

Federal University of Rio Grande do Norte
Chemical Engineering Department



FOTEQ Laboratory of Applied Photochemistry and Phase Equilibrium



Oswaldo Chiavone-Filho
UFRN – Chemical Engineering Dept.
osvaldo@eq.ufrn.br

2012

NATAL, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL



UFRN numbers



Numbers:

54 years (1958)

33.000 students

4.868 tech and adm.

1.760 teachers

75 graduate courses

73 post-graduate courses

49° latin university ranked
by Webometrics Ranking
of World Universities (2012)



UFRN: FOTEQ/NUPEG

Foteq lab. is inserted in the Chemical Eng. Dept. of the Federal University of Rio Grande do Norte. The lab aims to determine experimental data to give support for chemical process design demands. Both photochemical and phase equilibrium engineering are applied for research subjects involving residue treatment and fluid phase behavior in the processing conditions of interest.

In applied photochemistry is studied the use of the Advanced Oxidation Processes in the degradation of organics pollutants effluents and soils.

Two types of photochemical reactors are being applied, i.e., using UV-Solar radiation and UV radiation emitting by lamps:



UFRN: FOTEQ/NUPEG

Foteq lab. is inserted in the Chemical Eng. Dept. of the Federal University of Rio Grande do Norte. The lab aims to determine experimental data to give support for chemical process design demands. Both photochemical and phase equilibrium engineering are applied for research subjects involving residue treatment and fluid phase behavior in the processing conditions of interest.

Two methods of phase equilibrium are being used, i.e., synthetic and analytical, both at low and high pressures:



UFRN: FOTEQ/NUPEG

The NUPEG (Center for Teaching and Research in Oil & Gas) has started with Human Resources Program of the National Agency of Petroleum Natural Gas and Biofuels (PRH-ANP) funds. FOTEQ lab is inserted in the Center NUPEG. In this group, in addition to the research group FOTEQ, are developed works in the Energy Sector, such as Biodiesel, New Technologies in Heavy Oil Recovery, Drilling Fluids Biodegradable Development, Biocompatible Gel Fracture, Additives for the Oil Industry, Gas Treatment, and especially with Surfactants.



NUPEG has two buildings. NUPEG I has rooms for teachers, computer room, amphitheater, meeting rooms and classrooms. NUPEG II is where are concentrated the research laboratories, i.e., FOTEQ and Surfactant Technologies.



UFRN: FOTEQ/NUPEG

The lab contains analysis equipments like:

Atomic Abs. Spec.



Density meter



GC-MS



TOC analyser



Rheometer



FOTEQ PAPERS

CHIAVONE-FILHO, O. ; PROUST, P. ; RASMUSSEN, P. . Vapor-Liquid Equilibria Of Glycol Ether + Water Systems. *Journal of Chemical and Engineering Data*, USA, v. 38, n. 1, p. 128-131, 1993.

CHIAVONE-FILHO, O. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; RASMUSSEN, P. . Solubilities of Salts In Mixed Solvents. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 38, n. 3, p. 367-369, 1993.

OLIVEIRA, M. R. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; RODRIGUES, J. M. E. ; MEDEIROS, J. T. N. . Estudo das Condições de Cultivo da Algaroba e Jurema Preta e Determinação do Poder Calorífico. *Revista de Ciência & Tecnologia*, São Paulo, v. 7, p. 93-104, 1999.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; TAVARES, E. C. ; MARCELINO, S. I. S. ; CHIAVONE-FILHO, O. ; SOUZA, Carlson Pereira de . Determination Of Salt Solubility Data For Ternary Aqueous Systems Using A Quasiisothermic Thermometric Technique. *Thermochimica Acta*, Amsterdam, v. 328, p. 253-258, 1999.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; RASMUSSEN, P. . Modeling Salt Solubilities In Mixed Solvents. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Brasil, v. 17, n. 2, p. 117-131, 2000.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; TERRON, L. R. ; AMARAL FILHO, P. G. ; SILVA, Douglas Do Nascimento . Alpha Function for the Peng-Robinson and van der Waals Equations to a Series of Hydrocarbons. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, USA, v. 40, p. 6240-6244, 2001.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; OLIVEIRA, Humberto Neves Maia de ; DANTAS NETO, Afonso Avelino ; LOPES, F. W. B. . Vapor-Liquid Equilibria for Pentane + Dodecane and Heptane + Dodecane at Low Pressures. *Journal of Chemical and Engineering Data*, USA, v. 47, p. 1384-1387, 2002.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; MONTEIRO, A. R. ; SOUSA, E. M. B. D. ; MEIRELES, M. Â. ; RODRIGUES, V. M. ; MARQUES, Marcia O.m. . Determination of the solubility of extracts from vegetable raw material in pressurized CO₂: a pseudo-ternary mixture formed by cellulosic structure + solute + solvent. *The Journal of Supercritical Fluids*, Alemanha, v. 22, n. 1, p. 21-36, 2002.

FOTEQ PAPERS

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; SOUSA, E. M. B. D. ; SILVA, Douglas Do Nascimento ; A.MEIRELES, M^a Angela ; MARQUES, M. O. M. ; MORENO, M. T. . Experimental Results for the Extraction of Essential Oil from *Lippia sidoides* Cham. using Pressurized Carbon Dioxide. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 229-241, 2002.

MORAES, José Ermírio F ; SILVA, Douglas Do Nascimento ; QUINA, Frank H ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do . Utilization of Solar Energy in the Photodegradation of Gasoline in Water and of Oil-Field-Produced Water. *Environmental Science & Technology*, USA, v. 38, n. 13, p. 3746-3751, 2004.

MORAES, José Ermírio F ; SILVA, D. DO N. ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do ; QUINA, F. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO . Treatment of Saline Wastewater Contaminated with Hydrocarbons by the Photo-Fenton Process. *Environmental Science & Technology*, USA, v. 38, n. 4, p. 1183-1187, 2004.

SALMINEN, J. ; KOBYLIN, P. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; LIUKKONEN, S. . Gibbs energy approach for aqueous processes with HF, HNO₃, and CO₂-CaCO₃. *AIChE Journal*, USA, v. 50, n. 8, p. 1942-1947, 2004.

TELEMACO, Emmanuelle de Paiva ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; LIRA, Daniella Cb de ; WILL, Isabela B S ; GUARDANI, Roberto ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do . Fotodegradação através do Processo Oxidativo avançado de um efluente industrial contendo polímeros. *Petro e Química*, São Paulo (Ed.Valete), v. 278, n. Novembro, p. 83-88, 2005.

MOTA, André Luís Novais ; MURANAKA, C T ; MORAES, José Ermírio F ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; NASCIMENTO, Cláudio Oller Augusto Do . Estudo do Tratamento de Efluentes de Indústrias Petroquímicas, contendo Compostos Fenólicos. *Petro e Química*, São Paulo (Ed.Valete), v. 278, p. 50-55, 2005.

BUARQUE, Hugo Leonardo de Brito ; CAVALCANTE JR., Célio L. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO . Adsorption Equilibria of C8 Aromatic Liquid Mixtures on Y Zeolites using Headspace Chromatography. *Separation Science and Technology*, USA, v. 40, p. 1817-1835, 2005.

FOTEQ PAPERS

SOUSA, Elisa Maria Bittencourt Dutra de ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; MARTINEZ, J ; ROSA, P T V Domingos ; A.MEIRELES, M^a Angela . Extraction of volatile oil from Croton zehntneri Pax et Hoff with pressurised CO₂: solubility, composition and kinetics. *Journal of Food Engineering*, USA, v. 69, p. 325-333, 2005.

ALBUQUERQUE, Liana Filgueira ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; VIDAL, Marcelo P ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do . Metabissulfito na despesca do camarão. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 23-25, 2006.

MURANAKA, Cinthia T. ; MORAES, José Ermírio F ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do ; MOTA, André Luís Novais ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO . Pré-Tratamento por Fenton e Coagulação de Efluentes da Indústria Petroquímica, contendo Fenol. *Petro e Química*, São Paulo (Ed.Valete), v. 281, n. Fevereiro, p. 66-70, 2006.

LUNA, Airton José de ; NASCIMENTO, Cláudio Oller Augusto Do ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO . Photodecomposition of Hydrogen Peroxide in Highly Saline Aqueous Medium. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Campinas, v. 23, n. 03, p. 341-349, 2006.

MORAES, José Ermírio F ; MOTA, André Luís Novais ; SILVA, Douglas Do Nascimento ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; GALVÃO, Sara Amélia de Oliveira . Application of the photo-Fenton process to the treatment of wastewaters with diesel. *Science of the Total Environment*, Inglaterra, v. 367, p. 42-49, 2006.

BARBOSA JÚNIOR, Wellington ; SILVA, D. N. ; SOUZA, C. P. ; OLIVEIRA, Humberto Neves Maia de ; MORAES, José Ermírio Ferreira de ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO . PHASE CHANGES OF PETROLEUM MIXTURES BY MONITORING TEMPERATURE AND CONDUCTIVITY FOR PARAFFIN FORMATION. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*, v. 1, p. 34-44, 2007.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; AMORIM, Josinira Antunes ; PAREDES, Márcio Luis Lyra ; RAJAGOPAL, Krishnaswamy . Modeling High-Pressure Densities at Wide Temperature Range with Volume Scaling: Cyclohexane + n-Hexadecane Mixtures. *Fluid Phase Equilibria*, v. 259, p. 89-98, 2007.

FOTEQ PAPERS

AMORIM, J. A. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; PAREDES, Márcio Luis Lyra ; RAJAGOPAL, Krishnaswamy . High-Pressure Density Measurements for the Binary System Cyclohexane + n-Hexadecane in the Temperature Range of (318.15 to 413.15) K. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 52, p. 613-618, 2007.

OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; BRAUN, André ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do ; GUARDANI, Roberto ; TEIXEIRA, Antonio Carlos S. C. ; QUINA, Frank H . Industrial Wastewater Treatment by Photochemical Processes Based on Solar Energy. *Journal of Solar Energy Engineering*, v. 129, p. 45-52, 2007.

MOTA, André Luís Novais ; ALBUQUERQUE, Liana Filgueira ; Beltrame, L.T.C. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; MACHULEK JR., Amilcar ; NASCIMENTO, Cláudio Augusto Oller Do . Advanced oxidation processes and their application in the petroleum industry: a review. *Brazilian Journal of Petroleum and gas*, v. 2, p. 122-142, 2008.

NÓBREGA, Geraldine Angélica Silva da ; MOURA, Maria Carlenise Paiva de Alencar ; BARROS NETO, Eduardo Lins de ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; DANTAS NETO, Afonso Avelino . Investigation of gas-liquid equilibrium of a surfactant-based desiccant liquid developed for natural dehydration. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*, v. 2, p. 106-113, 2008.

Beltrame, L.T.C. ; OLIVEIRA, B. A. T. A. ; DANTAS, Tereza Neuma de Castro ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; OLIVEIRA, S. A. . Extração de corantes dispersos presentes em efluentes têxteis por microemulsão. *Química Têxtil*, v. 93, p. 72-77, 2008.

SILVA, D. N. ; CUNHA, Gabriela Miranda de Assis ; EVANGELISTA NETO, Alcivan Almeida ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; NASCIMENTO, Cláudio Oller Augusto Do . Processo foto-Fenton aplicado ao tratamento de águas produzidas em campos de petróleo. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 14, p. 1-8, 2009.

Sousa ; MELO, Josette Lourdes de Sousa ; MELO, Hênio Normando de Souza ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; NUNES, A. O. ; BORGES, M. C. . A single-effect solar still for desalination of treated oil production water. *Brazilian journal of petroleum and gas*, v. 3, p. 139-147, 2009.

FOTEQ PAPERS

AMORIM, Josinira Antunes ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; PAREDES, Márcio Luis Lyra ; RAJAGOPAL, Krishnaswamy . AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FATORES DE CARACTERIZAÇÃO DE FRAÇÕES DE PETRÓLEO NA DESCRIÇÃO DE PROPRIEDADES DE MISTURAS SINTÉTICAS ASSIMÉTRICAS. *Revista Petroquímica, Petróleo, Gás & Química*, v. 328, p. 87-94, 2010.

DA SILVA, Syllos S. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; de Barros Neto, Eduardo L. ; Nascimento, Claudio A.O. . Integration of processes induced air flotation and photo-Fenton for treatment of residual waters contaminated with xylene. *Journal of Hazardous Materials (Print)*, v. 199-200, p. 151-157, 2012.

LUNA, Airton José de ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; MACHULEK JR., Amilcar ; MORAES, José Ermírio Ferreira de ; NASCIMENTO, Claudio Augusto Oller Do . Photo-Fenton oxidation of phenol and organochlorides (2,4-DCP and 2,4-D) in aqueous alkaline medium with high chloride concentration. *Journal of Environmental Management*, v. 111, p. 10-17, 2012.

BRITO, R. A. ; GOMES, K. K. P. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; ALVES JR., C. . Reducción aluminotérmica del TiO₂ por plasma de cátodo hueco. *Información Tecnológica (Impresa)*, 2012 (accepted paper – in press).

BELTING, P. C. ; RAREY, J. ; GMEHLING, J. ; CERIANI, R. ; OSVALDO CHIAVONE-FILHO ; MEIRELLES, A. J. A. . Activity Coefficient at Infinite Dilution Measurements for Organic Solutes (polar and nonpolar) in Fatty Compounds: Saturated Fatty Acids. *Journal of Chemical Thermodynamics*, 2012 (accepted paper – in press).

FOTEQ DOCTORAL THESIS

André Luís Novais Mota. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA FOTO-OXIDATIVO VISANDO APLICAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS PRODUZIDAS EM CAMPOS DE PETRÓLEO. 2010. UFRN.

Liana Filgueira Albuquerque. APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DAS SALINAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL ALCALINO. 2009. UFRN.

Emmanuelle de Paiva Telemaco. Degradação fotoquímica de efluentes industriais contendo polipropileno e isoniazida. 2008. UFRN.

Douglas do Nascimento Silva. REMEDIAÇÃO DE SOLOS IMPACTADOS COM POLUENTES ORGÂNICOS USANDO OS REAGENTES DE FENTON. 2008. USP.

Josinira Antunes de Amorim. Obtenção de Propriedades Físico-Químicas de Misturas de Hidrocarbonetos em Baixa e Alta Pressão Visando a Caracterização e a Modelagem. 2007. UFRN.

Airton José de Luna. Degradação fotoquímica do fenol, 2,4-diclorofenol e ácido 2,4-diclorofenoxiacético em meio de alta salinidade. 2005. USP.

José Ermírio F Moraes. APLICAÇÃO DO PROCESSO FOTO-FENTON NA DEGRADAÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS CONTENDO POLUENTES ORGÂNICOS. USP.

Humberto Neves Maia de Oliveira. Determinação de dados de Equilíbrio Líquido-Vapor para Sistemas Hidrocarbonetos e Desenvolvimento de uma nova Célula Dinâmica. 2003. UFRN.

Elisa M^a B.D.Sousa. Construção e Utilização de um Dispositivo de Extração com Fluido Pressurizado Aplicado para Produtos Naturais. 2001. UFRN.

FOTEQ MASTER DISSERTATIONS

Sylos Santos da Silva. Análise dos Processos de Flotação e Oxidação Avançada para o Tratamento de Efluente Modelo da Indústria do Petróleo. 2010. UFRN.

Dival de Brito Guerra Neto. Determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor a altas pressões para sistemas de hidrocarbonetos assimétricos. 2010. UFRN.

Bruna Maria Emerenciano das Chagas. Influência do estresse nutricional programado na composição da Microalga Marinha Isochrysis galbana. 2010. UFRN.

Alessandro Alisson de Lemos Araújo. DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO PONTO DE TURBIDEZ DE SISTEMAS AQUOSOS COM TENSOATIVOS NONILFENOL ETOXILADOS. 2010. UFRN.

Zuzilene da Silva Evangelista. ESTUDO DA REMOÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS, BENZENO E TOLUENO, EM SOLUÇÃO AQUOSA POR PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO DO TIPO FENTON. 2009. UFRN.

Cicero Sena M Gomes. Remoção de hidrocarbonetos pesados do gás natural visando o ajuste do Índice de Metano. 2007. UFRN.

Adriana Karla Virgolino Guimarães. EXTRAÇÃO DO ÓLEO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA BORRA DE PETRÓLEO PARA FINS DE REUSO. 2007. UFRN.

André Luís Novais Mota. Desenvolvimento de um reator fotoquímico aplicável no no tratamento de efluentes fenólicos presentes na industria do petróleo. 2005. UFRN.

Liana Filgueira Albuquerque. ESTUDO DA OXIDAÇÃO DO METABISSULFITO DE SÓDIO CONTIDO NO EFLUENTE DA CARCINICULTURA. 2005. UFRN.

Fernanda Yumi Matsuda. Integração de Processo Fotoquímico e Biológico na degradação de Fenol em Efluentes Aquosos. 2005. USP.

FOTEQ MASTER DISSERTATIONS

Yurika Fukushima Kai. Estudo da degradação de água de petróleo por processos fotoquímicos. 2005. USP.

Maria do Socorro Ferreira dos Santos. Desinfecção de efluentes domésticos tratados em lodos ativados e valo de oxidação, usando radiação ultravioleta de origem artificial e solar Desinfecção de esgoto doméstico via radiação ultravioleta. 2005. UFRN.

Kátia Regina Souza. DEGRADAÇÃO FOTO-FENTON DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO LÍQUIDO DA CASTANHA DE CAJU (LCC) EM EFLUENTES INDUSTRIAS. 2005.

Wellington Barbosa Júnior. Obtenção de Dados de Solubilidade de Parafinas em n-Alcanos Leves por meio de Métodos Sintético e Analítico. 2003. UFRN.

Sara Amélia de Oliveira Galvão. Degradação fotoquímica do óleo diesel em efluentes aquosos através do processo foto-Fenton. 2003. UFRN.

Douglas do Nascimento Silva. Degradação fotoquímica de hidrocarbonetos da gasolina em efluentes aquosos. 2002. UFRN.

Avelino de Queiroga Cavalcanti Neto. Análise do Processo de Adsorção de Água com Desenvolvimento de um Sistema de Calibração. 2002. UFRN.

Josinira Antunes de Amorim. Influência de fatores agronômicos na solubilidade, na atividade antioxidante e no rendimento do óleo essencial de alecrim pimenta (*Lippia Sidoides Cham.*) em CO₂ pressurizado. 2002. UFRN.

Albina da Silva Moreira. Equilíbrio de fases para sistemas aquosos com polietileno glicol, dextran, fosfato de potássio e bromelina. 2001. UFRN.

Edilson Cosme Tavares. Determinação de Dados de Equilíbrio Sólido-Líquido Para Sistemas Aquosos Com Eletrólitos Utilizando A Técnica Termométrica Quasiisotérmica Automatizada. 1999.

FOTEQ MASTER DISSERTATIONS

Hugo Leonardo de Brito Buarque. Adsorção Multicomponente de Xilenos em Zeólita Y no Equilíbrio. 1999. UFRN.

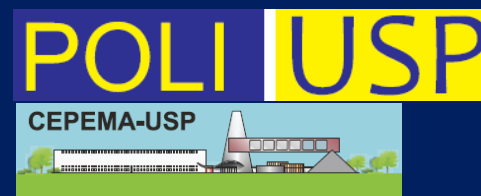
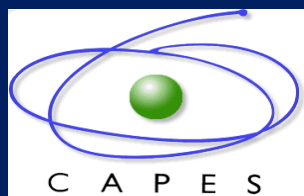
Humberto Neves Maia de Oliveira. Determinação de dados de equilíbrio para sistemas aquosos com eletrólitos. 1999. UFRN.

Nancy Cristina Baumgartner Fernandes de Barros. Simulação do Sistema de Absorção da Unidade de Processamento de Gás Natural de Guamaré (Upgn-Gmr). 1998. UFRN.

Marcílio Rodrigues de Oliveira. Compilação das Condições de Cultivo das Principais Culturas do RN e Proposta de Uma Fazenda Energética Utilizando Algaroba e Jurema Preta. 1997. UFRN.

José Augusto Furtado de Oliveira. Desenvolvimento de Programas Para O Cálculo de Propriedades Termodinâmicas. 1996. UFRN.

Aknowledgements



Thank you for your attention

Oswaldo Chiavone-Filho

UFRN – Chemical Engineering Dept.

osvaldo@eq.ufrn.br

www.nupeg.ufrn.br/foteq

INCT de Estudos do Meio Ambiente

