

- ACERO, J. L., STEMMLER, K., VON GUNTEN, U. **Degradation kinetics of atrazine and its degradation products with ozone and OH radicals: a Predictive Tool for Drinking Water Treatment.** Environ. Sci. Technol., 34(4), p. 591-597, 2000;
- ADAMS, C. D. et al. **Occurrence and treatment of atrazine and its degradation products in drinking water.** Proc. Am. Water Works Assoc. 109 th Annual Conf., Cincinnati, Ohio, p.1-24, 1990;
- ADAMS, C. D., RANDTKE, S. J. **Ozonation byproducts of atrazine in synthetic and natural waters.** Environ. Sci. Technol., 26(11), p. 2218-2227, 1992;
- ALLEMANE, H. et al. **Oxidation of selected pesticides by the ozone/hydrogen peroxide system.** Ozone in Water and wastewater Treatment, Vol. 134, n°. 2, p. 620-628, 1993;
- ALMEIDA, E., ASSALIN, M.R., ROSA, M. A. **Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio.** Química Nova. V. 27, n.5, p.818-824, 2004.
- AMARANTE JR., O. P. et al. **Estudo da adsorção/dessorção de 2,4-D em solos usando técnica cromatográfica.** Eclética Química, v.27, n.esp, p.253-261, 2002.
- ARÁNTGUI, J. et al. **Kinetics of the UV degradation of atrazine in aqueous solution in the presence of hydrogen peroxide.** J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 88, p.65-74, 1995;
- ASSALIN, M. R. DURÁN, N. **Novas tendências para aplicação de ozônio no tratamento de resíduos: ozonização catalítica.** Revista Analytica, 26, Dezembro 2006/Janeiro 2007;
- ASSIRATI, D. M. **Desinfecção de efluente de ete com ozônio para uso agrícola.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade estadual de campinas, SP, 2005;
- AUGUGLIARO, V. et al. **Photocatalytic degradation of nitrophenols in aqueous titanium dioxide dispersion.** Appl. Catal., v.69, p.323-340, 1991;
- BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar.** 2ª Ed. São Paulo: Editora Blücher LTDA, Cap. 8, p. 196-202, 1979.

- BELHATECHE, D. H. **Choose appropriate wastewater treatment technologies.** Chem, Eng. Prog., 32 – 50, 1995;
- BELTRÁN, F. J., GARCÍA-ARAYA, J. F. E ACEDO, B. **Advanced oxidation of atrazine in water – I. Ozonation.** Water Research. v. 28, n. 10, p.2153-2164, 1994.
- BELTRÁN, F. J., GARCÍA-ARAYA, J. F., ACEDO, B. **Advanced oxidation of atrazine in water – II. Ozonation Combined With Ultraviolet Radiation.** Wat. Res., 28(10), p. 2165-22174, 1994;
- BELTRÁN, F.J. et al. **Kinetic modelling of aqueous atrazine ozonation processes in a continuous flow bubble contactor.** J. Hazard. Mater. B80, p.189–206, 2000;
- BELTRÁN, F. J., OVEJERO, G., ACEDO, B. **Oxidation of atrazine in water by ultraviolet radiation combined with hydrogen peroxide.** Wat. Res., 27(6), p.1013-1021, 1993;
- BIRADAR, D.P. e RAYBURN, A.L., **Chromosomal damage induced by herbicide contamination at concentrations observed in public water supplies.** J. Environ. Qual. p.1222-1225, 1995;
- BRADY, J.E.; HUMISTON, G.E. Química Geral. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 198;
- BRITTO, J. M. e RANGEL, M. C. **Processos avançados de oxidação de compostos fenólicos em efluentes industriais.** Química Nova. v.31, n.1, p.114-122, 2008;
- CAMEL, V. BERMOND, A. **The use of ozone and associated oxidation processes in drinking water treatment.** Water Research. 32 (11), p. 3208-3222, 1998;
- CHARPENTIER, J. C. **Advances in chemical engineering.** V.11, p.3-40. Academic Press, New York, 1981;
- CHARPENTIER, J. C. **What is New in Absorption with Chemical Reaction.** Trans. IchemE., 60, 131, 1982;
- CHIRON, S., et al. **Pesticide Chemical Oxidation: State-of-the-Art.** Water Research, Vol. 34, nº. 2, p. 366-377, 2000;
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Resolução Nº 357, 2005 e 2008;
- COUTINHO, C. F. B. et al. **Pesticidas.** Revista de ecotoxicologia e meio ambiente. v. 15, p.65-72, jan/dez.2005;

Documentos Técnicos de Segurança da Superintendência do Controle de Endemias do estado de São Paulo (SUCEN-SP), 2002;

EATON, A. D. et al. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 20th Ed., American Public Health Association, Washington DC, 2000;

GÁLVEZ, J.B. et al. **Purificación de aguas por fotocátalisis heterogénea: estado del arte**. In: CYTED. Eliminación de Contaminantes por Fotocátalisis Heterogénea, 2001;

GONÇALVES, R.F. **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substâncias nocivas: aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia**. ABES, RiMa, 438 p, 2003;

GOTTSCHALK, C., JEKEL, M. **Atrazine oxidation in drinking water by ozone and hydrogen peroxide**. Ozone in Water and Wastewater Treatment, Vol. 1, p. S-3-84 a S-3-98, 1993;

HIDAKA, H. et al. **Photodegradation of surfactants**. V. Photocatalytic degradation of surfactants in the presence of semiconductor particles by solar exposure. J. Photochem. Photobiol. A: Chem., v.47, p.103-112, 1989;

HOIGNE, J., BADER, H. **Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water—I**. Nondissociating organic compounds. Water Res. 17, p.173–183, 1983;

HUANG, C.P., DONG, C., TANG, Z. **Advanced chemical oxidation : its present role and potential future in hazardous waste treatment**. Waste Manage., v.13, p.361-377, 1993;

HUSTON, P.L., PIGNATELLO, J.J. **Degradation of selected pesticide active ingredients and commercial formulations in water by the photo-assisted Fenton reaction**. Water Res. 33, p.1238–1246, 1999;

JAVARONI, R. C. A., LANDGRAF, M. D. e REZENDE, M. O. **Comportamento dos herbicidas atrazina e alaclor em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar**. Química Nova. v.22, n.1, p.58-64, 1999;

KORMULLER, A., WIESMANN, U. **Ozonation of polycyclic aromatic hydrocarbons in oil/water-emulsions: mass transfer and reaction kinetics**. Water Res. 37, p. 1023–1032, 2003;

KUNZ, A. et al. **Construção e otimização de um sistema para produção e aplicação de ozônio em escala de laboratório**. Química Nova, 22(3), p. 425-428, 1998;

LAROCQUE, R. L. **Ozone Applications in Canadá – a State of the Art Review**. Ozone Science & Engineering, Vol. 21, p. 119-125, 1999;

- LIMA, A. A. **Efeito da ozonização na toxicidade e na qualidade final de um efluente na indústria química** 106f. Dissertação de mestrado em Engenharia química – COPPE/UFRJ, RJ, 2002;
- LIPCZYNSKA-KOCHANY, E., SPRAH, G., HARMS, S. **Influence of some groundwater and surface waters constituents on the degradation of 4-chlorophenol by the fenton reation**. Chemosphere, Vol. 30, nº. 1, p. 9-20, 1995;
- MANSILA, H. D. et al. **Homogeneous and heterogeneous advanced oxidation of a bleaching effluent from the pulp and paper industry**. Wat. Sci. Tech., Vol. 35, n.4, p. 273-378, 1997;
- MASTEN, S. J., DAVIES, S. H. R. **The use of ozonation to degrade organic contaminants in wastewaters**. Environ. Sci. Technol. 28(40), p.180A-185A, 1994;
- MEIJERS, R. T., MULLER, E. J., KRUTHOF, J. C. **Degradation of pesticides by ozonation and advanced oxidation**. Ozone in Water and Wasterwater Treatment, Vol. 1, pp. S-3-76 a S-3-83, 1993;
- MELKINOV, N. N. **Chemistry of pestides** . Springer-Verlag, New York, 1971;
- MEUNIER, L., CANONICA, S., VON GUNTEN, U. **Implications of sequential use of UV and ozone for drinking water quality**. Water Res., 1864–1876, 2006;
- NUNES, G. S. RIBEIRO, M. L. **Pesticidas: Uso, legislação e controle**. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. v.9, p.31-44, jan/dez.1999;
- OPPELT, E. T. **Harzardous waste destruction** - thermal techniques will be increasingly used as legal restrictions on land disposal take effect. Environ. Sci.Technol.,v.20, n.4, p.312-318, 1986;
- Relatório de atividades do programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA) – Anvisa, 2001-2006.
- RICTHTER, C. A., NETTO, J. M. A. **Desinfecção: cloração e outros processos**. Tratamento de água – Tecnologia Atualizada, 1^a ed., São Paulo, Editora Blücher Ltda.1998;
- RIEDER, A. **Classes de potencial de periculosidade ambiental (PPA) dos pesticidas receitados em municípios do Pantanal Norte, Mato Grosso (MT)**, Brasil, no biênio 1999-2000. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal Corumbá/MS, 2004;
- ROTH, J. A., SULLIVAN, D. E. **Solubility of Ozone in Water**. Ind. Eng. Chem. Fundam., 20, 137-140, 1981;

- SANCHES, S. M. et al. **Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água.** Pesticidas: Revista de ecotoxicologia e meio ambiente. v.13, p. 53-58, jan/dez.2003;
- SOTELO, J. L. et al. **Henry's law constant for the ozone-water system.** Water Research. v. 23, n.10, p.1239-1246, 1989;
- SOUSA, I. J. **Pesticidas:** Que estratégia de avaliação na água destinada ao consumo humano. Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Água – Comissão Especializada de Qualidade da Água, 2002.
- SPADOTTO, C. et al. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos:** princípios e recomendações. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documento. ISSN 1516-4891. Dezembro, 2004;
- TEIXEIRA, C. P. A. B. e JARDIM, W. F. **Processos Oxidativos Avançados-** Conceitos teóricos. Caderno Temático. V.3 UNICAMP, 2004;
- XIONG F. GRAHAM N. J. **Rate constante for herbicida degradation by ozone.** Ozone Sci. Engng 14, p.283-301, 1992;
- WAXMAN, M. **Agrochemical and pesticide safety handbook.** Lewis Publishers. 1998;
- WOODS, S.,L., FERGUSON, J.F., BENJAMIN, M.M. **Characterization of chlorophenol and chloromethoxybenzene biodegradation during anaerobic treatment.** Environ. Sci. Technol., v.23, n.1, p.62-68, 1989;
- YAO C. D. HAAG W.R. **Rate constant for direct reaction of ozone with several drinking water contaminants.** Water Research. 25, p.761-773,1991;
- YUE, P. L. **Modelling of Kinetics and Reactor for Water Purification by Photo-Oxidation.** Chem. Eng. Sci., 48 (1), p.1-11, 1993;
- ZHOU, H.; SMITH, D.W. **Ozone mass transfer in water and wastewater treatment:**experimental observations using a 2D laser particle dynamics analyzer. Water Research. 34 (3), p. 909-921, 2000.

8

Anexos

8.1

Dados experimentais da absorção do ozônio em água

Tabela 12: Concentração do ozônio dissolvido versus tempo – Condições Experimentais
(pH=2,8; Vazão de O₂ = 12 L/h; T= 25 °C)

Tempo (min.)	C _{O3} (mg/L)	C _{O3} (mg/L)	C _{O3} (mg/L)
	0 rpm	100 rpm	155 rpm
0	0	0	0
1	0,08	0,4	0,63
2	0,59	0,8	0,83
3	1,03	1,11	2,02
4	1,19	1,27	1,98
5	1,43	1,67	2,14
6	1,71	1,86	2,5
7	1,78	2,06	2,74
8	1,94	2,34	2,74
9	1,94	2,54	2,9
10	2,14	2,54	2,94
12	2,06	2,62	2,9
15	2,46	2,74	3,3
18	2,62	3,01	3,25
20	2,6	2,94	2,98
25	2,9	3,01	2,78
30	2,9	2,82	2,62
35	2,46	3,05	3,05
40	2,5	2,9	2,86

Tabela 13: Concentração do ozônio dissolvido versus tempo – Condições Experimentais
(pH=2,8; Vazão de O₂ = 21 L/h; T= 25 °C;)

Tempo (min.)	C_{O3} (mg/L)	C_{O3} (mg/L)	C_{O3} (mg/L)
	0 rpm	100 rpm	155 rpm
0	0	0	0
1	0,2	0,59	0,87
2	0,83	1,03	1,03
3	1,07	1,11	1,27
4	1,11	1,19	1,82
5	1,23	1,43	1,75
6	1,35	1,43	1,59
7	1,55	1,82	1,59
8	1,78	1,51	1,59
9	1,78	2,14	1,59
10	1,71	1,59	1,59
12	1,51	1,59	1,59
15	1,35	1,67	1,63
18	1,55	1,43	1,86
20	1,63	1,51	1,54
25	1,59	1,75	1,51
30	1,63	1,75	1,94
35	1,51	1,19	1,59
40	1,35	1,43	1,54

Tabela 14: Concentração do ozônio dissolvido versus tempo – Condições Experimentais
(pH=2,8; Vazão de O₂ = 12 L/h; T= 25 °C; 100 rpm)

Tempo (min.)	C_{O3} (mg/L)	C_{O3} (mg/L)	C_{O3} (mg/L)
	0 rpm	100 rpm	155 rpm
0	0	0	0
5	1,67	0,98	0,12
10	2,54	1,52	0,19
15	2,74	1,67	0,23
20	2,94	1,66	0,24
25	3,01	1,61	0,25
30	2,82	1,86	0,26
35	3,05	2,06	0,27
40	2,9	2,14	0,27
45	2,19	2,05	0,24
50	2,52	2,25	0,3
55	2,47	2,29	0,27
60	2,74	1,93	0,28
65	2,35	2,01	0,29
70	2,72	2,62	0,31
75	2,75	2,37	0,32
80	2,66	2,31	0,3

8.2

Dados da ozonização da atrazina

Tabela 15: Concentração da atrazina versus tempo – Condições Experimentais

(Vazão de O₂ = 12 L/h; T= 25 °C; 100 rpm)

Tempo (min.)	C_{Atz} (mg/L)	C_{Atz} (mg/L)	C_{Atz} (mg/L)
	pH=2,8	pH=6,3	pH=10,3
0	6,5	6,5	6,5
2	3,7	2,9	1,0
4	3,2	1,9	0,4
6	2,5	1,8	0,3
8	2,4	1,2	0,2
10	2,2	1,2	0,2

Tabela 16: Mineralização da atrazina – Condições Experimentais

(Vazão de O₂ = 12 L/h; T= 25 °C; 100 rpm)

pH	CT (mg/L)	COT (mg/L)	CI (mg/L)
2,8	2,9	2,3	0,6
6,3	2,9	2,3	0,6
10,3	2,9	1,2	1,7

Tabela 17: Concentração da atrazina versus tempo – Condições Experimentais
(Vazão de O₂ = 12 L/h; T= 25 °C; 100 rpm; pH=2,9)

Tempo (min.)	C _{Atz} (mg/L)	C _{Atz} (mg/L)
	Dados experimentais	Dados Provenientes da modelagem
0	6,48	6,43
1	4,81	4,92
2	4,12	4,14
3	-	3,75
4	3,79	3,54
5	-	3,44
6	3,44	3,39
7	-	3,36
8	3,31	3,35
9	-	3,34
10	3,17	3,33