

ÁREA DE PESQUISA: SISTEMAS PARTICULADOS

DOCENTE ORIENTADOR: [Fabio Bentes Freire](#)

TÍTULO: VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: UM CAMINHO PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE BIOGÁS

RESUMO

Diante dos desafios ambientais relacionados ao uso de combustíveis fósseis e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, a transição para uma economia circular se torna crucial. No contexto das Instituições de Ensino Superior (IES), elas têm um papel relevante como agentes de conhecimento e inovação, contribuindo para as metas do Acordo de Paris e a adoção de práticas sustentáveis. Em meio a esse cenário, o crescente volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados pelas IES apresenta-se como um desafio a ser enfrentado, mas também como uma oportunidade para promover ações concretas em prol do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável. Esses resíduos desempenham um papel importante como constituinte substancial da biomassa global, tornando-se uma matéria-prima de baixo custo e amplamente disponível. No entanto, a complexidade da estrutura da biomassa exige etapas de pré-tratamento para dissociar ou romper seus constituintes complexos. A hidrólise, beneficiada pela redução do tamanho das partículas e de recalcitrantes, melhora a cinética e acelera a reação, aumentando a produção de biogás. Nesse contexto, o objetivo principal da proposta de mestrado aqui resumida é desenvolver uma estratégia para o pré-tratamento e valorização dos RSU, utilizando-os como matéria-prima para a produção de biogás. O processo incluirá etapas de pré-tratamento mecânico seguidas pela biodigestão anaeróbia para a degradação biológica dos materiais, gerando biogás como produto resultante. Serão realizadas análises técnicas, econômicas e ambientais para avaliar a viabilidade e sustentabilidade do sistema proposto. Este projeto de mestrado está intimamente vinculado à iniciativa "Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos Orgânicos para Produção de Biogás e Integração com Energia Fotovoltaica: Impulsionando a Transição Energética Sustentável na UFSCar," aprovada no âmbito do programa Universal (Chamada CNPq_MCTI No 10_2023).

Palavras-chaves: biogás; sustentabilidade; economia circular; transição energética de carbono, descarga zero de resíduo.

ÁREA DE PESQUISA: Sistemas Particulados

DOCENTE ORIENTADOR: Francisco Guilherme Esteves Nogueira

TÍTULO: Desenvolvimento de materiais fotoativos a base de g-C₃N₄ modificados com nanopartículas de Cu ou Zn para fotoconversão de CO₂ em produtos para indústria química.

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias que visem conversão de dióxido de carbono (CO₂) se apresenta como um dos maiores desafios científicos da atualidade diante da problemática ambiental envolvendo os combustíveis fósseis. O excesso de CO₂ na atmosfera relacionado com a queima dos combustíveis fósseis é apontado como uma das principais causas do aquecimento global, aparecendo no centro dos debates ambientais e discussões da comunidade científica. Neste contexto, o desenvolvimento de materiais fotoativos para a conversão do CO₂ em produtos de interesse industrial, tais como: metanol, metano, monóxido de carbono, ácido fórmico dentre outros pode ser uma alternativa viável, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Dentre os semicondutores utilizados para o processo de fotoconversão do CO₂ pode-se destacar os materiais a base de nitreto de carbono grafítico (g-C₃N₄), dado que este é um material que possui uma energia de banda proibida (E_g) em torno de 2,7 eV, sendo assim, fotoativo na região visível do espectro eletromagnético. No entanto, estudos mostram que o g-C₃N₄ *bulk* possui elevado número de folhas de carbono empilhadas e condensadas em sua estrutura, ocasionando uma redução na área superficial específica, bem como no número de sítios ativos disponíveis para a reação, levando a uma perda na eficiência fotocatalítica. Assim, este projeto tem como objetivo desenvolver fotocatalisadores a base de g-C₃N₄ decoradas com Cu ou Zn, em diferentes proporções através dos métodos impregnação por via úmida e deposição por pulverização catódica (*DC-magnetron sputtering*), visando melhorar as propriedades fotocatalíticas desses materiais para fotoconversão de CO₂ em produtos com maior valor agregado.

Palavras-chaves: Dióxido de Carbono; Semicondutores; Fotocatálise

ÁREA DE PESQUISA: Sistemas Particulados

DOCENTE ORIENTADOR: Francisco Guilherme Esteves Nogueira

TÍTULO: Dessulfurização oxidativa de dibenzotiofeno em n-octano e do óleo diesel comercial utilizando materiais a base de Nb₂O₅ modificados com Ni e Fe

RESUMO

A remoção de compostos sulfurados contidos nas frações do petróleo constitui uma questão fundamental tanto para a indústria petrolífera quanto para o meio ambiente. O enxofre presente em combustíveis pode provocar a corrosão de equipamentos e motores, acarretando prejuízos consideráveis e custos de manutenção elevados. Convém ressaltar que, durante o processo de combustão, compostos sulfurados, denominados SO_x, podem ser liberados, favorecendo a formação de chuva ácida e a poluição atmosférica. Além disso, diversos estudos demonstram que a exposição a essa substância pode aumentar o risco de doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como causar desordens neurológicas. Neste contexto, instituições internacionais como a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) têm incentivado políticas para a regulamentação e redução do teor de enxofre no diesel (*Ultra-low sulfur diesel (ULSD)*). Essas políticas estabelecem um limite inferior à 15 ppm para a concentração de enxofre no diesel. Assim, o objetivo principal deste projeto consiste no desenvolvimento de semicondutores fotoativos, baseados em óxido de nióbio (Nb₂O₅) modificados com Ni ou Fe. Essa modificação tem como propósito aprimorar a eficiência na separação das cargas foto geradas, ampliar a absorção de luz na região visível e, por conseguinte, melhorar a geração de radicais hidroxilas. Os materiais serão avaliados na reação dessulfurização fotocatalítica oxidativa de dibenzotiofeno em n-octano, utilizado como molécula modelo e no óleo diesel comercial.

Palavras-chaves: Compostos Sulfurados; Diesel; Fotocatálise

TEMA PARA MESTRADO – 1º SEMESTRE DE 2024

ÁREA DE PESQUISA: Sistemas Particulados
Laboratório de Tecnologias Ambientais
www.latea.ufscar.br

PROFESSOR: Luís A. M. Ruotolo

TÍTULO: Tratamento de efluentes industriais contendo compostos orgânicos usando processos oxidativos avançados

RESUMO:

A presença de compostos orgânicos em efluentes industriais se constitui num sério problema ambiental e de saúde humana uma vez que muitos destes compostos são extremamente tóxicos.

O tratamento destes efluentes é feito muitas vezes utilizando processos biológicos; entretanto, muitos compostos orgânicos são refratários a este tipo de tratamento e requerem a utilização de tecnologias conhecidas como Processos Oxidativos Avançados, os quais se baseiam na geração química de radicais oxidantes. A tecnologia eletroquímica surgiu como uma alternativa ambientalmente atrativa, com vantagens como eliminação de transporte e estocagem de produtos químicos e facilidade de controle do processo.

O processo a ser estudado neste projeto se baseará na geração de radicais oxidantes *in situ* em um reator eletroquímico de fluxo, utilizando um eletrodo tridimensional, e sua comparação com eletrodos convencionais planos. Resultados preliminares mostraram que a melhoria da transferência de massa usando um eletrodo poroso proporciona um aumento expressivo da taxa de reação e um menor consumo de energia.

Neste projeto serão estudados os aspectos fluidodinâmicos, com a finalidade de otimizar o processo e o *design* da célula eletroquímica, visando obter um equipamento comercial, patenteável e que possa oferecer ao setor produtivo uma alternativa técnica e economicamente viável para o tratamento de efluentes.

O projeto conta com o apoio financeiro da Fapesp e do CNPq.

Mais informações sobre a linha de pesquisa podem ser obtidas no site www.latea.ufscar.br ou pelo e-mail pluis@ufscar.br.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento de efluentes, reatores eletroquímicos

ÁREA DE PESQUISA: Sistemas Particulados

DOCENTE ORIENTADOR: Rodrigo Béttega

TÍTULO: SIMULAÇÃO CFD DA TRANSFERÊNCIA DE MASSA EM BIORREATORES AIRLIFT

RESUMO:

Biorreatores pneumáticos fazem parte de uma classe de reatores cada vez mais empregada industrialmente por proporcionarem altas taxas de transferências de calor e massa, rápida mistura e boa suspensão de sólidos. A taxa de transferência de massa entre gás e líquido é essencial para o desempenho desses sistemas. Por não apresentarem partes móveis, seu projeto e construção são mais simples em relação ao biorreator convencional. A injeção de gás é capaz de suprir as funções de agitação e aeração, que acarreta maior desempenho energético do processo comparado com a agitação usual. Apesar da maior simplicidade de arranjo, estes reatores apresentam uma alta complexidade no que tange à hidrodinâmica interna. A compreensão e modelagem dos fenômenos transporte nestes equipamentos é essencial para o projeto, otimização e operação de processos industriais e, por esta razão o uso da fluidodinâmica computacional (CFD) tem sido amplamente aplicado nestes casos. Pesquisas recentes vêm demonstrando avanços na simulação computacional da fluidodinâmica desses reatores, seja por meio de abordagens clássicas de escoamento multifásico de dois fluidos até incorporação de balanços populacionais ou DEM. Entretanto, a cinética de eventuais reações no interior desses equipamentos depende da taxa de transferência de massa entre as fases gás-líquido. Nesse contexto, o presente trabalho de mestrado propõe dar continuidade à linha de pesquisa em simulação CFD de biorreatores em andamento a partir da simulação da transferência de massa em sistemas gás-líquido por fluidodinâmica computacional, utilizando para tal fim o software Ansys Fluent. Resultados simulados numericamente serão comparados com dados experimentais de transferência de oxigênio em biorreatores airlift operando com sistema ar-água já disponíveis. A inclusão da transferência de massa ao modelo fornecerá importantes informações sobre a cinética do processo em seu interior, especialmente na questão da influência da hidrodinâmica do reator nesse fenômeno. Simulações da transferência de massa para diferentes abordagens fluidodinâmicas indicarão a viabilidade e a eficiência do modelo, considerando aspectos como tempo de resposta computacional e qualidade da mesma frente aos dados experimentais. O simulador obtido a partir desse trabalho poderá constituir uma importante ferramenta de projeto de biorreatores, contribuindo diretamente em avanços de geometria dos equipamentos e scale-up do processo.

Palavras-chaves: CFD, biorreatores, airlift, transferência de oxigênio

ÁREA DE PESQUISA: Sistemas Particulados

DOCENTE ORIENTADOR: Rodrigo Béttega

TÍTULO: UMA ANÁLISE DAS METODOLOGIAS DE SECAGEM PARA NANOPARTÍCULAS VISANDO A OBTENÇÃO DE PÓ COM PROPRIEDADES FUNCIONAIS.

RESUMO:

Nanopartículas (NPs) são partículas de tamanho nanométrico com propriedades de interesse devido à sua escala diminuta e muitas vezes associada a características superficiais. As nanopartículas possuem diversas aplicações médicas, veterinária, bioquímicas e catalíticas. O processo de fabricação desses nanomateriais pode ocorrer por processo bottom-up em uma síntese química na presença de solventes líquidos. Apesar de serem úteis em muitas aplicações quando em suspensão ou dispersão coloidal em líquidos, diversas aplicações podem se beneficiar do processo de secagem de nanomateriais. O objetivo da presente proposta de mestrado é avaliar os efeitos que a secagem de uma solução de nanopartículas tem sobre o material sólido seco produzido. Neste aspecto, a aglomeração de sólidos durante a secagem pode ser um limitante para obtenção de pó para aplicações a seco, uma vez que altera a distribuição de tamanhos e forma das partículas produzidas. Para atingir o objetivo do mestrado e procurar evitar, ou ao menos controlar o processo de aglomeração, NPs de magnetita (óxido de ferro, Fe_3O_4) serão obtidas através do processo de co-precipitação com sais de íons de ferro II e ferro III por protocolo já reportado e conhecido na literatura científica. Em seguida, diferentes métodos de secagem serão aplicados, entre eles, a secagem em estufa com diferentes temperaturas, secagem por radiação térmica utilizando um analisador de umidades e secagem por spray (spray drying). Curvas de secagem serão obtidas para os processos em estufa e sob radiação. Durante a secagem em spray, distintas condições operacionais serão avaliadas. O produto será levado para análise de microscopia eletrônica em busca de identificar o processo de aglomeração. A depender dos resultados, procedimentos de fragmentação do sólido poderão ser adotados para identificar a possibilidade de obtenção das distribuições de tamanho e forma adequadas a aplicações que dependam das propriedades dadas pela escala nanométrica.

Palavras-chaves: : Nanopartículas, Secagem, Aglomeração

ÁREA DE PESQUISA: SISTEMAS PARTICULADOS

DOCENTE ORIENTADOR: THIAGO FAGGION DE PÁDUA

TÍTULO: PURIFICAÇÃO DE HIDROLISADO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE XILOOLIGOSSACARÍDEOS (XOS) PARA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA.

RESUMO

Xilooligossacarídeos (XOS) são polímeros de xilose com aplicação de grande potencial na indústria alimentícia, pois servem como prebióticos, favorecendo a modulação da microbiota intestinal. Nesse caso, uma das alternativas de aplicação seria a adição de XOS a produtos lácteos para estimular a flora intestinal. Além disso, há reportados indícios de várias ações funcionais positivas à saúde humana, entre elas, destacam-se o caráter anti-inflamatório, antioxidante e antitumoral. O XOS está presente em vários alimentos, mas para aplicações industriais é possível obtê-los em grandes quantidades da hidrólise de biomassa vegetal, particularmente da fração hemicelulósica. Essa é uma rota para possível agregação de valor da agroindústria nacional, tendo palha, cascas e folhas como fonte de biomassa. Por exemplo, na indústria canavieira, a fonte para hidrólise é o bagaço de cana-de-açúcar. Porém, a aplicação em alimentos e funcionalidade prebiótica exigem purificação do hidrolisado. A purificação deve separar componentes indesejados, como furfural. Além disso, também é importante separar o XOS de oligômeros maiores, já que o interesse em aplicações recaí em cadeias de 2 a 7 unidades. Assim, a bioseparação em questão é complexa, pois deseja-se remover uma gama de componentes químicos, mantendo a recuperação de XOS no processo. O objetivo desse mestrado é investigar as alternativas de separação para hidrolisado de bagaço de cana, com especial enfoque em processos utilizando agentes sólidos, como adsorção hidrofóbica. Serão realizados ensaios em bancada e batelada para adsorção com distintos materiais sólidos, tendo enfoque na triagem do material para o processo, entre eles, sílica ativada e carvão ativado. Os ensaios poderão ser realizados com XOS comercial para referenciar a capacidade de adsorção do produto desejado e com hidrolisado, emulando processo de separação. Ensaios em coluna cromatográfica indicarão possíveis caminhos para eluição de componentes de modo a obter a pureza desejada. O processo poderá ser assistido com programa de simulação cromatográfica desenvolvido previamente pelo grupo de pesquisa.

Palavras-chaves: xilooligossacarídeos, bagaço, purificação, adsorção, cromatografia.

ÁREA DE PESQUISA: SISTEMAS PARTICULADOS

DOCENTE ORIENTADOR: THIAGO FAGGION DE PÁDUA

TÍTULO: SECAGEM COMPLEMENTAR DE MINÉRIO DE FERRO EM SISTEMA DE TRANSPORTE PNEUMÁTICO E CICLONE.

RESUMO

A redução de umidade de produtos minerais se coloca como um ponto-chave para a competitividade da indústria de mineração nacional. A redução da água no produto reduz os custos de transporte e é capaz de evitar problemas na liberação do carregamento de navios no porto, que só deve ocorrer se o minério atingir o limite de umidade (TML, “*Transportable Moisture Limit*”). Esse tema de mestrado se enquadra em parceria com a VALE S.A., uma das maiores mineradoras do mundo, para investigar a secagem de minério de ferro. O desafio da secagem nesse caso está na escala de produção, que aliada à competitividade do setor e ausência de equipamentos adequados ou adaptados para produtos minerais inviabiliza a operação. De modo a mudar esse cenário, o projeto de pesquisa propõe aplicar equipamento de secagem adaptado e patenteado pela empresa, denominado chute secador. Entre os pontos que precisam ser melhor explorados está a secagem do produto elutriado para fora do chute, que deve secar em tubulações e depois no sistema de ciclones separadores, inicialmente inseridos no sistema para recuperação do material sólido. Essa secagem é complementar à do chute, mas ainda faltam dados para quantificar sua importância relativa no sistema, já que a mistura do material capturado pelo ciclone com o sólido em esteira vindo do secador é um fator que deve contribuir para atingir as metas industriais de redução de umidade. Nesse mestrado, dados experimentais de secagem serão obtidos em transportador pneumático e ciclone de unidade experimental já construída pela equipe e em escala laboratorial. O equipamento emula o comportamento de um elemento menor do chute secador através da secagem na grade de retenção em sua base, de secção quadrada de 10 x 10 cm. O material arrastado ascende por uma coluna vertical de cerca de 2 m de altura e termina em um ciclone *Stairmand*. Os efeitos de temperatura e vazão de ar quente serão analisados, tanto para redução de umidade como para eficiência energética. No ciclone, o coeficiente de transporte de calor será aferido pela alimentação de material traçador e os resultados serão comparados com a literatura. Será possível estimar a secagem no sistema através de simulação, utilizando correlações de suporte para inferir a secagem. Com os dados e auxiliados pelas simulações, a capacidade do sistema transportador-ciclone para contribuir com a redução de umidade do minério será analisada ao comparar com a secagem na base do equipamento.

Palavras-chaves: secagem, minério de ferro, transporte pneumático, ciclone.