



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Nome do(a) Bolsista: **Vanessa Silva Granadeiro Garcia**

Código do Projeto vinculado: **2020.06.IPEN.09**

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto

Avaliação da degradação de surfactantes e a redução de toxicidade após a irradiação com feixe de elétrons

Prazo Execução (meses): 36

Objetivo Geral

O presente projeto contemplará a avaliação dos efeitos tóxicos de amostras líquidas de surfactantes e efluentes tratados com radiação ionizante, empregando organismos representativos de diferentes níveis tróficos da biota aquática, a fim de confirmar o nível de toxicidade destes contaminantes e o quanto a irradiação pode reduzir a carga de toxicidade.

A utilização de ensaios ecotoxicológicos com diferentes organismos aquáticos será alvo do estudo, de forma a complementar o monitoramento da qualidade dos surfactantes e efluentes tratados, avaliando os benefícios ambientais da tecnologia das radiações e/ou de processos combinados de tratamento.

Objetivos Específicos

- Avaliar a toxicidade aguda, crônica e efeitos sub-letais de surfactantes, misturas e efluentes que os contém, a organismos aquáticos de diferentes níveis tróficos.
- Estabelecer doses de irradiação viáveis para degradação e redução de toxicidade de surfactantes.
- Avaliar a eficiência da irradiação por feixe de elétrons no tratamento destes contaminantes.
- Contribuir com programas de gerenciamento, tratamento e descarte adequados de efluentes industriais.
- Ampliar a gama de ensaios de toxicidade a serem empregados na avaliação de surfactantes e efluentes e da eficiência dos tratamentos propostos.
- Analisar a viabilidade econômica e implementar a transferência da tecnologia das radiações em efluentes reais.

Palavras-chave

1 - Surfactantes

2 - Efluentes industriais

3 - Irradiação por feixe de elétrons

4 - Ecotoxicologia

5 - Organismos aquáticos

Metas Físicas

1 - Seleção dos surfactantes a serem analisados, bem como efluentes, compostos orgânicos e doses aplicadas (irradiação por feixe de elétrons).

2 - Ensaios ecotoxicológicos e implementação de novos ensaios.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

3 - Implementação de técnicas: irradiação em Acelerador de Elétrons – irradiação na UMI (Unidade Móvel de Irradiação).

4 -Auxiliar o grupo de pesquisa nas diversas atividades experimentais.

5 - Estudo e análise de eficiência e custos do processo de irradiação para surfactantes – escala laboratorial e sistema UMI.

Justificativa Resumida:

Remover os surfactantes de efluentes líquidos tem sido uma questão fundamental, pois estes são o princípio ativo de vários químicos, e estão presentes na grande maioria dos efluentes industriais, hospitalares, restaurantes e mesmo residências.

Os impactos de detergentes nos corpos hídricos vão além do aspecto visual da formação de espuma, praticamente toda a biota pode ser afetada, com perda importante da biodiversidade. Além de efeitos biológicos adversos, a capacidade de biodegradação do corpo hídrico é reduzida devido à depreciação dos nível de oxigênio dissolvido nas águas, contribuindo com mudanças significativas no ecossistema aquático. Uma das grandes preocupações é a alta solubilidade, baixa biodegradabilidade e persistência destes compostos nos corpos hídricos.

Devido as características acima mencionadas, geralmente, os surfactantes não são totalmente removidos pelos processos biológicos de tratamento de efluentes, necessitando de tratamentos complementares. Neste aspecto, a tecnologia por feixe de elétrons têm se mostrado promissora na redução de carga tóxica e outros parâmetros de diversos contaminantes orgânicos, podendo ser aplicada no tratamento de surfactantes e efluentes industriais.

CRONOGRAMA FÍSICO

META FÍSICA 1 - Seleção dos surfactantes a serem analisados, bem como efluentes, compostos orgânicos e doses aplicadas (irradiação por feixe de elétrons).

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
1.1. Levantamento Bibliográfico	Elaboração de documento contendo revisão de literatura a cerca de surfactantes, efluentes industriais, e utilização da tecnologia por feixe de elétrons para tratamento	01	30
1.2. Seleção de surfactantes, efluentes e doses de irradiação a serem aplicadas no estudo.	Ensaio preliminares de toxicidade com organismos aquáticos para estabelecimento das condições de irradiação.	01	08
1.3. Estudos com contaminantes orgânicos incluindo resíduos de medicamentos	Avaliação da literatura e ensaios de toxicidade com organismos aquáticos.	01	24



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

1.4. Trabalho experimental: avaliação dos surfactantes, efluentes, amostras irradiadas, ensaios de toxicidade.	Ensaio de toxicidade com organismos aquáticos: surfactantes brutos; irradiados; efluentes e misturas. Avaliação da degradação de surfactantes.	02	30
1.5. Redação de artigo científico e participação em eventos científicos	A medida que os resultados forem obtidos haverá a redação de artigo científico. Elaboração de trabalhos para apresentação em eventos científicos.	01	36

META FÍSICA: 2 - Ensaio ecotoxicológico e implementação de novos ensaios

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
2.1. Levantamento Bibliográfico	Elaboração de documento contendo revisão de literatura sobre ensaios ecotoxicológicos.	01	30
2.2. Ensaio ecotoxicológico já estabelecidos	Ensaio de toxicidade aguda, crônica e efeitos sub-letais com organismos aquáticos.	01	30
2.3 Implementação de novos ensaios	Avaliação da literatura e viabilidade da implementação de novos ensaios ecotoxicológicos para avaliação das amostras.	01	24
2.4. Trabalho experimental: novos ensaios propostos	Ensaio ecotoxicológico e avaliação de dados obtidos.	06	30
2.5. Redação de artigo científico	A medida que os resultados forem obtidos haverá a redação de artigo científico.	02	36

META FÍSICA: 3 - Implementação de técnicas: irradiação em Acelerador de Elétrons – irradiação na UMI

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
3.1. Levantamento Bibliográfico	Elaboração de documento contendo revisão de literatura a cerca da tecnologia por feixe de	01	30



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

3.2. Planejamento experimental	elétrons. Planejamento das condições e parâmetros que serão utilizados na irradiação de surfactantes na UMI.	06	24
3.3. Implementação de técnicas	Implementação das técnicas a serem adotadas para o possível tratamento de surfactantes na UMI.	12	30

META FÍSICA: 4 -

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
4.1. Auxiliar o grupo de pesquisa nas demandas laboratoriais	Auxílio nas demandas de laboratório	01	36
4.2. Manutenção e cultivo de organismos aquáticos para ensaios de toxicidade	Manutenção dos organismos utilizados nos ensaios laboratoriais	01	36
4.3. Participação na pesquisas e redação de artigos científicos do grupo de pesquisa.	Auxílio aos alunos do grupo de pesquisa nas práticas laboratoriais e redação de artigos científicos	01	36
4.4. Participação em eventos científicos	Elaboração de trabalhos para apresentação em eventos científicos.	04	36

META FÍSICA: 5 - Estudo e análise de eficiência e custos do processo de irradiação para surfactantes – escala laboratorial e sistema UMI

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
5.1. Levantamento Bibliográfico	Elaboração de documento com revisão de literatura sobre eficiência e custos de irradiação para tratamento de diferentes matrizes ambientais.	01	32
5.2. Estudo e análise da eficiência e custos reais para o tratamento dos surfactantes avaliados com feixe de elétrons.	Elaboração de documento com resultados laboratoriais obtidos, eficiência e custos.	12	36

Resultados Esperados

1 – Artigo Científico

2 – Artigo Científico

3 – Artigo Científico

4 -Implementação de novos ensaios ecotoxicológicos no Laboratório de Ensaios Biológicos e Ambientais do CETER.

5 – Participação em eventos científicos.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

6 - Contribuição para efetiva utilização da Unidade Móvel de Irradiação (tratamento de surfactantes).

7 -

8 -

9 -

10 -

Grau de Inovação (se houver):

O projeto está inserido no projeto 2020.06.IPEN.09 que visa contribuir com o estabelecimento da Unidade Móvel de Irradiação do IPEN.

Bibliografia:

ALTENBURGER, R.; BRACK, W.; BURGESS, R. M.; BUSCH, W.; 1, ESCHER, B. I.; FOCKS, A.; HEWITT, L. M.; JACOBSEN, B. N.; ALDA, M. L.; AIT-AISSA, S.; BACKHAUS, T.; GINEBREDA, A.; HILSCHEROVÁ, K.; HOLLENDER, J.; HOLLERT, H.; NEALE, P. A.; SCHULZE, T.; SCHYMANSKI, E. L.; TEODOROVIC, I.; TINDALL, A. J.; UMBUZEIRO, G. A.; VRANA, B.; ZONJA, B.; KRAUSS, M. Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures. *Environmental Sciences Europe*, v. 31:12, p. 1-17, 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ecotoxicologia aquática – Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a emissão de luz de *Vibrio fischeri*. ABNT NBR 15411, Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda- Método de ensaio com *Daphnia spp* (Crustacea, Cladocera). ABNT NBR 12713, Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade em sedimento- Método de ensaio com *Hyaella spp* (Amphipoda). ABNT NBR 15470, Rio de Janeiro, 2013.

BORRELY, S. I.; SAMPA, M. H. O.; Pedroso, C.B; Oikawa, H.; SILVEIRA, C. G. Cherbakian, E.H.; Santos, M.C.F. Radiation processing of wastewater evaluated by toxicity assays. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 57, p. 507-511, 2000.

BORRELY, S. I.; MORAIS, A. V.; ROSA, J. M.; BADARÓ-PEDROSO, C.; PEREIRA, M. C.; HIGA, M. C. Decoloration and detoxification of effluents by ionizing radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, v.124, p. 198–202, 2016.

CAI, H.; LIANG, J.; NING, X.; LAI, X.; LI, Y. Algal toxicity induced by effluents from textile dyeing wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Science*, v. 91, p. 199-208, 2020.

CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MAIO AMBIENTE - Resolução nº 430, de 16 de maio de 2011.

COOPER, W. J.; CURRY, R. D.; O'SHEA, K. E. (Ed.) *Environmental Applications of Ionizing Radiation*, p. 369-380, 1998.

COWAN-ELLSBERRY, C.; BELANGER, S.; DORN, P.; DYER, S.; MCAVOY, D.; SANDERSON, H.; VERSTEEG, D.; FERRER, D.; STANTON, K. Environmental Safety of the Use of Major Surfactant Classes in North America. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 44, p. 1893–1993, 2014.

DUARTE, C. L.; SAMPA, M. H. O.; RELA, P. R.; OIKAWA, H.; CHERBAKIAN, E. H.; SENA, H. C.; ABE, H.; SCIANI, V. Application of electron beam irradiation combined to conventional treatment to treat industrial. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 57, p. 513-518, 2000.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

FOLCIK, A. M.; PILLAI, S. D. A critical review of ionizing radiation technologies for the remediation of waters containing Microcystin-LR and *M. aeruginosa*. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 177, 109128, 2020.

GARCIA, V. S. G.; DE FREITAS TALLARICO, L.; ROSA, J. M.; SUZUKI, C. F.; ROUBICEK, D. A.; NAKANO, E.; BORRELY, S. I. Multiple adverse effects of textile effluents and reactive Red 239 dye to aquatic organisms. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021.

GARCIA, V.S.G.; ROSA, J. M.; BORRELY, S. I. Toxicity and color reduction of a textile effluent containing reactive red 239 dye by electron beam irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 172, 108765, 2020.

GEISSEN V.; MOL, H.; KLUMPP, W.; UMLAUF, G.; NADAL, M.; VAN DER PLOEG, M.; VAN DE ZEE, S.E.A.T.M.; RITSEMA, C.J. Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management. *Intern. Soil and water conservation*, v. 3, p. 57-65. 2015.

HAN, B.; KIM, J. K.; KIM, Y.; CHOI, J. S.; JEONG, K. Y. Operation of industrial-scale electron beam wastewater treatment plant. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 81, p. 1475-1478, 2012.

HE, S.; SUN, W.; WANG, J.; CHEN, L.; ZHANG, Y.; YU, J. Enhancement of biodegradability of real textile and dyeing wastewater by electron beam irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 124, p. 203-207, 2016.

KIM, Y.; KIM, J.; HAN, B. Application of an Electron Accelerator for the Treatment of Wastewater from Textile Dyeing Industries. *Journal of the Korean Physical Society*, v.59, n.6, p. 3489-3493, 2011.

LEE, O.M.; KIM, H.Y.; PARK, W.; KIM, T.H.; YU, S. A comparative study of disinfection efficiency and regrowth control of microorganism in secondary wastewater effluent using UV, ozone, and ionizing irradiation process. *J. Hazard. Mater.*, v.295, p. 201–208, 2015.

LI, X.; JIN, W.; DU, Y.; TAN, Z.; LIU, R.; XIAO, R.; WANG, J.; WANG, J.; ZHOU, L. Electron beam irradiation effect on the physicochemical characteristics of municipal excess sludge. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 180, 109246, 2021.

MADUREIRA, J.; MELO, R.; PIMENTA, A. I.; CABO VERDE, S.; BORRELY, S. I. Evaluation of e-beam irradiation effects on the toxicity of slaughterhouse wastewaters. *Environmental Technology*, 2017.

MEIRELES, G.; DAAM, M. A.; SANCHES, A. L. M.; ZANONI, M. V. B.; SOARES, A. M.V.M.; GRAVATO, C.; OLIVEIRA, D. P. Red disperse dyes (DR 60, DR 73 and DR 78) at environmentally realistic concentrations impact biochemical profile of early life stages of zebrafish (*Danio rerio*). *Chemico-Biological Interactions*, v. 292, p. 94–100, 2018.

MORALES-CASELLES, C.; GAO, W.; ROSS, P.S.; FANNING, L. Emerging Contaminants of Concern in Canadian Harbours: A case study of Halifax Harbour (Marine Affairs Program Technical Report #15), 2016.

PATEL, M.; KUMAR, R.; KISHOR, K.; MLSNA, T.; PITTMAN, C.U.; MAHON, D. Pharmaceuticals of emerging concern in Aquatic System chemistry, occurrence, effects and Removal Methods. *Chemical Reviews*, v.119, p.3510-3673, 2019.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

RAUF, M.A; ASHRAF, S. S. Radiation induced degradation of dyes—An overview. *Journal of Hazardous Materials*, v. 166, p. 6–16, 2009.

ROMANELLI, M. F.; MORAES, M. C. F.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H.; BORRELY, S. I. Evaluation of toxicity reduction of sodium dodecyl sulfate submitted to electron beam radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 71, p. 411–413, 2004.

TAHERAN, M.; NAGHDI, M.; BRAR, S. K.; VERMA, M.; SURAMPALLI, R. Y. Emerging contaminants: Here today, there tomorrow! *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.*, v. 10, p. 122–126, 2018.

TEGZE, A.; SÁGIA, G.; KOVÁCS, K.; HOMLOK, R.; TÓTH, T.; MOHÁCSI-FARKASD, C.; WOJNÁROVITS, L.; TAKÁCS, E. Degradation of fluoroquinolone antibiotics during ionizing radiation treatment and assessment of antibacterial activity, toxicity and biodegradability of the products. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 147, p. 101–105, 2018.

TOMINAGA, F. K.; SILVA, T. T.; BOIANI, N. F.; JESUS, J. M. S.; TEIXEIRA, A. C. S. C.; BORRELY, S. I. Is ionizing radiation effective in removing pharmaceuticals from wastewater? *Environmental Science and Pollution Research*, 2021.

WANDERLEY, E. L.; BIANCHINI JR, I.; CUNHA-SANTINO, M. B. Surfactant and temperature as forcing functions on the growth of *Egeria densa* and *Chara* sp.: a modeling approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021.

WOJNÁROVITS, L.; TAKÁCS, E. Irradiation treatment of azo dye containing wastewater: An overview. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 77, p. 225–244, 2008.