

# Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente - LIMA

Telefone e e-mail (81) 2126-7268 [mottas@ufpe.br](mailto:mottas@ufpe.br)

## Coordenador:



**Maurício Alves da Motta Sobrinho**

*Graduação em Eng. Química UNICAP (1992), mestrado em Eng. Química pela UFCG (1995) e doutorado em Eng. de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (2001). Professor Associado do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco. Foi Coordenador (2014-2018) e vice-Coordenador (2012-2014) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFPE e Diretor-Presidente da ABEQ (2006-2016) e Professor ABEQ desde 2016. Membro da Conselho da ABES-PE.*

*Atua nos PPGs de Engenharia Química e de Engenharia Civil da UFPE. Pesquisador 2 do CNPq desde 2004. Membro do corpo editorial da Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.*

## Histórico do laboratório:

*O Grupo de Pesquisa em Tecnologias e Processos Ambientais (GPTA) foi criado em 2009, tendo sido registrado no CNPq. Inicialmente as atividades do grupo foram desenvolvidas no Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade. Em 2012, buscando desenvolver e avaliar/estudar processos de tratamento de efluentes, água e resíduos sólidos, com aplicação e interação com a indústria, foi criado o Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA). O LIMA tem trabalhado nos últimos anos com mais enfoque em efluentes líquidos e resíduos sólidos, buscando utilizar ferramentas como o planejamento fatorial, o tratamento de análise de imagens e a determinação do tempo de residência (DTR). Outro ponto forte do grupo é a valorização de resíduos sólidos, buscando agregar valor a eles (com a sua utilização como adsorvente em tratamento de efluentes com corantes e metais pesados). Além destes aspectos deve-se ressaltar o caráter investigativo do grupo, que dá consultorias para avaliar e otimizar sistemas de tratamento de unidades industriais e urbanas. A participação internacional é outro ponto a ser destacado,*

pois o grupo tem colaboração produtiva com pesquisadores da França (ENSIC – Nancy) e de Portugal (UMINHO – Braga)

### **Equipe:**

Professores

Maurício Alves da Motta Sobrinho (DEQ – UFPE) – Coord.

Silvana Carvalho de Souza Calado (DEQ – UFPE)

Jorge Vinícius Fernandes Lima Cavalcanti (DEQ – UFPE)

César Augusto Moraes de Abreu (DEQ – UFPE)

Marilda Carvalho (DEQ – UFPE)

### **Descritivo de projetos de maior relevância para a vida do laboratório:**

#### **2017 - Atual UTILIZAÇÃO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO COMO ADSORVENTE DE CORANTES TÊXTEIS**

*Descrição: Todo processo de tintura da indústria têxtil envolve como operação final uma etapa de lavagem em banhos correntes para a retirada do excesso de corante original ou corante hidrolisado não fixado à fibra nas etapas precedentes. Devido a sua persistência e toxicidade, os corantes descartados nos corpos d'água têm se tornado uma fonte de preocupação constante, por que não são biodegradáveis e tendem a se acumular em organismos vivos, além de possuírem anéis aromáticos em sua estrutura, o que os tornam cancerígenos e mutagênicos não apenas em animais aquáticos, como também em seres humanos. Uma série de processos adsorptivos para remover corantes de efluentes têm sido estudados e aprimorados ao longo do séc. XXI e vários adsorventes não convencionais têm sido propostos com uma boa eficiência e capacidade de adsorção, como as argilas diatomáceas, terra de Fuller, bagaço da cana de açúcar, entre outros. Dentre os nanomateriais derivados do carbono, o grafeno se destaca por suas notórias propriedades. Uma das mais importantes características do grafeno a ser considerada é o seu potencial para utilização em tratamento de efluentes, devido à sua grande área superficial e à sua geometria plana. Grafenos funcionalizados têm sido estudados como potencial adsorventes de corantes têxteis. A funcionalização de grafeno promove a modificação das características superficiais pela introdução de grupos funcionais selecionados, dando origem a materiais classificados como grafenos quimicamente modificados (CMGs). Este projeto tem por objetivo sintetizar e aplicar o grafeno funcionalizado como adsorvente de corantes presentes em efluentes têxteis e aproveitá-lo no processo de tratamento destes em larga escala. Espera-se dessa forma desenvolver um processo de tratamento de efluentes têxteis a ser utilizado inicialmente em escala piloto nas duas lavanderias cooperadas, e, posteriormente, sua utilização em larga escala nas lavanderias e tinturarias do interior do Estado de Pernambuco.*

2015 - Atual      *DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS E MATERIAIS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS reais*

*Descrição: Em Pernambuco, um dos grandes problemas enfrentados pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) é a poluição hídrica provocada pelo lançamento de efluentes das indústrias têxteis, em especial àquelas localizadas na Região do Agreste, no Pólo de Confecções localizado nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. O problema ambiental agrava-se à medida que esses efluentes são descartados em corpos hídricos da Região, responsável pelo abastecimento da água dos municípios citados, o que vem acarretando problemas de qualidade de água para o abastecimento, elevando de certa forma o custo de operação dos processos de tratamentos. Este projeto está focado no estudo da degradação de efluentes têxteis através da combinação de processos biológicos (digestão anaeróbia) com físico-químicos (coagulação/decantação, oxidação avançada e adsorção). A UFPE, através do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA-UFPE) do Departamento de Engenharia Química, irá desenvolver a combinação de processos, com novos produtos desenvolvidos em parceria com a Claeff Engenharia, como o coagulante obtido por extração de plantas (em fase de teste). Como laboratório real de prova, a Lavanderia Mamute disponibilizou as suas instalações. Inicialmente, serão trabalhados dois oxidantes, sendo um à base de Ferrato de Sódio e outras à base de Percarbonato de Sódio com  $Fe^{2+}$  (mecanismo parecido com Fenton, porém mais eficiente). Será também testado o processo fotocatalítico, em parceria com a UL e a UMINHO (esta última onde o proponente realizou estágio sênior no acoplamento de processos oxidativos e anaeróbios para o tratamento de efluentes têxteis reais). Uma vez definida a combinação e composição ótima para cada processo, através de ensaios laboratoriais com efluentes reais, os mesmos serão testados na Lavanderia Mamute.*

2016 – 2018 *Tratamento terciário do efluente do polo têxtil de Caruaru - PE com o uso do lodo galvânico*

*Descrição: Este projeto teve como objetivo tratar os efluentes da indústria têxtil através dos processos de coagulação e adsorção viabilizando o lodo galvânico, com e sem tratamento térmico, como adsorvente/coagulante. Este projeto também focou nos aspectos da gestão do resíduo na indústria galvânica. Ele insere-se no APL do polo têxtil de Toritama, Caruara e Santa Cruz do Capibaribe, o qual gerou bastante renda e emprego e hoje tem sua sobrevivência comprometida pela escassez de água. O projeto contribuiu com a publicação de um artigo científico na revista *Environmental Technology* e apresentação de trabalhos nos eventos: XII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e 12º Encontro Brasileiro sobre Adsorção (2018).*

2015 – Atual      *Remoção de Corantes Utilizados na Indústria Têxtil Pernambucana por Adsorção em Nanofolhas de Grafeno*

*Descrição: Óxido de grafeno (OG) e grafeno podem ser obtidos a partir de grafite barato, através de um tratamento químico simples, com prospecção de custo menor*

se comparado a outros materiais nanoestruturados com propriedades adsorptivas atualmente utilizados, como carvão ativado e nanotubos de carbono. Na realidade, enquanto os nanotubos de carbono podem ser considerados como folhas de grafeno enrolados e, conseqüentemente, têm uma dimensão (1D), as folhas de grafeno correspondentes são bi-dimensionais (2D), mas têm proporções semelhantes as dos nanotubos correspondentes e maior área superficial explorável. O presente trabalho tem como objetivos testar e propor materiais de baixo-custo de matriz essencialmente orgânica, facilmente disponíveis, como adsorventes de corantes têxteis. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a eficiência das nanoestruturas de grafeno, sintetizadas a partir de métodos distintos, na remoção de corantes utilizados na indústria têxtil pernambucana por processo de adsorção

2010 - 2016      *Desenvolvimento de Adsorventes e Processos Adsorptivos para remoção de BTEX e metais de efluentes industriais*

*Descrição: O aumento significativo nas concentrações de diferentes íons metálicos e hidrocarbonetos de petróleo presentes em águas, representa uma importante fonte de contaminação dos corpos aquáticos, principalmente quando consideramos que tais íons podem ser disseminados via cadeia alimentar, assim como pela risco de câncer devido aos compostos aromáticos. A presença de metais pesados em efluentes originados da indústria de petróleo é um fato de grande preocupação, decorrente da permanência destes metais na água por um tempo indefinido. Dentre os poluentes presentes nos efluentes de indústrias galvânicas no Estado de Pernambuco, destacam-se cromo, níquel, cobre e zinco. Dentre essas fontes o cromo se constitui o poluente mais expressivo considerando que grande parte das indústrias desenvolve especificamente processos de cromagem como forma de ampliar a resistência à abrasão de peças mecânicas (cromo duro). Por outro lado, as contaminações do solo, aéreas e de águas superficiais e sub-superficiais por hidrocarbonetos do petróleo geralmente são oriundas das principais atividades petrolíferas de prospecção, exploração, transporte e refino.*

2004 - 2005      *Aplicações da Análise de Imagem em Processos de Tratamento de Efluentes*

*Descrição: Em uma estação de tratamento de efluentes por lamas ativadas nos encontramos um verdadeiro ecossistema formado em sua maior parte por bactérias, protozoários e metazoários. As bactérias se aglomeram sob a forma de flocos bacterianos, os quais são formados por bactérias filamentosas e por exopolímeros produzidos pelas bactérias zoogleais. Um desequilíbrio de concentração entre estes dois grupos de bactérias causa problemas tais como o "bulking" filamentoso e o "pint-point floc". As espécies de protozoários presentes são sensíveis às variações de processo, fato este que os torna bons indicadores do estado biológico da estação. Objetivando automatizar estas tarefas, dois*

*procedimentos por análise de imagem foram desenvolvidos para a contagem dos filamentos e das características morfológica dos flocos (FlocMoprh v.2) e para a identificação e contagem dos protozoários (ProtoRec v.3). O acompanhamento de uma grande estação de tratamento de efluentes urbanos (Nancy-Maxéville com capacidade equivalente à 350 000 habitantes) assim que as análises em 11 outras estações na França e em Portugal nos permitiram de validar o presente procedimento e detectar as situações de crise ("bulking" e defloculação).*

### **Infraestrutura:**

O LIMA está instalado no bloco \_\_\_ do prédio de tecnologia química do DEQ-UFPE. O prédio possui dois pavimentos com laboratórios, salas de professores, salas de alunos e salas de instrumentação. No térreo estão localizadas as seguintes unidades:

- *Sala de coordenação – com espaço para professores colaboradores, reuniões e discussão dos resultados;*
- *Sala Análises Instrumentais – Com cromatógrafo a gás*
- *Laboratório de Ensino – para aulas didáticas;*
- *Oficina de Halotecnia – para fabricação e reparos de equipamentos e reatores de vidro, assim como de vidraria de laboratório;*
- *Sala de Unidades Piloto – com unidades de lodo ativado, digestão anaeróbia, fotocatalise e adsorção;*
- *Laboratório de solos – recuperação de solos degradados, avaliação da contaminação, valoração de resíduos, produção de biogás a partir de resíduos, tratamento e aplicação de lodos de ETAs, ETEs e industriais são as linhas desta unidade.*

*No primeiro andar, estão as seguintes unidades:*

- *Laboratório de Água – neste laboratório são realizados experimentos para tratamento de água e efluentes sintéticos. Notadamente, são desenvolvidas nesta unidade estudos de adsorção;*
- *Laboratório de Esgoto – além de equipamentos e material necessários para a caracterização de efluentes, nesta unidade são realizados experimentos para efluentes reais por via biológica, oxidativa ou adsortiva.;*
- *Sala de instrumentação – com espectrofotômetros, sistemas de aquisição de imagens e equipamento multiparâmetros, além de balança analítica;*
- *Sala dos alunos – com mesas de estudo e mesa de reunião, geladeira, micro-ondas e cafeteira, para que os alunos possam estudar e desenvolver suas pesquisas;*
- *Sala quente – para reprodução de ensaios anaeróbios à temperatura controlada e*
- *Almoxarifado*

### **Ações sobre ensino envolvidas no laboratório:**

No laboratório de ensino do LIMA, são ministradas disciplinas da graduação e da pós-graduação, destacam-se:

- Laboratório de Engenharia Química;
- Laboratório de Engenharia Química 2
- Físico-Química
- Mecânica dos Fluidos
- Controle de Qualidade
- Processos Químicos de Tratamento de Efluentes
- Laboratório de Engenharia Ambiental

Para a pós-graduação, são ministradas as práticas das seguintes disciplinas:

- Química Ambiental (PPG Eng. Civil)
- Tratamento de Efluentes (PPG Eng Química)

### **Ações sobre pesquisa envolvidas no laboratório:**

A pesquisa aplicada é o mote principal deste laboratório. Já foram desenvolvidas pesquisas em parcerias e com apoio de diversas indústrias, tais como:

- ALCOA (Igarassu - PE) – Reuso e Aplicação da terra de filtração do óleo de laminação;
- M&G Polímeros (Suape – PE) - Acompanhamento do star-up e monitoramento da unidade de lodo ativado;
- Empresa de claudio
- Clariant ( ) – fornecimento de corantes para ensaios de degradação e remoção
- Degussa ( )
- ALUNOR ( ) – aplicações da lama vermelha;
- Óleo vegetal ( - PE) –
- Lavanderia Nossa Senhora do Carmo (Caruaru – PE) – Tratamento e reuso de efluentes têxteis;
- Lavanderia Mamute (Toritama – PE) – Tratamento de efluentes têxteis

A colaboração com outros centros de pesquisa e ensino é uma das prioridades deste laboratório, por entender que a união de competências favorece e maximiza a resolução de problemas e os resultados das pesquisas, tendo em vista a transdisciplinaridade das mesmas. Dentre os centros, podem-se destacar: Universidade de Nancy, Universidade do Minho, ISEC, TU Berlim, ITEP, UFPB, CETENE, IFPE

### **Ações sobre extensão envolvidas no laboratório:**

O LIMA já promoveu eventos e cursos, não apenas locais como nacionais e mesmo interacionais. Dentre estes destacam-se:

- Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ 2008);
- Encontro Brasileiro sobre Adsorção (EBA 2012) – parceria com UFC
- 3 edições da Escola de Engenharia de Processos Químicos (EEPQ), com conferências, cursos, palestras e apresentação trabalhos;
- 2 edições do Curso Internacional sobre Tratamento de Efluentes, com a participação de professores da Univ. do Minho (Portugal)
- Cursos de curta duração como processamento e tratamento de imagens, entre outros.

#### ***Fotografias do laboratório:***



#### ***Equipe de pesquisa do laboratório.***

#### ***Laboratório de água.***



*Laboratório de esgoto.*

