosse pouca.

- Estudo de parâmetros físico-químicos na Fotocatálise Heterogênea

Esta Tabela 3 mostra a influência da fotocatalise heterogênea em relação ao tratamento do esgoto doméstico secundário simulado, com uma carga de 0,1% de TiO_2 .

Devido à decantação ocorrida com o efluente que era armazenado em um recipiente e a falta de uma mistura homogênea em todo o esgoto trabalhado, ocasionou nos experimentos (que foram diluídos de 1:5) uma falta de coerência em relação aos dados para o estudo do esgoto doméstico com características de secundário, constatou-se que não houve uma boa diluição do efluente, conseqüentemente, afetou os sólidos de maneira que, estes não se apresentaram conforme uma diluição de 1:5.

Tabela 3. Influência da Fotocatálise Heterogênea nos parâmetros físico-químicos no esgoto doméstico secundário simulado.

Parâmetros	T = 0	T = 240 min	% de degradação
ST (mg/l)	1280	420	67,1
STV (mg/l)	960	340	64,6
STF (mg/l)	320	80	75
SST (mg/l)	160	80	50
SSV (mg/l)	100	40	60
SSF (mg/l)	60	40	33,3
Condutividade(uS/cm)	715,3	692	-
Cloreto (mg/l)	206,14	183,24	11,1
pH	7,5	8,25	-

Na Tabela 3, observa-se uma diminuição de todos os parâmetros, com a carga de catalisador utilizada e a intensidade de radiação, pois de acordo com Alfano et al., (1997), se o sistema estiver suficientemente iluminado, maior será a quantidade de fótons emitidos para a solução, fazendo com que mais partículas de TiO_2 sejam ativadas; e que quanto maior for a taxa de iluminação, a combinação e^- / h^+ é mais freqüente,

possibilitando uma degradação fotocatalítica mais eficiente e mais rápida, devido a maior produção de radicais OH⁻, Blazková et al., (1998).

- Influência dos parâmetros analisados no esgoto doméstico bruto

A tabela abaixo mostra a influência da carga de 0,2% de TiO₂, no tratamento dos parâmetros físico-químicos, através da fotocatalise.

Nesta tabela 4, observa-se uma melhor degradação fotocatalítica, visto que a carga do catalisador a 0,2% foi eficiente, já que os sólidos suspensos apresentaram-se em menor quantidade, assim a quantidade de luz foi suficiente para ativar os sítios ativos e favorecer a diminuição dos parâmetros analisados.

Tabela 4. Influência da carga de 0,2% de TiO₂ no esgoto doméstico bruto.

Parâmetros	T = 0	T = 240 min	% de degradação
ST (mg/l)	2640	160	94
STV (mg/l)	2400	100	95,8
STF (mg/l)	240	60	75
SST (mg/l)	100	60	40
SSV (mg/l)	60	40	50
SSF (mg/l)	40	20	50
Condutividade(uS/cm)	1544	1343	-
Cloreto (mg/l)	318	292	8,2
pH	7,87	8,76	-

CONCLUSÕES

Houve eficiência na degradação do efluente doméstico secundário, com os dois processos da fotólise e da fotocatalise com carga de TiO₂ a 0,1%; porém observa-se que nesta última técnica ocorre melhor redução da matéria orgânica.

A Fotocatalise Heterogênea utilizando TiO₂, degrada boa parte da matéria orgânica, comprovando que trata-se de um método promissor para ser mais investigado no tratamento de águas residuárias domésticas.

Para o esgoto bruto doméstico, o processo fotocatalítico mostrou-se mais eficiente utilizando uma carga a 0,2% de TiO₂.

Nesta pesquisa, foi visto que não houve redução significativa nas análises de: cloreto e condutividade com o processo fotocatalítico.

Esta técnica apresenta grande vantagem em termos energéticos, sobretudo em regiões tropicais, por utilizar luz solar como fonte de radiação.

O esgoto doméstico com características de secundário apresentou em decorrência da decantação e da falta de homogeneização constantes valores acima do esperado.

Esta pesquisa mostrou que a Fotocatalise Heterogênea pode ser aplicada para o tratamento de esgoto doméstico com características de secundário, pois se apresenta como uma tecnologia de polimento, para ser usada quando já ocorreu um tratamento primário, tendo então eficácia comprovada através dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFANO, O.M.; CABRERA, M.I.; CASSANO, A.E. **Photocatalytic reactions involving hidroxyl radical attack.** I. *J. Catal.*, v. 172, p. 370-379, 1997.
2. APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**, 20th Ed. Washington, 1998.
3. BLAZKOVÁ, A., CSÖLLEOVÁ, I.; BREZOVÁ, V., **Effect of light on the phenol degradation using Pt/TiO₂ photocatalysts immobilized on glass fibres.** *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, v. 113, p. 251-256, 1998.
4. DUARTE, E.T.F.M.; MACHADO, A.E.H.; XAVIER, T.P.; SOUZA, D.R.; MIRANDA, J.A. **Construção e estudos de perfomance de um reator fotoquímico tipo CPC (Compound parabolic concentrador).** *Química Nova*, São Paulo, v.27, N°5, p.921-926, 2005.
5. Revista do Brasil. **Esgoto Doméstico.** Santa Catarina, 2005. Disponível em www.cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi, acesso em: 05 mar. 2009.
6. VON SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v. 1, 134 p.
7. ZORATO, A.C. **A importância do tratamento de esgoto doméstico no saneamnetro básico.** II Fórum Ambiental da Alta Paulista. São Paulo, 2006.