

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Edson Luiz Silva

TÍTULO: Otimização da produção de hidrogênio e metano em reatores anaeróbios de leite fluidizado a partir da co-fermentação de esgoto sanitário e glicerol na remoção de carbamabapexina, cafeína e edulcorantes

RESUMO

A Agenda 2030 das Nações Unidas propõe o desenvolvimento de pesquisas, no âmbito de biorremediação de micropoluentes emergentes (MEs), para o gerenciamento sustentável de recursos hídricos. Exemplos de ME são resíduos farmacêuticos, desreguladores endócrinos, plastificantes, pesticidas, edulcorantes, produtos de higiene pessoal, entre outros.

A carbamazepina (CBZ) é medicamento que pertence ao grupo dos antiepiléticos. A CBZ é um dos medicamentos preocupantes mais persistentes em corpos d'água que recebem efluentes e é resistente ao tratamento convencional e avançado de águas residuárias. No Relatório de Qualidade das Águas Superficiais, a cafeína aparece como indicador químico de qualidade, utilizado como traçador da presença de excretas de origem humana e de algumas substâncias do grupo dos contaminantes. Os adoçantes artificiais (edulcorantes, tais como ciclamato (CIC), aspartame (ASP) e sucralose (SUC)) são substâncias químicas sintéticas utilizadas como substituinte do açúcar. São potenciais indicadores de contaminação antropogênica de águas superficiais por lançamento de esgoto sanitário.

Um fato importante de ser destacado é que a detecção desses MEs em águas que passaram por tratamento em estações de tratamento de esgoto (ETE) indica a ineficácia dos sistemas de tratamento atuais na remoção desses contaminantes. O tratamento anaeróbio é uma boa alternativa para remoção de tais edulcorantes, pois demanda menos energia e apresenta menor custo em comparação a outros métodos (como tratamentos físico-químicos ou aeróbios). A adição de um co-substrato, como um subproduto ou um efluente industrial, pode aumentar a carga orgânica biodegradável do esgoto e diluir componentes tóxicos, melhorando a viabilidade econômica de plantas convencionais, aprimorando a confiabilidade do efluente e a produção de biogás.

Face ao exposto, esse trabalho busca investigar as melhores condições de remoção de carbamazepina, cafeína e edulcorantes em reatores anaeróbios batelada operados em 2 fases, e para as melhores condições obtidas avaliar desempenho de reatores de leite fluidizado acidogênico e metanogênico na remoção desses MEs e na produção de hidrogênio e metano, servindo de base para comparação com outras configurações de reatores anaeróbios e aeróbios usados/testados atualmente.

OBSERVAÇÃO 1: Esse projeto de pesquisa está inserido no Projeto PITE 2020/09912-6, financiado pela FAPESP e SABESP, intitulado “Ativa-ETE: avaliação de tecnologias inovadoras voltadas à remoção de nitrogênio e micropoluentes em ETE”, e poderá ser solicitada bolsa de estudos FAPESP a partir deste Projeto,

OBSERVAÇÃO 2: Este tema está incluído na área de abrangência do PRH 39 ANP/FINEP – Biocombustíveis e Energias Alternativas - e poderá ser beneficiado com bolsa de estudos deste Programa. Mais informações sobre o PRH 39 podem ser obtidas no link: <https://www.deq.ufscar.br/pt-br/prh-anp/prh-anp-1>.

Palavras-chaves: Processo anaeróbio; estação de tratamento de esgoto; esgoto sanitário; biofilme; planejamento estatístico de experimentos.

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Edson Luiz Silva

TÍTULO: Produção de hidrogênio e metano em reatores anaeróbios a partir da codigestão de vinhaça, melão, glicerol e resíduos celulósicos

RESUMO

A busca por novas alternativas à matriz energética atual, baseada em combustíveis fósseis, perpassa pelo aproveitamento de gases como metano e hidrogênio. Estes podem ser gerados a partir da degradação de biomassa por microrganismos fermentativos.

A produção do biogás pelo processo fermentativo tem como vantagens a economia do funcionamento do sistema, uma vez que exige baixos consumos energéticos, podendo ser energeticamente autossuficiente; e a possibilidade de se aplicar, como substrato do sistema, resíduos gerados nas atividades antrópicas, como efluentes industriais e domésticos e resíduos sólidos orgânicos. Portanto, o melão e o glicerol surgem como possíveis sub-produtos a serem explorados na produção do biogás, uma vez que estes substratos são gerados em grande volume no país, e possuem em sua composição os principais nutrientes requeridos aos processos metabólicos de microrganismos.

A modelagem de processos é uma ferramenta importante que, entre outros usos, pode ajudar na avaliação matemática de diferentes estratégias de processo, indicando melhores regiões de operação. O efeito das principais condições de processo (pH, concentração inóculo, concentração de substrato) na cinética de produção de biogás e outros metabólitos serão avaliados num planejamento fatorial. Modelo cinético será desenvolvido e ajustado utilizando dados experimentais.

No contexto apresentado, esta pesquisa tem como principal objetivo a otimização das condições operacionais de reatores anaeróbios operados em batelada, que permitam avaliar a influência das concentrações, pH e tempo de tratamento a partir da co-fermentação de vinhaça, melão, glicerol e resíduos celulósicos para produção de bioenergia. Posteriormente, o Reator Anaeróbio de Leito Granular Expandido (Expanded Granular SludgeBed – EGSB) será operado de forma contínua na melhor condição determinada pelas análises prévias.

OBSERVAÇÃO 1: Esse projeto de pesquisa está inserido no Projeto Temático 2022/10.615-1, financiado pela FAPESP, intitulado “Consolidação do conceito de biorrefinaria aplicado ao tratamento biológico de águas residuárias e de resíduos sólidos”, e poderá ser solicitada bolsa de estudos FAPESP a partir deste Projeto.

OBSERVAÇÃO 2: Esse projeto de pesquisa está inserido na área de abrangência do PRH 39 ANP/FINEP – Biocombustíveis e Energias Alternativas - e poderá ser beneficiado com bolsa de estudos deste Programa. Mais informações sobre o PRH 39 podem ser obtidas no link: <https://www.deq.ufscar.br/pt-br/prh-anp/prh-anp-1>.

Palavras-chaves: Processo anaeróbio; acidogênese; metanogênese; co-digestão; co-substrato.

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Gabriela Cantarelli Lopes

TÍTULO: Estudo da dinâmica de reatores de leito de lama visando o aumento da competitividade dos combustíveis sustentáveis de aviação

RESUMO

Os reservatórios do pré sal apresentam enorme potencial de fornecimento de gás natural (GN). Tradicionalmente, esse gás tem sido usado para o fornecimento do mercado energético na forma de gás liquefeito do petróleo (GLP). Mais recentemente, tem se observado um interesse crescente em converter o GN em hidrocarbonetos líquidos, que são mais fáceis de transportar e que podem ser usados como combustíveis limpos. Esta transformação ocorre por meio de um processo conhecido como Fischer-Tropsch (F-T), onde o gás de síntese (H_2 e CO) pode ser transformado em hidrocarbonetos com cadeias de tamanhos diversos. Em comparação aos combustíveis obtidos a partir da exploração do petróleo, os combustíveis sintetizados pelo processo de F-T não possuem compostos sulfurosos, nitrogênio ou metais pesados. Além disso, possuem baixos teores de compostos aromáticos, o que confere boa qualidade aos combustíveis produzidos. O querosene de aviação produzido por este processo (também conhecido como querosene parafínico sintético ou bioquerosene), por exemplo, tem propriedades quase idênticas, ou em alguns casos superiores, às do combustível fóssil de aviação, e sua combustão produz menos emissões de CO_2 do que a sua versão fóssil. O tipo de combustível produzido pela tecnologia de F-T irá depender de uma série de fatores, como do tipo de reator, das condições de operação e do catalisador empregados. Hidrocarbonetos pesados na forma líquida, como os usados como combustível de aviação, são sintetizados, principalmente, em reatores trifásicos, operando a temperaturas mais baixas. Os reatores de leito de lama são os mais empregados para este fim. Neste tipo de reator, as partículas de catalisador são suspensas em uma fase líquida, através da qual o gás é síntese é borbulhado. O projeto adequado do reator desempenha um papel crucial na eficiência do processo de F-T, uma vez que a cinética de reação está intrinsecamente ligada à dinâmica do escoamento, que é bastante complexa em reatores de leito de lama. Desta forma, é proposto neste projeto, o estudo experimental da dinâmica do escoamento em reatores de leito de lama para a produção de querosene parafínico de aviação pelo processo de F-T, com foco no melhoramento do processo. Pretende-se avaliar como diferentes parâmetros geométricos e condições operacionais influenciam nas variáveis de processo que podem afetar o rendimento da reação de forma a propor melhorias no projeto desses reatores.

OBSERVAÇÕES: (1) É desejável que o candidato tenha experiência prévia com estudo fluidodinâmico de sistemas multifásicos e formação em Engenharia. (2) Este tema está incluído na área de abrangência do PRH 39 ANP/FINEP – Biocombustíveis e Energias Alternativas - e poderá ser beneficiado com bolsa de estudos deste Programa. Mais informações sobre o PRH 39 podem ser obtidas no link: <https://www.deq.ufscar.br/pt-br/prh-anp/prh-anp-1>

Palavras-chaves: Fischer-Tropsch; dinâmica do escoamento; combustíveis limpos; leito de lama; transferência de calor.

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Mônica Lopes Aguiar

TÍTULO: Aprimorando a relação entre membrana de nanofibra, afinidade de partículas e desempenho de filtração por meio da análise dos fenômenos de adesão.

RESUMO: Material particulado (MP) apresenta uma ampla gama de tamanhos e composições, originando-se de diversas fontes. Atualmente, estratégias avançadas de captura envolvem o uso de membranas fibrosas em máscaras e dispositivos para aprimorar a qualidade do ar interno e externo. O desafio predominante é desenvolver meios filtrantes eficazes, destacando-se os nanofibrosos, cuja produção uniforme é viabilizada pela técnica notável da eletrofiação. Apesar dos avanços experimentais, persistem lacunas teóricas na compreensão dos fenômenos de filtração, especialmente em sistemas micro e nanofibrosos. A eficiência de filtração, determinada pelos mecanismos de coleta, resulta em uma curva com um mínimo característico, conhecido como o tamanho de partícula de maior penetração pela membrana (TPMP). A adesão, influenciada por forças de curto alcance e eletrostáticas, é fundamental para a eficiência. Embora experimentos com nanofibras poliméricas tenham atingido elevadas eficiências, a compreensão da interação partícula/fibra ainda é limitada. Autores destacam que a polaridade da membrana pode influenciar o desempenho da filtração, sugerindo a atração de partículas por um campo eletrostático, embora as forças eletrostáticas não sejam suficientes para manter as partículas presas. O estudo proposto desafia a descrição teórica atual do desempenho da filtração, buscando compreender o desempenho da filtração através de nanofibras e nanopartículas quimicamente distintas, estabelecendo o trabalho de adesão (WA) por meio de medições de força de adesão, utilizando microscopia de força atômica. Essa pesquisa ressalta que, além dos mecanismos mecânicos, os fenômenos de adesão desempenham um papel crítico, mesmo na ausência de carga, quando as forças eletrostáticas ou de longo alcance são insignificantes, com a aplicação de WA.

Palavras-chaves: filtro fibroso, eficiência de filtração, queda de pressão, trabalho de adesão, força de adesão.

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Mônica Lopes Aguiar

TÍTULO: Filtração de ar a altas temperaturas com membranas cerâmicas de nanofibras.

RESUMO: Altas temperaturas provenientes de fontes industriais e veiculares demandam sistemas de filtragem eficientes para o Material Particulado (MP). Atualmente, a abordagem convencional envolve o resfriamento dos gases de exaustão para possibilitar o uso de filtros tradicionais, resultando em significativo consumo de energia. Alguns estudos avaliaram membranas cerâmicas, alcançando eficiência de filtração em torno de 75,89% para partículas maiores que 2,5 micras (MP2.5), com queda de pressão de 43,35 Pa. Há informações na literatura sobre testes de filtração com membranas de nanofibras de SiO₂ e γ -alumina a 25°C, atingindo eficiências de 99,99% e 99,848%, respectivamente, com diferentes quedas de pressão. No entanto, são escassos os estudos sobre membranas de nanofibras para filtração de ar em altas temperaturas. Em relação às membranas cerâmicas fibrosas com peso base elevado, merece destaque a avaliação de membranas estabilizadas com Al₂O₃, ZrO₂ e YSZ para MP2.5, alcançando eficiências de 99,56%, 99,4%, e 99,97%, respectivamente, a diferentes temperaturas. Filtros comerciais HEPA, apesar de atingirem eficiência de 99,99% até 350°C, apresentam quedas de pressão elevadas, elevando o consumo de energia, além de terem pouca rigidez e serem grosseiros. Também foram avaliados filtros cerâmicos porosos, como espumas de mullita e alumina, a 750°C, demonstrando eficiência de remoção de partículas de 95,2% para MP2.5, com queda de pressão de 50 Pa. Esses estudos destacam o desempenho promissor das membranas cerâmicas em altas temperaturas, abrindo caminho para aplicações práticas na filtração de ar de alta eficiência na coleta de nanopartículas. Este estudo tem por desafio desenvolver meios filtrantes cerâmicos com nanofibras com distribuição de diâmetro de fibras monodispersas, eficientes na coleta de MP superfino (partículas menores que 100 nm), alta resistência mecânica, excelente estabilidade térmica a temperaturas extremamente altas, para uso em diversas fontes industriais e veículos, como também testes práticos sob condições reais de operação para compreender melhor o desempenho da filtração de ar a altas temperaturas.

Palavras-chaves: filtração de gases, altas temperaturas, filtros cerâmicos, nanofibras, nanopartículas.



ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Mônica Lopes Aguiar

TÍTULO: Desenvolvimento de meios filtrantes com nanofibras porosas funcionalizadas com nanopartículas de materiais carbonáceos para retenção de material particulado submicrométrico e redução de concentrações gasosas (CO₂, SO₂ e NO₂).

RESUMO: Atualmente, a problemática da poluição do ar, decorrente da presença de material particulado (MP) e de gases associados ao aumento do efeito estufa, tem adquirido notável destaque em escala global, gerando crescente preocupação devido à sua considerável ameaça à saúde pública e ao equilíbrio ambiental. A exposição a concentrações elevadas de partículas, especialmente as submicrométricas, e de gases pode resultar em danos irreparáveis à saúde humana, além de contribuir para a deterioração do ecossistema. Conforme as estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 4 milhões de vidas são perdidas anualmente em decorrência da poluição do ar. Outra questão que desperta grande apreensão é o aumento das ondas de calor em todo o mundo, atribuído ao crescente nível de emissões de CO₂. Este ano, registrou-se a mais alta concentração de CO₂ no ambiente. Diante desse cenário alarmante, torna-se imperativo aprimorar a eficiência dos filtros de ar na remoção de partículas extremamente finas, aquelas com tamanho inferior a 1 µm (MP1). Embora já existam meios filtrantes altamente eficientes na coleta de MP1, como os que contêm membranas de nanofibras em sua superfície, ainda necessitamos de equipamentos capazes de reter tanto o material particulado quanto os gases emitidos pelas chaminés simultaneamente. É notável a escassez de estudos sobre dispositivos que controlem de forma integrada a emissão de gases tóxicos e material particulado superfino. Neste sentido, o desenvolvimento de meios filtrantes pela técnica de eletrofiação tem se mostrado uma alternativa exequível na retenção de nanopartículas, uma vez que os meios filtrantes produzidos apresentam fibras em escala submicro e/ou nanométrica, elevada área superficial para uma pequena massa de material e elevada porosidade. Além disso, é possível produzir fibras utilizando polímeros biodegradáveis ou recicláveis, como é o caso do poli(tereftalato de etileno) (PET), o que reduz o custo de produção do meio filtrante e contribui com a preservação do meio ambiente. Outro fator relevante dessas fibras é a possibilidade de adicionar diversos aditivos, conferindo características específicas às fibras e aumentando sua funcionalidade. Exemplos desses aditivos são os materiais carbonáceos, reconhecidos como excelentes adsorventes para gases, devido à estrutura altamente porosa do carbono e à interação carbono/gás. Nesse contexto, os nanotubos de carbono têm sido objeto de estudos no desenvolvimento de materiais adsorventes para controle de gases. Buscando suprir essa lacuna, o presente estudo propõe desenvolver meios filtrantes compostos por nanofibras obtidas pela técnica de eletrofiação, com adição de nanopartículas. Ao unir as características de polímeros, como o PET, com as características de nanopartículas, como as de carbono, espera-se produzir meios filtrantes de nanofibras de alta eficiência de filtração para nanopartículas, capazes também de adsorver gases tóxicos, mesmo em quantidades traço presentes em diversos ambientes.

Palavras-chaves: meios filtrantes funcionalizados, nanofibras, eletrofiação, filtração de ar, retenção de gases.

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Vádila Giovana Guerra Béttega

TÍTULO: Desenvolvimento de meios filtrantes funcionalizados utilizando isopor reciclado para aplicação em filtração de ar.

RESUMO

A eletrofiação é uma técnica que permite a produção de nanofibras poliméricas. Ela mostra-se promissora para a produção de meios filtrantes para o tratamento de ar, pois proporcionam a confecção de materiais porosos com elevada eficiência de coleta de partículas e baixa queda de pressão. A ordem de grandeza das nanofibras contribui com o processo de separação, tornando os meios filtrantes mais eficientes na coleta de partículas, inclusive na faixa de tamanho nanométrico, que possui potenciais efeitos negativos à saúde pública (estando na ordem de grandeza dos vírus, por exemplo). Alinhar essas vantagens com a possibilidade de reciclagem de resíduos, como o poliestireno expandido (EPS), mais conhecido como isopor, aumenta o potencial de contribuição para o meio ambiente e sociedade. Grande parte do EPS utilizado atualmente é descartado em aterros sanitários ou lixões em países em desenvolvimento; e quase nunca é reciclado. Isso ocorre porque os métodos convencionais de reciclagem os transformam em materiais de menor valor, como óleo combustível ou resina reciclada. Alguns estudos buscam agregar valor a esse resíduo e/ou tornar o processo de reciclagem economicamente viável. Contudo, ainda existe uma necessidade em encontrar uma técnica eficiente para reciclar resíduos de poliestireno visando a sua transformação em produtos mais nobres. Nesse contexto, uma alternativa que se mostra promissora é transformar esse resíduo em nanofibras com o uso de processos nanotecnológicos. O poliestireno expandido em si apresenta baixa resistência mecânica e suas fibras tendem a ter essa mesma propriedade. Porém, alguns estudos recentes demonstram que alterações químicas ou incorporação de outros polímeros ao EPS (para a formação de blendas), possuem potencial para melhoria e/ou introdução de propriedades às nanofibras que permitam a aplicação em filtração de ar. Além disso, a incorporação de surfactantes, óxidos metálicos e óleos essenciais mostram-se promissora na funcionalização dos meios filtrantes, permitindo além da retenção dos aerossóis a ação biocida e fungicida. Assim, a presente proposta de pesquisa tem por objetivo o desenvolvimento de meios filtrantes funcionalizados à partir de nanofibras de EPS reciclado para aplicação em filtração de ar. Para que os objetivos sejam atingidos serão realizados estudos para avaliar o reaproveitamento do EPS reciclado e as condições experimentais adequadas para a obtenção de nanofibras eletrofiadas funcionalizadas visando à aplicação na filtração de ar. Os meios filtrantes desenvolvidos serão caracterizados utilizando diferentes técnicas que permitirão a avaliação das suas características físicas e químicas. Além disso, os meios filtrantes serão testados para determinação e avaliação da queda de pressão e eficiência na coleta de nanopartículas dispersas no ar.

Palavras-chaves: Meio filtrante; EPS reciclado; Nanofibras; Nanopartículas; Eletrofiação

ÁREA DE PESQUISA: Controle Ambiental

DOCENTE ORIENTADOR: Vádila Giovana Guerra Béttega

TÍTULO: Desenvolvimento de meios filtrantes utilizando álcool polivinílico (PVA) para aplicação em filtração de nanoaerossóis.

RESUMO

O uso das nanofibras na filtração de ar é uma tecnologia que vem sendo aplicada aos meios filtrantes visando a obtenção de altos fatores de qualidade, isto é, altas eficiências de coleta de partículas e baixas quedas de pressão. A técnica de eletrofiação é a mais utilizada para fabricação de meios filtrantes com nanofibras e demonstra versatilidade em processar diferentes polímeros, habilidade em controlar diâmetro, morfologia, orientação e estrutura das fibras. A produção de nanofibras de álcool polivinílico (PVA) tem despertado a atenção devido à eficiente produção destas fibras e aplicabilidade em escala nanométrica, com potencial para aplicação em diferentes áreas, como na filtração de ar. Seu uso é interessante por ser relativamente de baixo custo e não ser solúvel em solventes orgânicos e tóxicos, mas em água, o que atende aos requisitos de não-toxicidade e biodegradabilidade do movimento de Eletrofiação Verde (*Green Electrospinning*). Entretanto, a baixa hidrofobicidade deste polímero é um obstáculo para a aplicação na filtração de líquidos e gases úmidos. Assim, diferentes técnicas têm sido empregadas na tentativa de preservar a integridade química e física destas fibras, como a imersão das fibras em solução de metanol durante vários períodos, reticulação (*crosslinking*) térmica ou com diferentes aditivos, simples aquecimento e combinações entre estas técnicas. Neste contexto, o ácido cítrico tem sido utilizado como um agente reticulante em estudos recentes, que reportam o aprimoramento das propriedades físicas de nanofibras de PVA produzidas com tal agente. Além disso, este material também possui baixo custo e não é tóxico, diferentemente de agentes reticulantes geralmente utilizados (como o glutaraldeído), atendendo aos requisitos do *Green Electrospinning*. A funcionalização das nanofibras com a incorporação de surfactantes e agentes microbianos, como óxidos, também apresentam potencial de tornar as fibras com características ainda mais interessantes para a aplicação na filtração de ar. Assim, a presente proposta de pesquisa visa o desenvolvimento de meios filtrantes de PVA aprimorados e funcionalizados visando a aplicação na filtração de ar. Para que os objetivos sejam atingidos serão realizados estudos para avaliar as melhores condições experimentais para obtenção de nanofibras eletrofiadas adequadas à aplicação na filtração de ar. Serão testadas diferentes condições para a adequada reticulação do material e possibilidade de incorporação de agentes biocidas e adsorventes. Os meios filtrantes desenvolvidos serão caracterizados utilizando diferentes técnicas que permitirão a avaliação das suas características e estruturas física e química. Além disso, os meios filtrantes serão testados para avaliação da queda de pressão e eficiência na coleta de nanopartículas dispersas no ar.

Palavras-chaves: Filtração de ar; Meios filtrantes; Nanofibras; Nanopartículas; PVA