

ENGENHARIAS

ENGINEERS
DAY



Grande área do conhecimento Engenharias

Título do Projeto Tratamento do efluente da produção de biodiesel com biofilme eletroativo em bucha vegetal (*Luffa cylindrica*)

Autores Gabriela Azevedo Souza, Renata Aparecida Alves, Alef da Silva Sousa, Mateus Peixoto Oliveira, Everson Ferreira Vasconcelos, André Marques dos Santos, Gilmar Clemente Silva

Departamento/Unidade/Laboratório EEIMVR/Departamento de Ciências Exatas/Laboratório de Eletroquímica e Energia

INTRODUÇÃO:

O biodiesel é produzido a partir de fontes renováveis e seu papel na matriz energética brasileira é substituir parcialmente o diesel, e num futuro próximo substituir totalmente esse combustível, que é de origem fóssil .

O método convencional de tratamento de esgoto doméstico é pouco eficiente para tratamento do efluente do biodiesel, pois o resíduo do biodiesel possui elevados níveis de contaminantes acarretando em custos adicionais (MYNURGH, D. P. et al., 2019), esses fatores incentivaram a busca por outras formas de tratamento mais eficientes e econômicas .

Uma das alternativas ao tratamento convencional são as células eletroquímicas microbianas (MFCs, sigla em inglês), as quais usam oxidação para degradar a matéria orgânica presente no efluente, podendo simultaneamente gerar energia elétrica.

Atualmente, o design e os materiais utilizados são amplos, permitindo diversas adaptações a fim de melhorar o desempenho do tratamento

(NAWAZ, A. et al, 2022). Por outro lado, os eletrodos comercializados possuem elevados custos, devido a isso há uma crescente procura por materiais mais acessíveis (JAISWAL, K. K. et al., 2020).

As buchas vegetais (*Luffa cylindrica*), são materiais versáteis e com grande relevância econômica, como baixo preço aquisitivo, disponibilidade e baixo impacto ambiental (YONG, Y. Et., 2013)

Entretanto, em termos eletroquímicos esse material não é condutor elétrico, sendo necessário adaptações para que sua performance como um biofiltro seja satisfatória.

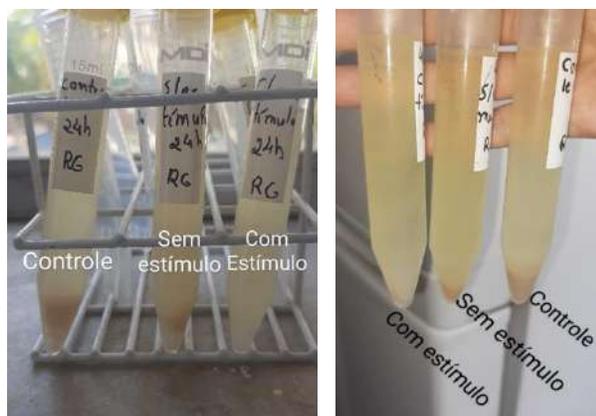
O presente trabalho objetiva estimular eletroquimicamente um ânodo a base de fibra vegetal contendo microrganismos eletroativos e assim acelerar a formação do biofilme e consequentemente encurtar o tempo de tratamento do efluente proveniente da lavagem do biodiesel. Mais especificamente pretende-se: i) funcionalizar a bucha vegetal como ânodo para a *Shewanella amazonensis* através do uso de ágar Luria Bertani; ii) investigar através das

técnicas eletroquímicas a influência da estimulação no crescimento do biofilme; iii) melhorar a estrutura tridimensional da célula visando proteger a integridade do biofilme ao colher amostras e iv) verificar taxa de remoção de DBO e DQO para o tratamento proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 1, mostra a diferença na quantidade de sólidos presentes no tubo falcon do reator com estímulo em relação aos demais. Deve-se salientar que todas as alíquotas foram retiradas do sobrenadante nos reatores.

Figura 1 – Imagens com aparência das amostras coletadas e gases nos reatores

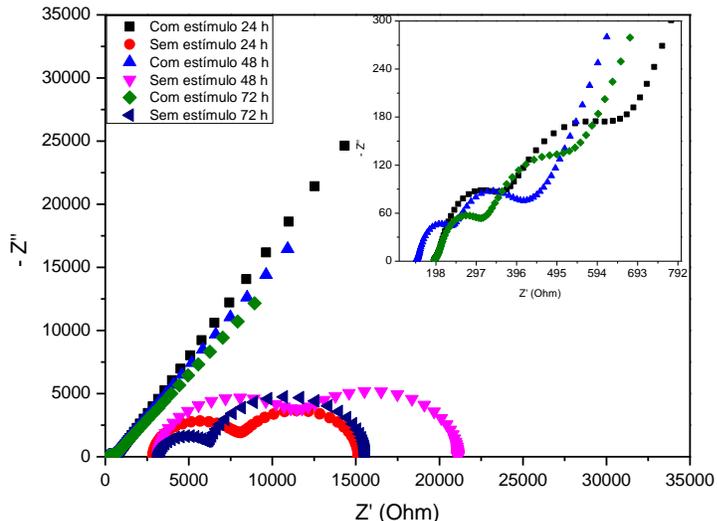


Fonte: Autoria própria, 2023.

A estimulação utilizando a técnica cronoamperometria foi conduzida somente em uma das células por um período de 12 h.

Um potencial de + 0,5 V vs Ag/AgCl foi aplicado com o intuito de estimular o biofilme através do eletrodo de fibra vegetal. A figura 2 apresenta o diagrama de Nyquist para as 24, 48 e 72 h de tratamento.

Figura 2 – Diagrama de Nyquist para eletrodo bucha vegetal *S. Amazonensis*



Fonte: Autoria própria, 2023.

A figura 2 mostra que o reator estimulado apresentou em todos os dias de tratamento presença de dois semicírculos seguido de uma reta crescente, característica de uma processo difusional.

A média de DQO total e solúvel do efluente bruto foi de aproximadamente 312.941 mg O₂/ L e 290.902 mg O₂/ L, respectivamente. O reator controle também reduziu nas duas análises se comparado ao valor do efluente bruto. Já nos reatores com estímulo observa-se uma média de DQO total muito menor em relação aos demais, decaindo em função do tempo. Sua eficiência em remover substâncias solúveis no efluente é superior no primeiro e último dia de tratamento, com 45% e 54% aproximadamente.

CONCLUSÕES

A técnica de cronoamperometria aplicada a um dos reatores acelerou a fixação do biofilme.

Em 48 h de tratamento ocorreu um maior fluxo de trocas iônicas entre o eletrodo estimulado e o meio, com o menor valor de R_{tc1} , 62,54 Ω para primeira camada, seguido de R_{tc2} igual a 103,2 Ω .

Em se tratando das eficiências de remoção de DBO, DQO solúvel e DQO total, a performance geral do reator estimulado em relação aos demais também é superior.

AGRADECIMENTOS

PROPPI/UFF e CNPq pela bolsa PIBIC

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MYNURGH, D. P. et al. *Environmental processes: International Journal*, v. 6, n. 4, p. 819-940, 2019.

YONG, Y. et. al. *Environmental Science & Technology*, v. 47, n. 24, p. 14525–14532, 2013.

NAWAZ, A. et al. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 161, n. 1, p. 357-373, 2022.

JAIWAL, K. K. et al. *Journal of Water Process Engineering*, v. 38, n. 101549, p. 1-12, 2020.



**Grande área do conhecimento: ENGENHARIA,
SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO**

**Título do projeto: APLICAÇÃO DE BOLHAS DE AR JUNTO
AO CASCO DE PLATAFORMAS OFFSHORE E
EMBARCAÇÕES DE APOIO PARA REDUÇÃO DO RISCO DE
BIOINCRUSTAÇÃO DE ESPÉCIE INVASORAS MARINHAS**

Autores: Paloma De Almeida Fortes Pinto, Allan de Oliveira Alves Alberice e Newton Narciso Pereira.

Universidade Federal Fluminense - Campus Volta Redonda

INTRODUÇÃO:

O acúmulo de bioincrustação marinha em uma plataforma de produção de petróleo offshore é um problema que tem afetado a indústria petrolífera nacional ao longo dos anos. Principalmente, no Estado do Rio de Janeiro, que concentra a maior parte da produção de petróleo offshore no país, a bioincrustação tem gerado sérios problemas para o meio ambiente, com espalhamento de espécies invasoras. O risco de transferência destas espécies ao longo do litoral carioca, principalmente do coral-sol (*Tubastraea spp.*), tem levado os órgãos ambientais a impedirem a livre circulação destas estruturas na costa brasileira. Na busca de mitigar o problema, este projeto visa avaliar a eficácia da injeção de bolhas de ar junto às superfícies experimentais para inibir a bioincrustação de coral-sol (*Tubastraea spp.*). Através dos ensaios laboratoriais será possível determinar as taxas de fluxo de ar necessárias para a formação de bolhas, em função do seu diâmetro, capazes de gerar tensões de

cisalhamento sobre a superfície experimental, frequência e duração da aplicação que poderá ser eficiente para o caso do coral-sol (*Tubastraea spp.*). Os ensaios de campo estão sendo realizados na Baía de Guanabara para medir a eficiência do processo de incrustação de espécies diversas. Em Angra dos Reis será avaliado a eficiência para coral-sol (*Tubastraea spp.*), local notadamente conhecido como foco da infestação desta espécie no Estado do Rio de Janeiro. Serão identificadas porcentagem de cobertura do coral-sol (*Tubastraea spp.*) e dos outros organismos nas superfícies experimentais, por meio do software CPCe (Coral Point Count with Excel extensions).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Nesse sentido, uma estrutura experimental do sistema de injeção de bolhas foi desenvolvida para realização dos experimentos in situ. O mecanismo foi todo construído por canos de PVC em formato retangular, inicialmente foram feitas 2 estruturas, sendo respectivamente duas

estruturas de controle e duas estruturas de aeração com cerca de 100 cm de largura e 80 cm de altura. As estruturas de aeração foram adaptadas de modo a acomodar três aeradores fixados rentes as superfícies experimentais na parte inferior para realização do tratamento de bolhas. Os canos verticais centrais foram utilizados para instalação de placas de poliestireno (15 cm x 20 cm) revestidas com tinta anti-incrustante da fabricante Jotun, respectivamente as tintas anti-incrustantes Ultra III, Active e Active Plus, a estrutura foi dimensionada de modo que ao acionar o aerador a coluna de borbulhamento encobre toda área da placa. Para monitoramento da coluna de bolhas experimentais foi acoplada uma câmera do lado lateral da estrutura.



Figura 1 - Estrutura de aeração no início do experimento in situ.

Neste momento as estruturas estão na fase experimental, submersas abaixo da linha d'água a uma profundidade de cerca de 100 cm e um compressor de ar de 125 L/m é mantido na superfície de modo a fornecer ar para os aeradores que ficaram submersos e acoplados. Os ensaios de campo estão sendo realizados na

BHMN (Base de Hidrografia da Marinha) em Niterói para medir a eficiência do processo de incrustação das espécies da Baía de Guanabara.



Figura 2 - Sistema imerso

Com a utilização de uma câmera subaquática, será possível tomar as devidas ações caso ocorra algum dano à estrutura ou aos aeradores, além de poder estimar a quantidade de tempo que as placas são submetidas ao fluxo de bolhas.



Figura 3 - Foto capturada pela câmera subaquática em tempo real.

CONCLUSÕES:

Portanto, o projeto está seguindo como o planejado, neste momento está ocorrendo o teste experimental, em breve será possível analisar as incrustações das placas de teste e realizar uma comparação expressiva das placas com tratamento de bolhas e as placas de controle, a fim de observar se a injeção de bolhas seguirá o previsto ao diminuir a taxa de incrustação, para isso será utilizado o software CPCe para analisar as espécies encontradas nas imagens que serão coletadas. Conjuntamente estão sendo feitas adaptações na estrutura de aeração que será instalada em Angra dos Reis, visto que nessa região é possível encontrar a ocorrência de coral-sol (*Tubastraea spp.*), dessa forma em pouco tempo teremos os resultados das análises dos experimentos nos dois locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Bullard SG, Shumway SE, Davis CV. 2010. The use of aeration as a simple and environmentally sound means to prevent biofouling. *Biofouling*. 26:587–593. doi:10.1080/08927014.2010.496038.

BULLARD, Stephan G.; SHUMWAY, Sandra E.; DAVIS, Christopher V. The use of aeration as a simple and environmentally sound means to prevent biofouling. *Biofouling*, v. 26, n. 5, p. 587-593, 2010.

SCARDINO, A. J.; FLETCHER, L. E.; LEWIS, John Anthony. Fouling control using air bubble curtains: protection for stationary vessels.

Journal of Marine Engineering and Technology, v. 8, n. 1, p. 3-10, 2009. Dickenson, N. C., Krumholz, J. S., Hunsucker, K. Z., Radicone, M. (2017). Iodine-infused aeration for hull fouling prevention: A vessel-scale study. *Biofouling*, 33(10), 955-969.

Hopkins, G. A., Gilbertson, F., Floerl, O., Casanovas, P., Pine, M., Cahill, P. (2021). Continuous bubble streams for controlling marine biofouling on static artificial structures. *PeerJ*, 9, e11323

AGRADECIMENTOS:

Um agradecimento especial a Marinha do Brasil por ter nos cedido o local para o experimento, a fabricante Jotun por ter disponibilizado tintas anti-incrustantes, a FAPERJ e a PROPPI pelo apoio financeiro prestado para realização do projeto. Além disso, gostaria de agradecer a parceria dos colaboradores Isaías Simões de Carvalho e Rafael de Senna Assis.





Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: Análise das Variáveis Térmicas de Solidificação na Formação Microestrutural da Liga Ternária Al-4%Cu-1%Ni em Condições Transientes de Extração de Calor.

Autores: Franciele de Matos Peixoto, Alexandre Furtado Ferreira.

Departamento/Unidade/Laboratório: Departamento de Engenharia Mecânica / Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda

INTRODUÇÃO:

A fabricação de peças com adições dos elementos como cobre (Cu) e Níquel (Ni) têm como principal objetivo aumentar a resistência a altas temperaturas e diminuir o coeficiente de expansão. As adições desses elementos propiciam elevada resistência e possibilidade de aplicações em altas temperaturas, e, por esse motivo, tornam-se de grande interesse industrial (Rodrigues, 2017).

As propriedades finais do produto final são fortemente afetadas pela estrutura formada após processo de solidificação, bem como pelas características intrínsecas do material a ser solidificado, como tamanho de grão, espaçamentos dendríticos, heterogeneidades de composição química, inclusões e porosidade (BAYRAM e MARASLI, 2018; NASCIMENTO et al., 2018).

É nesse contexto geral que o presente trabalho experimental foi desenvolvido, visando melhorar os conhecimentos sobre as ligas de alumínio, com adição de solutos como cobre e níquel, de modo a aprofundar a compreensão científica, através de um estudo dos parâmetros térmicos provenientes da solidificação ascendente da liga ternária Al-4%Cu-1%Ni como a velocidade de

avanço da interface (V_L), gradiente térmico (G) e a taxa de resfriamento (\dot{T}) sobre as microestruturas obtidas. Além disso, esses parâmetros foram correlacionados com o espaçamento terciário (λ_3).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

• PARÂMETROS TÉRMICOS

As curvas de resfriamento da liga Al-4%Cu-1%Ni, foram obtidas durante os experimentos de solidificação unidirecional vertical ascendente. A partir dos dados obtidos foi possível determinar os parâmetros térmicos. A Figura 1 apresenta as curvas de resfriamento da liga Al-4%Cu-1%Ni para cada posição dos termopares posicionados ao longo do fundido.

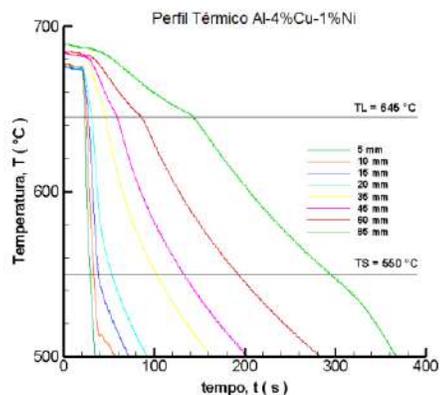


Figura 1: Curvas de temperatura versus tempo da liga Al-4%Cu-1%Ni.

Analisando o gráfico (Figura 2) da posição da frente de solidificação em função do tempo na temperatura liquidus da liga, observa-se que à medida que a solidificação acontece e a frente de solidificação se distancia da base, aumenta-se a resistência térmica devido ao metal solidificado.

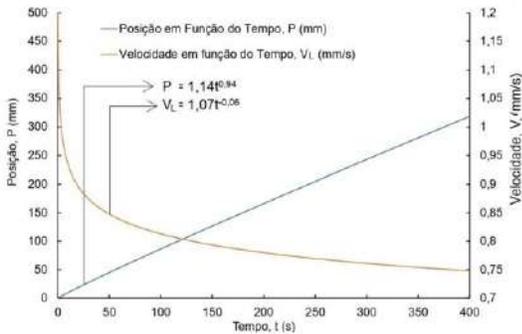


Figura 2: Posição da temperatura liquidus (P) e velocidade de solidificação (V_L) em função do tempo.

Podemos observar no gráfico (Figura 3) que a velocidade de solidificação é mais alta nas regiões próximas à base refrigerada e conforme a solidificação avança ao longo da peça, a velocidade de solidificação da interface diminui. Esse comportamento se deve ao aumento da camada de espessura do material solidificado ao longo à medida em que a extração de calor prossegue.

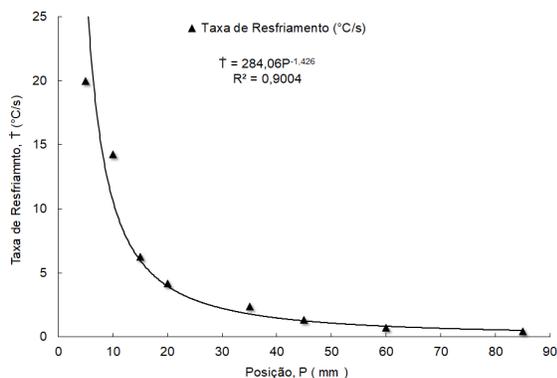


Figura 3: Taxa de resfriamento em função da posição para a liga Al-4%Cu-1%Ni.

No gráfico (Figura 4) é possível perceber elevadas taxas de resfriamento próximas à base refrigerada com água. Isso é também devido ao sistema de resfriamento acionado durante o experimento.

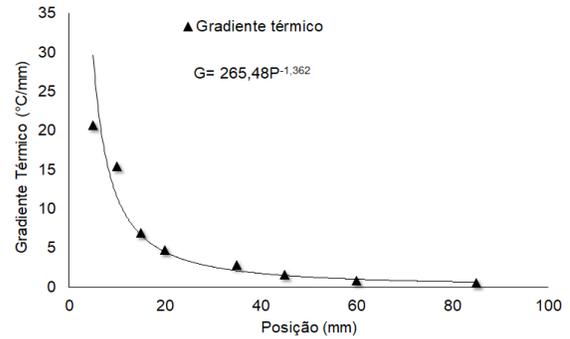


Figura 4: Gradiente térmico em função da posição.

Conforme esperado, no gráfico (Figura 5), o gradiente de temperatura diminui com o avanço da solidificação. Ao observar os dados, podemos dizer que na região onde o gradiente térmico é maior equivale as mesmas regiões onde a taxa de resfriamento também é elevada.

• MACROESTRUTURA:

As macroestruturas dos sistemas da liga de Al-Cu-Ni solidificadas unidirecionalmente na forma vertical ascendente são apresentadas na Figura 6. Observou-se a ocorrência de estruturas predominantemente colunares e também o surgimento da Transição Colunar/Equiaxial (TCE) no topo do material, a partir de 110 mm de altura do lingote, favorecida com diminuição das variáveis térmicas.

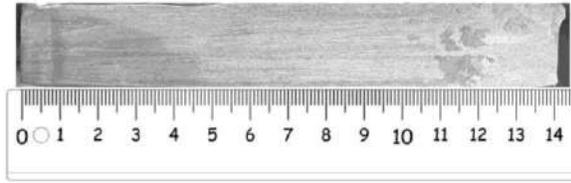


Figura 5: Macrografia da liga de Al-4%Cu-1%Ni Gradiente térmico em função da posição.

• MICROESTRUTURA:

Na Figura 6, é possível constatar que as microestruturas se tornam mais grosseiras à medida que afastamos da base resfriada, ou seja, com o aumento da posição (P), enquanto os valores das suas respectivas variáveis térmicas diminuem.

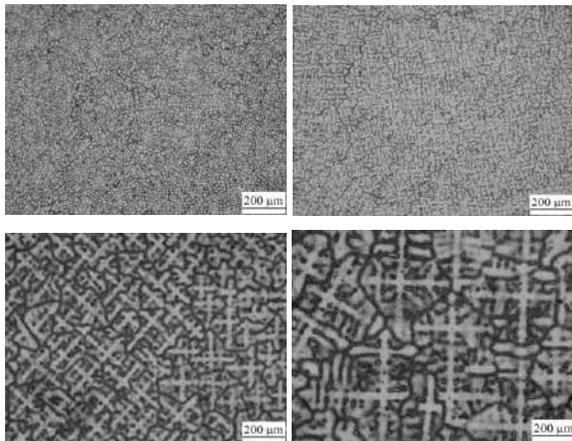


Figura 6: Micrografia nas posições (a) 5 mm; (b) 15 mm; (c) 45 mm e; (d) 85 mm.

Analisando os gráficos abaixo (Figura 7), observa-se a evolução do espaçamento celular em função da taxa de resfriamento apresentando que o espaçamento aumenta à medida que a variável (\dot{T}) diminui.

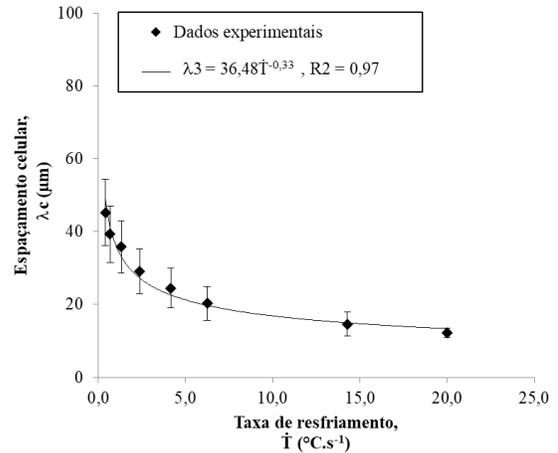


Figura 7: Variação do espaçamento celular em função da: (a) a velocidade de

CONCLUSÕES:

Com o presente experimento, podemos observar como parâmetros de solidificação, como a taxa de resfriamento, estão intrinsecamente relacionados com as propriedades do material. Isso porque, observamos que velocidade da temperatura *liquidus* (V_L), o gradiente térmico (G) e a taxa de resfriamento (\dot{T}) afetam diretamente a microestrutura da liga. Onde foi possível observar que nas posições próxima à base refrigerada, as dendritas são mais refinadas em comparação com as microestruturas encontradas nas posições próxima ao topo. E por meio dessas variáveis térmicas, é possível “programar” as propriedades mecânicas do produto final.



ENGENHARIA, FABRICAÇÃO, MECÂNICA
AVALIAÇÃO DAS TENSÕES RESIDUAIS NA RETIFICAÇÃO DO
AÇO MARAGING 350 COM REBOLO CONVENCIONAL SOL-GEL
LUCAS BENINI, IURY QUINTES
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA/ESCOLA DE
ENGENHARIA/LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA MECÂNICA.

INTRODUÇÃO:

Os aços *maraging* são uma classe especial de aço que apresentam alto teor de Ni sendo compostos por ligas quaternárias de Fe-Ni-Co-Mo. Possuem alta resistência mecânica e tenacidade a fratura, e são por isso utilizados para peças que precisam resistir a grandes carregamentos. Já as tensões residuais, são tensões internas em equilíbrio, em condições uniformes de temperatura e em repouso, na ausência de qualquer carregamento externo. Elas surgem em virtude de processos de fabricação e de tratamentos e sempre que o componente sofre deformação plástica localizada ou deformação elástica não homogênea. Dependendo da distribuição e da magnitude, os efeitos das tensões residuais podem ser benéficos ou prejudiciais ao componente.

Neste aspecto, o resultado de trabalho de retificação depende primariamente das condições de corte do processo. Se mal dimensionados, estas condições podem causar defeitos geométricos e, ainda, provocar o aumento das tensões residuais que inviabilizem o uso do componente usinado.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar as tensões residuais e o acabamento superficial do aço *maraging* 350 usinado pelo processo de retificação plana utilizando um rebole convencional sol-gel.

Além de avaliar a rugosidade da superfície usinada, a dureza na superfície e de tensões residuais pelas técnicas de difração de raio X e de ruído magnético Barkhausen, foi verificado a influência dos parâmetros de entrada do processo de retificação no resultado de trabalho do aço *maraging* 350, contribuindo para o melhor entendimento da retificação deste tipo de material.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

De acordo com os resultados obtidos pelas análises experimentais em 9 superfícies de aço *maraging* 350, foi indicado que o aumento da velocidade de avanço e profundidade de penetração contribuíram para diminuição das residuais, que foram de natureza compressivas, nas amostras usinadas de *maraging* 350 (Imagem 1 e 2). Além disso, as tensões residuais avaliadas, compressivas, aumentam a resistência à fadiga do componente retificado.

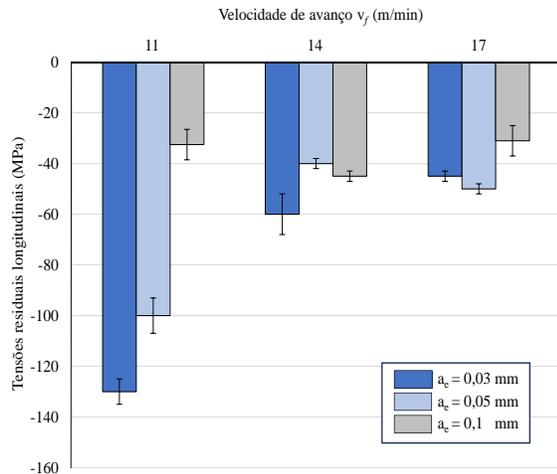


Imagem 1: Tensões residuais longitudinais como função da velocidade de avanço v_f na retificação plana do aço *maraging* 350.

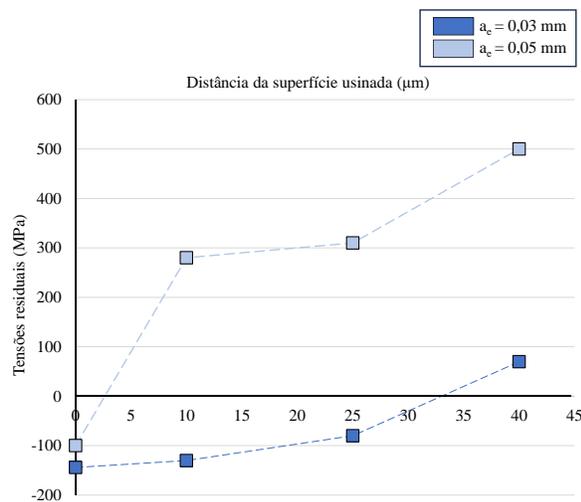


Imagem 2: Perfil de profundidade das tensões residuais do aço *maraging* 350 para velocidades de avanço de 11m/min.

A velocidade de avanço e profundidade de penetração não influenciaram significativamente nos resultados de rugosidade R_a e R_z e também na dureza *Vickers* mensurada na superfície do aço *maraging* 350. Os valores R_a medidos ficaram abaixo de $1,6\mu\text{m}$, normalmente esperados em processos de retificação. Além

disso, o uso do rebolo Sol-Gel com os valores de velocidade de avanço e profundidade de penetração fixados para análise (Tabela 1) deste projeto não causaram danos térmicos simbólicos às amostras do aço *maraging* 350.

Tabela 1: Condições de retificação do *maraging* 350.

Amostra	Profundidade de corte (a_e) [mm]	Velocidade de avanço (v_f) [m/s]
1	0,03	11
2	0,05	14
3	0,01	17
4	0,03	11
5	0,05	14
6	0,01	17
7	0,03	11
8	0,05	14
9	0,01	17

Em relação à análise do ruído magnético de *Barkhausen* (RMB), os resultados obtidos apresentam picos com amplitudes medias mensuradas com a frequência de 10 Hz e 50Hz após o processo de retificação.

CONCLUSÕES:

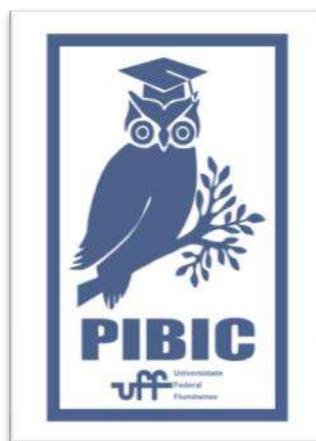
Este relatório final apresentou as atividades desenvolvidas no escopo projeto PIBIC CNPq 2022/2023 onde foram avaliados os resultados de RMB, das tensões residuais, da rugosidade e da dureza *Vickers* presentes pós processo de retificação do aço *maraging*

350 com rebolo convencional Sol-Gel. Com os resultados atingidos neste trabalho, conclui-se que:

- O Aumento da velocidade de avanço e profundidade contribuíram para diminuição das tensões residuais de natureza compressivas nas amostras usinadas de *maraging* 350;
- As tensões residuais compressivas aumentam a resistência à fadiga do componente retificado;
- A menor profundidade nos ensaios, gerou camadas superficiais com mais tensões residuais de natureza compressivas e mais estáveis, permanecendo em compressão até uma camada com cerca de 35 μm de profundidade, ou seja, este componente apresentará uma melhor vida útil em operação;
- A velocidade de avanço e a profundidade de penetração não influenciaram significativamente nos resultados de rugosidade do aço *maraging* 350. Os valores de rugosidade R_a medidos neste trabalho ficaram abaixo de 1,6 μm , normalmente esperados em processos de retificação;
- A velocidade de avanço e a profundidade de penetração não influenciaram significativamente nos resultados de dureza *Vickers* do aço *maraging* 350. Sendo assim, o uso do rebolo Sol-Gel com os valores de velocidade de avanço e profundidade de penetração utilizados neste trabalho não causaram danos térmicos simbólicos as amostras de aço *maraging* 350.

AGRADECIMENTOS:

A possibilidade de elaboração de um projeto de pesquisa, como a iniciação científica, contribuiu de forma acentuada no processo de formação do aluno-bolsista. Sendo assim, destaco em primeiro lugar a oportunidade que meu orientador disponibilizou em fazer parte desta pesquisa que enriqueceu muito meus conhecimentos tanto teóricos quanto práticos sobre esse tema. Concomitantemente, Gostaria de agradecer a CNPQ pela oportunidade de custeio deste projeto e pelo incentivo que o programa atribui aos demais pesquisadores de Universidade Pública do país. Por último, agradecer aos meus familiares por sempre estarem presente, torcendo e incentivando todas as minhas decisões em âmbito acadêmico e profissional.





Determinação das Propriedades Dinâmicas para Utilização em Análise Estrutural de Passarelas de Material Compósito Submetidas a Ação do Caminhar de Pedestres

Gabriel Queiroz de Matos

Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Civil (TEC).

INTRODUÇÃO:

Passarelas são estruturas tipicamente extensas e muito esbeltas, destinadas ao tráfego humano. Com o surgimento do polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), estas estruturas antes feitas apenas em aço ou concreto passaram a ser produzidas em PRFV, um material inerte quimicamente, e com uma massa específica cerca de quatro vezes menor que a do aço.

Todavia, estruturas feitas com este material tendem a ser mais leves, e quando projetadas para transpor grandes vãos, apresentam baixas frequências dos seus modos naturais de vibração, o que implica numa maior sensibilidade à ação de cargas dinâmicas.

Com o objetivo de compreender o comportamento dinâmico destas estruturas e determinar as propriedades necessárias para uma correta análise estrutural, foram feitos modelos de três tipos de concepção estrutural distintas de passarelas em material compósito.

O primeiro modelo é de uma passarela estaiada baseada na passarela de Aberfeldy, construída na Escócia em 1992. O segundo trata de uma passarela em arco e o terceiro é uma passarela treliçada com vigas vagão, desenvolvido por TORRES et al (2018).

A análise dinâmica de estruturas é o estudo dos efeitos de cargas que variam com o tempo, podendo ser de ações naturais ou ação antrópica como o caminhar de uma pessoa.

O guia Sétra (2006) apresenta um modelo que considera uma carga dinâmica de multidão, caminhando sobre uma passarela. O caminhar humano pode ser descrito como um fenômeno periódico, cuja frequência é determinada de forma experimental. Este guia indica que o caminhar humano pode ocorrer dentro de uma faixa de frequência de 1,6 a 5 Hz.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os três modelos foram desenvolvidos de modo que as frequências naturais e massas modais do primeiro modo de vibração vertical das estruturas analisadas fossem bem próximas. Desta forma a relação entre a massa modal dos pedestres e a massa modal das estruturas (M_p/M_e) é de mesma ordem de grandeza. Pretende-se com isso determinar a influência da concepção estrutural no comportamento dinâmico das estruturas. A Tabela 1 apresenta as principais características das três passarelas analisadas.

Tabela 1: Principais propriedades das passarelas

Modelo	Frequência natural do primeiro modo de vibração vertical (Hz)	Comprimento (m)	Massa Modal (kg)	Amortecimento (%)
Estaiada	1,62	63	2785,31	0,85
Arco	1,60	50	2985,68	0,85
Treliçada	1,63	28	2535,17	0,85

Por meio da implementação de um programa em linguagem Python, foi possível quantificar as acelerações resultantes da passagem de

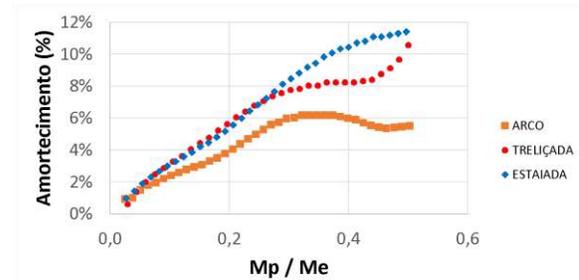
pedestres sobre as passarelas. Nesse contexto, foram empregados três métodos distintos para aferir tais acelerações. O primeiro desses métodos corresponde ao modelo de carga móvel, representada por uma série de Fourier. Este enfoque, apesar de bastante usado na prática de projetos devido a sua simplicidade, tende a fornecer resultados bastante conservadores quando se trata de estruturas muito leves. A limitação desse modelo reside no fato de que ele não contempla o amortecimento adicional imposto pela presença das pessoas sobre a estrutura.

O segundo método adotado é o biodinâmico, que se destaca por sua capacidade de representar com maior fidelidade a realidade observada. Isso é possível porque, além de considerar as forças geradas pelo caminhar humano, também incorpora um componente de amortecimento à dinâmica da estrutura. Essa abordagem se aproxima das condições reais, capturando nuances importantes da interação entre as pessoas e a passarela. No entanto, devido a sua complexidade, este método normalmente não é implementado nos programas comerciais e, conseqüentemente, não é muito utilizado.

O terceiro método proposto aqui consiste em uma variante do método de carga móvel, na qual o amortecimento introduzido pelas pessoas na estrutura é considerado. O acréscimo de amortecimento decorrente da interação pessoas x estrutura é calibrado através da correlação entre os resultados obtidos considerando os dois primeiros métodos, incorporando assim os efeitos da interação pessoas x estruturas numa análise simplificada de fácil utilização.

A Figura 1 apresenta os gráficos do crescimento da taxa de amortecimento em função da relação M_p/M_e .

Figura 1: Gráfico que relaciona o acréscimo de amortecimento ao aumento da relação M_p/M_e .



CONCLUSÕES:

É evidente que as passarelas treliçadas e estaiadas demonstraram um aumento no amortecimento mais similar entre si, mesmo com suas consideráveis discrepâncias em termos de estrutura e dimensões. Essa observação pode ser atribuída à proximidade das massas modais das duas passarelas e ao fato de que o primeiro modo de vibração vertical em ambas está relacionado ao primeiro harmônico. Essas características convergem para que ambas as passarelas apresentem uma interação pessoa-estrutura de ordem de grandeza comparável.

Já a passarela em arco apresentou um incremento no amortecimento menor e acelerações mais baixas em comparação com as outras duas passarelas, apesar de possuir massa modal e frequência natural próxima a às duas primeiras. Essa observação pode ser explicada pela peculiaridade do primeiro modo de vibração vertical da passarela em arco a ser excitado por uma carga de multidão está relacionado ao terceiro harmônico. Essa configuração única torna a passarela em arco

menos sensível às forças e aos amortecimentos geradas pela interação pessoa-estrutura em comparação com as outras passarelas.

REFERÊNCIAS:

SÉTRA, F. Technical guide - Footbridges - Assessment of vibrational behaviour of footbridges under pedestrian loading: Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes. Paris, França: The Sétra associates, 2006.

TORRES, J. P. DE C.; CARVALHO, E. M. L.; VIERA, J. D. PROJETO CONSIDERANDO ANÁLISE DINÂMICA DE PASSARELAS DE MATERIAL COMPÓSITO. Anais do XIII SIMMEC 2018 - Simpósio de Mecânica Computacional. n. 1, 2018.

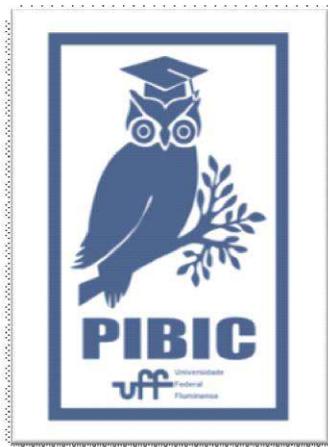


Imagem 1: Imagem PIBIC



Fotocatálise

Degradação fotocatalítica de índigo-carmin em catalisadores compósitos de G-C₃N₄

Rayana de Andrade Barboza

LISA – Laboratório Interdisciplinar de Soluções Ambientais

INTRODUÇÃO:

A valorização de biomassa é um imperativo da economia sustentável. Uma estratégia de valorização é por meio de reações fotocatalíticas, por exemplo, a fotorreforma, gerando hidrogênio. Uma das principais maneiras de avaliar a atividade de fotocatalisadores é por meio do uso de reações de degradações de corantes.

A indústria brasileira é uma das maiores produtoras mundiais de têxteis (ABIT, 2016). Esse segmento, por sua vez, é um enorme consumidor de água, já que a utilização do recurso hídrico é feita, majoritariamente, em grande escala nas etapas de tinturaria, a qual utiliza cerca de 50 a 100 L por quilo de tecido produzido.

Nesse contexto, o efluente gerado é composto, basicamente, de água e rejeitos químicos, principalmente corantes. O que leva a situação a se tornar ambientalmente preocupante, uma vez que o descarte deste na natureza pode causar diversos problemas, devido ao fato de o corante ser um poluente emergente, enquadrado como substância não presente em sistemas de monitoramento e fiscalização, além de não possuir legislação dedicada à qualidade ambiental, com sua

inclusão na natureza sendo feita por meio de atividades antrópicas (HORVAT et al., 2012).

Desse modo, o descarte sem tratamento gera esgotamento do oxigênio dissolvido em meios aquáticos, poluição dos lençóis freáticos, impedindo a penetração de luz solar nas camadas mais profundas, agredindo a fauna e flora presente e impedindo processos de fotossíntese de ocorrer.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir da prática dos experimentos previstos, obteve-se resultados promissores para o desenvolvimento da pesquisa.

Observou-se que o corante índigo-carmin ($\lambda = 630$ nm) possui ideal índice de degradação a 1 hora, dentro das condições da unidade. Portanto, seguiu-se com esse padrão para a realização dos eventos de fotocatalise.

Já nos experimentos de adsorção, não obteve-se resultados utilizáveis para o andamento da pesquisa, uma vez que as medições de absorvância da solução-mãe e soluções pós testes estavam semelhantes ou idênticas, noticiando que não houve degradação durante o processo.

Ainda sim, os testes de fotocatalise sucederam bem. Observou-se que, alguns catalisadores, ajudaram na degradação imediata do composto, enquanto outros, propiciaram uma degradação mais lenta. Por exemplo, a operação com TiO_2 levou a uma degradação real de 36,20% no momento em que o teste foi encerrado. Contudo, em todos os casos, após uma semana em ambiente escuro, a solução já estava mais degradada, observando uma aparência mais transparente e menos colorida, indicando menor quantidade de moléculas de corante em água. Com isso, entende-se que o processo de degradação ocorre até após a finalização da operação, e, mesmo com a filtração, algumas partículas de catalisador podem permanecer em solução, promovendo o fenômeno.

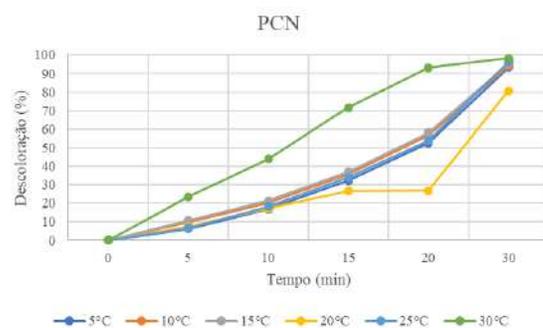
A seguir, observa-se os dados dos experimentos de fotocatalise a 1 hora, com banho de 20°C :

Condições: 1h, 20°C	
Catalisador	Degradação (%)
TiO_2	36.20%
Nb_2O_5	10.23%
PCN	98.89%
Nb_2O_5/PCN	95.88%
Cu/PCN	0.66%
Cu/ Nb_2O_5	0.00%
Cu/ TiO_2	4.31%
Cu/ TiO_2/PCN	2.32%
Cu/PCN/ Nb_2O_5	0.00%

Tabela 1: Tabela com dados experimentais a 60 ppm

Ressalta-se a eficiência dos catalisadores PCN e PCN/ Nb_2O_5 , que obtiveram quase degradação completa após operação.

Com isso, os testes de cinética da solução 60 ppm a 5°, 10°, 15°, 20°, 25° e 30°C nos tempos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min foram



realizados, obtendo os seguintes resultados:

Figura 1: Resultados de experimentos cinéticos de descoloração fotocatalítica com PCN a diferentes temperaturas.

Foram realizados de cinética nas temperaturas 5°C e 30°C, com solução de 30 ppm (metade da concentração original):

PCN (Descoloração)	Temperatura (°C)	
	5°C	30°C
Tempo (min)		
5	25,70%	24,66%
10	55,75%	50,41%
15	87,94%	74,75%
20	97,33%	92,91%
30	98,47%	97,95%

Tabela 2: Dados de fotocatalise com PCN a 30 ppm

Nb ₂ O ₅ /PCN (Descoloração)	Temperatura (°C)	
	5°C	30°C
Tempo (min)		
5	20,89%	17,52%
10	48,97%	34,04%
15	81,37%	55,80%
20	89,11%	72,67%
30	92,72%	91,92%

Tabela 3: Dados de fotocatalise com Nb₂O₅/PCN a 30 ppm

Fotólise (Descoloração)	Temperatura (°C)	
	5°C	30°C
Tempo (min)		
5	1,03%	1,26%
10	1,23%	2,17%
15	1,91%	2,17%
20	2,70%	4,04%
30	3,17%	6,39%

Tabela 4: Dados de fotólise a 30 ppm

CONCLUSÕES:

Logo, a partir dos dados de cinética, é possível observar que a temperatura e o tempo de reação são parâmetros importantes no processo de descoloração, ou seja, são fatores que aceleram a velocidade da reação. À medida que o tempo de reação aumenta, observa-se que a taxa de degradação aumenta também, assim como, dependendo da temperatura, as partículas se comportam de formas diferentes, sendo, portanto, tal temperatura mais ou menos influente no processo.

Ainda sim, o uso dos catalisadores nas práticas é diretamente proporcional à eficiência do processo, visto que, quando comparado os dados de fotólise e fotocatalise, é possível notar

que, nos experimentos de fotocatalise, há um maior índice de degradação em todos os casos. Com os dados gerados, observou-se que o método de tratamento de efluentes é eficaz, obtendo soluções consideráveis em relação ao uso dos catalisadores PCN e PCN/Nb₂O₅.

Faz-se necessário, no entanto, proceder a pesquisa levando em conta o estudo adiante dos parâmetros da reação, reciclo do catalisador e novas condições experimentais.

AGRADECIMENTOS:

À Universidade Federal Fluminense - prestigiada instituição de conhecimento e base do projeto; ao Laboratório Interdisciplinar de Soluções Ambientais (LISA) que forneceu todos os equipamentos e reagentes necessários para a pesquisa; à CNPQ pelo apoio por meio dos recursos de bolsas de IC do Programa PIBIC-UFF, bem como aos recursos via projeto [Processo: 408369/2022-1]; ao professor orientador André Von-Held Soares e ao técnico Felipe Pereira de Moura por todo suporte durante a Iniciação Científica.



ENGENHARIA

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO NA PERMEAÇÃO DE HIDRÓGENIO DURANTE A DECAPAGEM ÁCIDO DO AÇO SAE 1020 APÓS LAMINAÇÃO A QUENTE.

LARISSA TAVARES CARDOSO E ELIVELTON

ALVES FERREIRA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, CAMPUS DE VOLTA

REDONDA/ UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE.

INTRODUÇÃO:

Devido às suas propriedades mecânicas, alta resistências, custo moderado e ampla disponibilidade, o aço-carbono é o metal ferroso mais comumente empregado em todo o mundo em uma infinidade de uso industrial. (MOBIN *et al.*, 2022).

Inibidores orgânicos de corrosão podem minimizar a dissolução de aço-carbono, além da permeação de hidrogênio, diminuindo o consumo de ácido (BABU & HOLZE, 2000).

A decapagem ácida é um processo do qual o hidrogênio pode ser absorvido no aço antes do processo de galvanização ocorrendo a oxidação do metal e formando hidrogênio, sendo ele adsorvido na estrutura metálica. A permeação de hidrogênio em metais pode causar degradações mecânicas e estruturais conhecidas como “fragilização por hidrogênio”. (REVIE, 2000; AMOKRANE *et al.*, 2007).

O uso do óxido de grafeno funcionalizado pode levar ao desenvolvimento de uma nova classe de inibidores de corrosão

na forma de “nanomaterias modificados organicamente” (GUPTA *et al.*, 2019).

A implementação de compostos orgânicos como inibidor de corrosão oferece uma forma de superar os problemas da decapagem ácida. Seus pares de elétrons existentes nos heteroátomos e nas ligações π atuam como centros de adsorção primários que facilitam o fenômeno de adsorção (GUPTA *et al.*, 2019; MOBIN *et al.*, 2022).

Neste trabalho foi avaliado o efeito de do GO funcionalizado na inibição da corrosão e na permeação do hidrogênio. O inibidor testado foi o GO funcionalizado com o p-fenilenediamina.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A funcionalização do GO com a p-fenilenediamina foi realizada a partir da reação entre o GO (Figura 1a) e a p-fenilenediamina (Figura 1b) baseando-se na síntese proposta no trabalho de GUPTA *et al.* (2019).

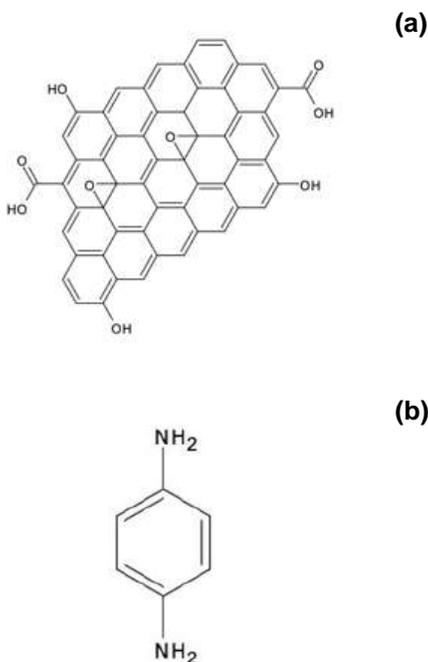


Figura 1: Representação das estruturas do GO (a) e do p-fenilenodiamina (b).

Nesta síntese foram utilizados 299,8 mg de óxido de grafeno, 58,6 mg de p-fenilenodiamina e 60 mL de água deionizada. Todos os reagentes foram obtidos da Sigma-Aldrich. A mistura foi sonicada por 150 min (Figura 2a), em seguida, filtrado e seco na estufa a 60° por 24h (Figura 2b). Foram obtidos 314,0 mg do óxido de grafeno funcionalizado.

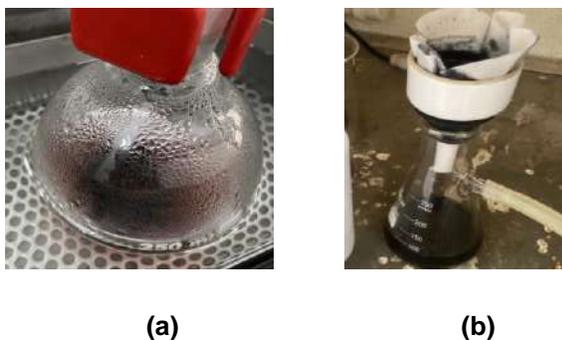


Figura 2 – Funcionalização do óxido de grafeno (a) e filtração a vácuo (b).

Após a funcionalização do GO foi preparada uma solução de decapagem ácida contendo 5,4 mol L⁻¹ de HCl e 500 mg L⁻¹ do óxido de grafeno funcionalizado (GO-Func). A simples possibilidade de dispersão do GO em solução ácida pode fornecer indícios de que houve a funcionalização do GO. Estudos preliminares em nosso laboratório mostraram que o GO (não funcionalizado) não se dispersa em solução aquosa contendo 5,4 mol L⁻¹ de HCl.

Os estudos das permeações de hidrogênio na chapa de aço 1020, com 2 mm de espessura, foram avaliados utilizando-se uma célula de Devanathan-Stachurski. Nesta célula o hidrogênio atômico é gerado durante a decapagem do aço em um dos compartimentos (AROMAA *et al.*, 2018). Este hidrogênio atômico atravessa a chapa de aço sendo, em seguida, detectado eletroquimicamente no outro compartimento da célula. Os procedimentos para a realização destas medidas foram baseados no trabalho de AROMAA *et al.* (2018).

Na figura 3 é mostrado o transiente de permeação do hidrogênio atômico gerado durante a decapagem em solução aquosa de HCl 5,4 mol L⁻¹, a 25 °C. Neste transiente pode ser observado 3 distintas regiões sendo a região 1 associada com a densidade de corrente de passivação do aço nos instantes após a adição da solução ácida (AROMAA *et al.*, 2018). Neste caso, o ácido foi adicionado após 2 h de passivação do aço. A região 2 é associada com a detecção eletroquímica do hidrogênio atômico que tende a aumentar com o tempo até atingir valores de densidades de correntes (i_p) estacionárias (região 3).

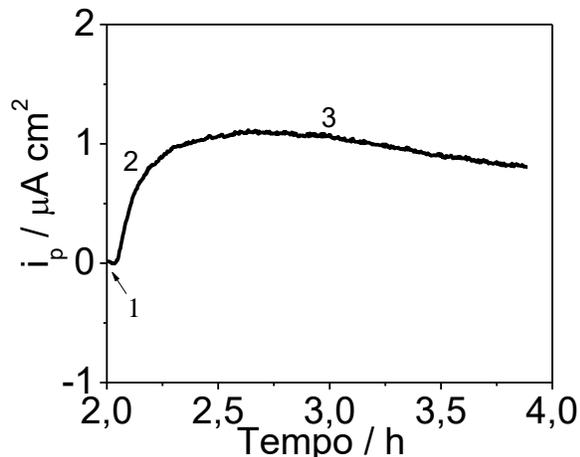


Figura 3 - Transiente de permeação de hidrogênio para o aço SAE 1020 imersas em solução ácida.

Na figura 4 são mostrados os transientes de permeação de hidrogênio para o aço SAE 1020 imersos em solução com e sem a presença do GO-Func. Pode ser observado que até 15 min de imersão do aço nas soluções com e sem a presença do GO-Func os transientes de permeação de hidrogênio foram iguais, porém, a partir de aproximadamente 15 min, o aço imerso em solução com GO-Func apresentou densidades de corrente em função do tempo maiores que as do aço imerso em solução sem o GO-Func.

A partir da pesagem das amostras, antes e após a decação durante os experimentos de permeação, foram determinadas as perdas de massa. O aço imerso em solução sem o GO-Func apresentou uma maior perda de massa (14,9 mg) em reação ao aço imerso na solução contendo o GO-Func (4,2 mg).

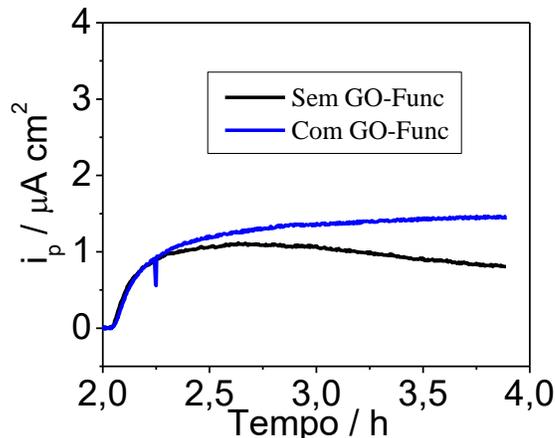


Figura 4 - Transientes de permeação de hidrogênio para o aço SAE 1020 imerso em soluções ácidas, com e sem GO-Func.

CONCLUSÕES:

A partir de uma metodologia simples foi possível funcionalizar o GO. Neste trabalho foi observado também que, apesar do GO-Func favorecer a penetração e permeação do hidrogênio, este nanomaterial bidimensional proporcionou a inibição da corrosão do aço, com uma eficiência de 72 %.

AGRADECIMENTOS:

Ao PIBIC/CNPq/UFF pela bolsa concedida e ao professor Diego Pereira Sangi pela orientação nos procedimentos de funcionalização do óxido de grafeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOKRANE, N. *et al.* Effect of organic additives on hydrogen permeation into an iron membrane studied by frequency analysis

techniques. **Electrochimica Acta**, v. 53, n. 4, p. 1962-1971, dez 2007.

AROMAA, J. *et al.* Electrochemical Determination of Hydrogen Entry to HSLA Steel during Pickling. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 2018, mar 2018.

BABU, R.B; HOLZE, R. Corrosion and hydrogen permeation inhibition for mild steel in HCl by isomers of organic compounds. **British Corrosion Journal**, v. 35, n. 3, p. 204-209, jul 2000.

GUPTA, R. K. *et al.* Functionalized graphene oxide as a new generation corrosion inhibitor for industrial pickling processes: DFT and experimental approach. **Materials Chemistry and Physics**, v. 236, 121727, jun 2019.

MOBIN, M. *et al.* Synthesis, characterisation and corrosion inhibition assessment of a novel ionic liquid-graphene oxide nanohybrid. **Journal of Molecular Structure**, v. 1262, 133027, abr 2022.

RIVIE, R. W. **Uhlig's Corrosion Handbook**, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc. 2000.

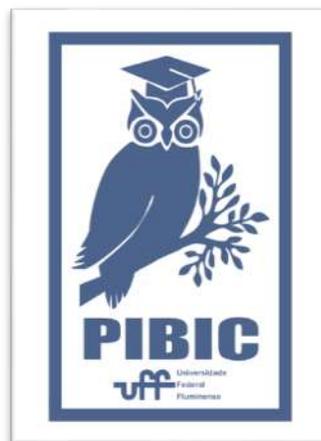


Figura 5: Imagem PIBIC



ENGENHARIAS

HIDROGENÓLISE DO GLICEROL SOBRE CATALISADORES BIMETÁLICOS RUTÊNIO-ÍNDIO SUPOSTADOS EM ZIRCÔNIA.

RONALD ROBALLO SILVA PEREZ, CAMILA GABRIELE SILVA E FABIO BARBOZA PASSOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE PETRÓLEO /UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE/ RECAT - LABORATÓRIO DE REATORES, CINÉTICA E CATÁLISE.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de combustíveis fósseis como principal alternativa de fonte de energia vem trazendo consequências danosas ao meio ambiente e também a vida humana. A busca por alternativas mais amigáveis ao meio ambiente se faz cada vez mais necessária (Borges et al., 2016). O biodiesel aparece como uma das opções para a ampliação da matriz energética por ser um combustível de alta qualidade produzido através da transesterificação de triglicerídeos derivados de fontes renováveis como gorduras animais e óleos vegetais na presença de catalisadores que podem ser homogêneos, heterogêneos ou enzimáticos (Soares et al., 2016).

Com o aumento da produção de biodiesel, é inevitável o crescimento da produção de glicerol, sendo um dos principais coprodutos da transesterificação, representando cerca de 10% em peso (Satyanarayana et al., 2015). Portanto, a criação de alternativas de uso para o glicerol se faz de grande relevância para o mercado de biodiesel. A hidrogenólise catalítica do glicerol pode gerar os seguintes produtos: 1,2-propanodiol, 1,3-

propanodiol, etilenoglicol, 1-propanol e 2-propanol. Neste trabalho, foram estudados os catalisadores bimetálicos In-Ru suportados em ZrO_2 na reação de hidrogenólise do glicerol a fim de verificar o efeito no rendimento e seletividade para os produtos desejados.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1. CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES

2.1.1. FISSORÇÃO DE NITROGÊNIO

Análises texturais dos catalisadores e do suporte referentes à fissorção de N_2 foram realizadas e estão representadas na Tabela 1. Para os catalisadores de índio, as análises foram realizadas antes da redução/passivação do catalisador e para os catalisadores bimetálicos com rutênio, as análises foram realizadas após a redução/passivação do catalisador afim de dar algum tratamento térmico a essas amostras, uma vez que elas não foram calcinadas para evitar sinterização e/ou perda de rutênio como RuO_4 (volátil).

Observa-se que a área específica e o volume de poros diminuiram conforme o

teor do índio aumentou, também sendo possível perceber a mesma diminuição quando o rutênio foi adicionado à composição. A diminuição do volume de poros se deu, provavelmente, pela obstrução dos poros provocada pela presença dos dois metais na composição.

Catalisadores	Área Específica BET (m ² /g)	Volume Total de Poros (cm ³ /g)
m-ZrO ₂	119	0,289
5In ₂ O ₃ /m-ZrO ₂	104	0,278
10In ₂ O ₃ /m-ZrO ₂	94	0,257
2,5Ru-5In/m-ZrO ₂	78	0,144
2,5Ru-10In/m-ZrO ₂	71	0,135

Tabela 1 – Área específica e volume de poros dos catalisadores.

É possível observar pela Figuras 1 e 2 que todos os materiais apresentaram isotermas de adsorção características do tipo IV, com característica de cobertura da monocamada em pressões baixas seguida de formação de multicamadas com o aumento da pressão, entretanto, diferenciam-se quanto ao tipo de histerese. Para a m-ZrO₂ e os catalisadores de In₂O₃/ZrO₂, a histerese foi do tipo H1 em que os poros apresentam formato cilíndrico. Já para os materiais com rutênio, a histerese foi do tipo H2, onde os poros possuem formato de tinteiro: gargalo estreito e corpo largo.

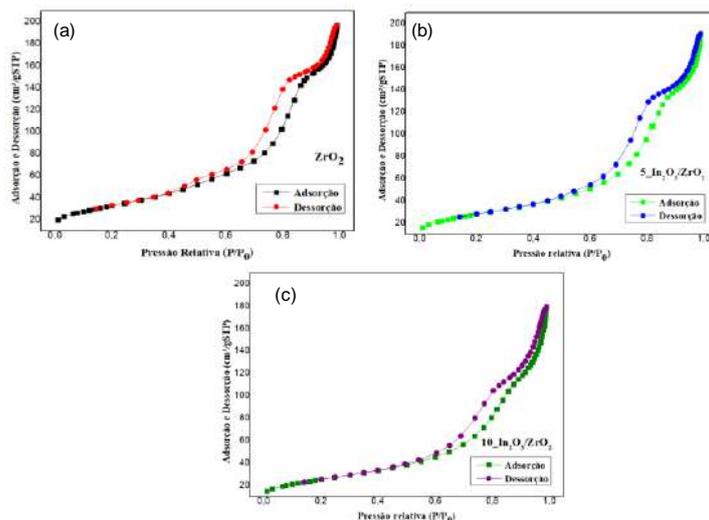


Figura 1 - Isotermas de adsorção de N₂ da (a) m-ZrO₂ e dos catalisadores (b) 5In₂O₃/ZrO₂, (c) 10In₂O₃/ZrO₂

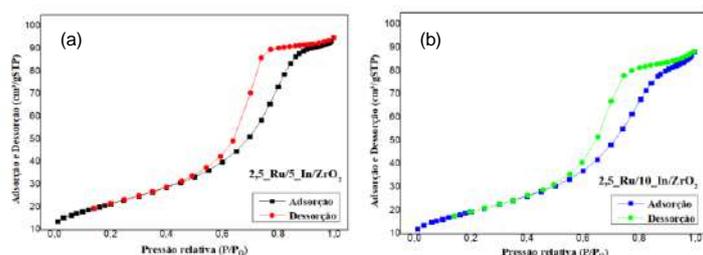


Figura 2: Isotermas de adsorção de N₂ dos catalisadores (a) 2,5Ru-5In/ZrO₂ e (b) 2,5Ru-10In/ZrO₂

2.1.2. DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

Os difratogramas de DRX dos catalisadores estão representados na Figura 3. Na Figura 3-a, estão representados os catalisadores monometálicos de índio suportados em ZrO₂, após calcinação. O suporte puro, assim como os catalisadores, apresentou picos característicos da fase monoclinica (JCPDS PDF#13-0307). Devido à sobreposição dos picos do In₂O₃ e da ZrO₂, é difícil identificar a fase característica do In₂O₃, mas pode-se relacionar os picos em

$2\theta = 30.58^\circ$ e 35.45° , aos planos (2 2 2) e (4 0 0) do óxido de índio (PDF#00-044-1087).

Na Figura 3-b, é possível observar os difratogramas de raios-X das amostras 2,5Ru-5In/ZrO₂ e 2,5Ru-10In/ZrO₂, após redução/passivação. Não se pode confirmar a presença de rutênio nas amostras apenas pelas análises de DRX, pois todos os picos relacionados ao rutênio ficaram sobrepostos. Não é possível identificar picos referentes ao Ru⁰ na posição $2\theta = 38,579^\circ$, assim como também não é possível identificar picos referentes a espécie RuO₂, devido à sobreposição, nas posições $2\theta = 28,289^\circ$, $35,061^\circ$, $40,173^\circ$ e $54,382^\circ$ (JCPDS PDF#88-0322).

Foi possível observar que não houve muita diferença entre os difratogramas do suporte e dos catalisadores, indicando que houve uma boa dispersão da fase metálica ou que houve uma dificuldade de detecção das fases dos óxidos ou metálica devido à pequena quantidade de metal/óxido impregnado ou devido à sobreposição dos perfis.

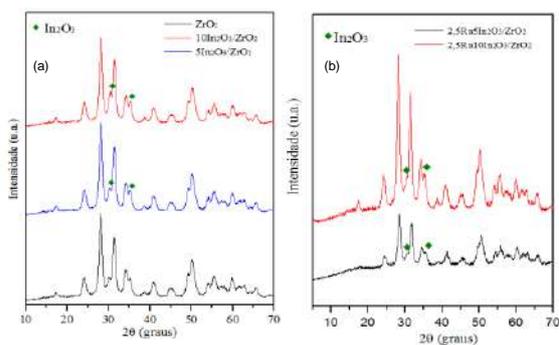


Figura 3 – Difratogramas para as espécies suportadas em m-ZrO₂

2.1.3. ESPECTROSCOPIA DE RAIOS-X POR ENERGIA DISPERSIVA

Visando à obtenção dos teores dos elementos na composição da superfície

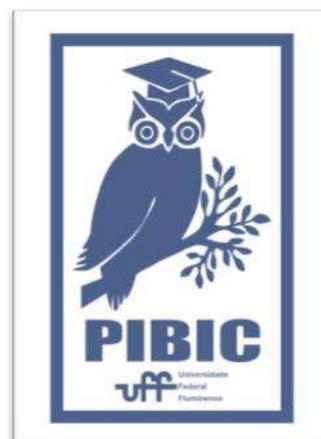
dos materiais, foi realizada a análise de espectroscopia de raio-X por energia dispersiva (EDX ou EDS). A Tabela 2 representa os teores mássicos dos metais identificados. Observa-se que os teores de índio obtidos se aproximaram do teórico.

Elementos	5In ₂ O ₃ /m-ZrO ₂	10In ₂ O ₃ /m-ZrO ₂
Zr	91,5%	84,6%
In	5,10%	10,90%

Tabela 2 – Composição obtida por EDX para os catalisadores In₂O₃/ZrO₂

3. CONCLUSÃO

A partir da finalização da produção dos catalisadores e das análises, pode-se concluir que, de fato, foram atingidos os teores desejados teoricamente e que, tanto na análise de difração por raio X, quanto na fisissorção de N₂, os materiais apresentaram dados que os caracterizavam como as espécies requeridas, concluindo que os catalisadores foram devidamente sintetizados.





Grande área do conhecimento: Engenharias

**APROVEITAMENTO DA GLICERINA RESIDUAL DE BIODIESEL
POR TECNOLOGIA MICROBIANA – PRODUÇÃO DE 3-
HIDROXIPROPIONALDEÍDO (REUTERINA)**

Lucas Correa, Monica Maia, Sorele Batista Fiaux

**Laboratório de Tecnologia Microbiana - Departamento de
Tecnologia Farmacêutica - Faculdade de Farmácia - UFF**

INTRODUÇÃO:

A reuterina tem grande potencial antimicrobiano como conservante de alimentos, além de ser uma fonte alternativa de ácido acrílico, monômero utilizado na produção industrial de plásticos e fibras. Geralmente encontra-se em equilíbrio em solução aquosa em suas formas monomérica, monomérica hidratada e dimérica cíclica, cujo principal componente é o 3- hidroxipropionaldeído (3-HPA). Pode ser sintetizada por métodos químicos e biotecnológicos, sendo que o último é o de maior interesse por ser um considerado sustentável. Na via biotecnológica, *Limosilactobacillus reuteri* é a espécie mais estudada, pois acumula reuterina no meio de cultivo. Em um único passo enzimático a bactéria transforma glicerol em reuterina, que na sequência é reduzida a 1,3-propanodiol (1,3-PDO).

O glicerol em sido obtido como subproduto da indústria de biodiesel, representando problemas econômicos e ambientais. O aumento da adição de biodiesel ao diesel no

Brasil reforça o problema, sendo urgente um destino para esse excesso de glicerol. Processo biotecnológicos como a produção de reuterina podem ser uma boa solução.

O glicerol não é utilizado por *L. reuteri* como fonte de carbono, por isso a produção é realizada em dois estágios, um para a obtenção da biomassa (crescimento microbiano) em meio de cultivo adequado, e outro para a reação propriamente dita, em meio reacional contendo glicerol. Alguns dos problemas encontrados na produção microbiana de reuterina são a sua degradação com formação de 1,3-PDO pela sequência do metabolismo e o efeito tóxico do glicerol e do 3-HPA produzido. O estágio da reação de glicerol a 3-HPA é influenciado pela idade celular, concentração de glicerol, temperatura e pH e já foi estudado no presente projeto.

O objetivo desta etapa do estudo foi otimizar a biomassa, através de melhorias nas condições de crescimento da bactéria, através do co-cultivo com o fungo *Saccharomyces cerevisiae*, favorecendo o segundo estágio (a reação). A hipótese é que o cultivo possa aumentar a taxa de crescimento e a massa final da bactéria.

Além disso, a enzima glicerol desidratase, dependente de cobalamina (vitamina B12) é a responsável pela catálise de conversão de glicerol em reuterina pela bactéria. Assim, sua atividade poderia ser aumentada pela possível presença de vitamina B12 produzida pelo fungo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O início desta etapa foi marcada pela verificação de que a cultura estoque da bactéria estava com baixa atividade. Congelada desde 2017, a cultura apresentou baixo número de células viáveis e com isso precisou ser reativada. Essa observação modificou nosso protocolo de conservação, com relação ao tempo máximo de permanência congelada da linhagem.

A interação da bactéria com duas linhagens de *S. cerevisiae* foi verificada em placas de Petri e meio solidificado. Observação visual mostrou que a bactéria se desenvolveu levemente melhor na presença do fungo. Não foi observada diferença significativa entre as linhagens do fungo e o fermento de pão marca Fleishmann foi o escolhido para seguir o estudo.

Para facilitar o estabelecimento do cocultivo, os inóculos da bactéria e do fungo foram padronizados, mantendo as condições de cultivo fixas. Após validação, a concentração do cultivo para inóculo de *L. reuteri* foi em média de $2,65 \times 10^9$ cels /mL e 1,95 g/L, enquanto que o de *S. cerevisiae* foi de $1,07 \times 10^8$ cels /mL e 2,52 g/L nas condições fixadas. Esses valores foram usados nos experimentos sequenciais.

Quando em cocultivo, as células de bactéria e levedura se desenvolvem em conjunto em suspensão no meio, não sendo possível separar uma da outra para determinação da concentração celular. Também não é possível distinguir facilmente as colônias em placas, o que poderia inviabilizar a determinação da concentração de células viáveis, base para a pesquisa. Assim, uma metodologia de quantificação foi desenvolvida usando antibióticos adequados para permitir a contagem de cada uma das espécies, mesmo a partir do cocultivo.

O estudo do cocultivo foi iniciado pelo levantamento da cinética dos controles, culturas axênicas de *L. reuteri* e *S. cerevisiae* em meio MRS. O desenvolvimento de cada espécie foi verificado por contagem de células viáveis por plaqueamento. A incubação foi de 6 horas, sendo as amostras retiradas em intervalos regulares. O tempo de incubação máximo de 6 horas foi escolhido com base em resultados anteriores do projeto. Conhecendo como os microrganismos se desenvolvem em monocultura, o cocultivo pode ser acompanhado e discutido a contento. Essa é a próxima etapa do projeto, que já está em andamento.

CONCLUSÕES:

Não há como acompanhar o cocultivo de dois microrganismos sem o estabelecimento de metodologia e procedimentos básicos. A primeira etapa do presente projeto foi exitosa ao estabelecer a padronização do inóculo, a implantação e validação da metodologia de quantificação celular do cocultivo e a verificação

da cinética de desenvolvimento de cada microrganismo. Com essas etapas vencidas com sucesso permitindo o início dos estudos do cocultivo propriamente dito.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos a bolsa de iniciação científica concedida pelo CNPq através da UFF, para a realização deste trabalho.

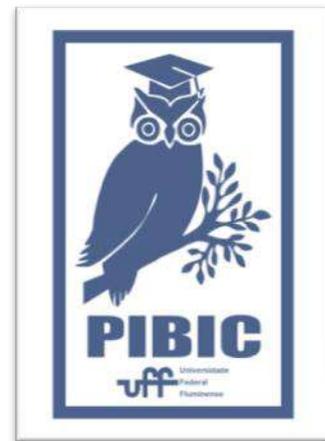


Imagem 1: Imagem PIBIC



Engenharias

Intensificação e otimização de processos da indústria petroquímica envolvendo separação de benzeno

Fernanda Ribeiro Figueiredo

Diego Martinez Prata

Escola de engenharia/ Departamento de Engenharia

Química e de Petróleo

INTRODUÇÃO:

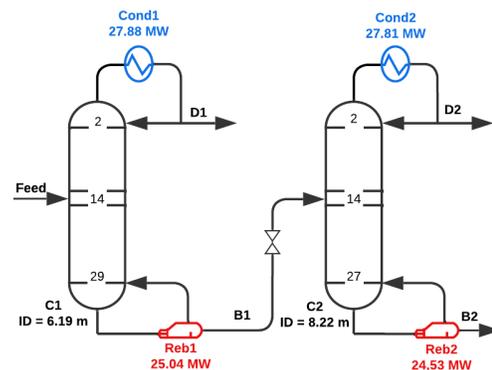
A destilação é a principal tecnologia empregada nos processos de separação da indústria química (KAZEMI et al., 2016). Contudo, essa operação unitária é energeticamente intensiva, gerando um alto custo operacional para a planta. Dessa forma, o desenvolvimento de processos alternativos que resultem em ganhos econômicos, em qualidade e em menores impactos ambientais (ou seja, ecoeficientes) estão em alinhamento aos princípios de sustentabilidade e têm ganhado mais notoriedade no cenário atual (SAHRAEI et al., 2013).

Nesse contexto, o presente trabalho por objetivo, a intensificação via recompressão de vapor do processo convencional para separação de uma mistura ternária composta por Benzeno-Tolueno-o-Xileno, proposto por Ling & Luyben (2009), a fim de obter resultados que permitam o desenvolvimento sustentável e econômico, mantendo a capacidade e qualidade da operação. Ademais, uma análise do consumo energético e das emissões de CO₂ foi desenvolvida, visando ratificar possíveis vantagens dos processos intensificados em relação à planta original.

METODOLOGIA:

Neste trabalho considerou-se o processo de separação convencional do BTX proposto por Ling & Luyben (2009), apresentado de forma simplificada na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma da separação do BTX.



No artigo base, o pacote termodinâmico empregado foi o Chao-Seader, no entanto, objetivando uma maior compatibilidade entre os dados e menores desvios optou-se pelo modelo de Peng Robinson. Já a simulação da planta de utilidades foi desenvolvida com base no trabalho de Mangili et al. (2019) utilizando heurísticas de perda de água, eficiência de equipamentos e de condições operacionais encontradas na literatura e o modelo termodinâmico UNIQUAC. Outrossim, todas as

simulações foram realizadas considerando o estado estacionário no software UniSim R490.

Adicionalmente, com o intuito de aumentar a eficiência energética do processo, efetuou-se a recompressão de vapor (VR). Essa técnica consiste em aproveitar o calor perdido no condensador da coluna, melhorando sua qualidade a partir da adição de um compressor, proporcionando assim um vapor de alta temperatura capaz de trocar calor com uma corrente de fundo (KAZEMI et al., 2016).

Desse modo, foram propostas cinco configurações de RCV, dentre as intensificações realizadas estão:

- **VR1** - integração de D1 com o reboiler da primeira coluna.
- **VR11** - arranjo semelhante a VR1, contudo um novo ponto de integração é adicionado.
- **VR2** - integração de D2 com o reboiler da segunda coluna.
- **DVR** - junção das intensificações propostas em VR1 e VR2.
- **DVRI** - união das conformações mostradas em VR11 e VR2.

Por fim, para analisar de forma quantitativa a aplicabilidade de tal processo, bem como seu alinhamento com as normas ambientais e econômicas, avaliou-se os indicadores referentes ao consumo energético e à emissão de CO₂ de cada uma das plantas simuladas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A partir do exposto, obteve-se nas simulações realizadas desvios pouco significativos nas composições, temperaturas e

pressões das correntes. Ademais, divergências de até aproximadamente 9% foram encontradas para energias no condensador e refeedor da planta convencional, na qual uma possível causa estaria relacionada a utilização de *software* distintos.

No que tange as intensificações aplicadas, obteve-se resultados promissores para os indicadores de consumo energético e emissão de CO₂, conforme mostrados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 2: Perfil do consumo energético das plantas simuladas.

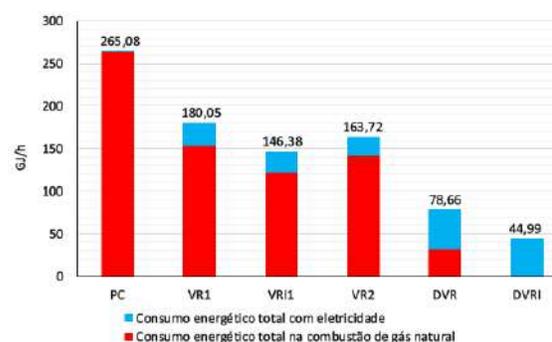
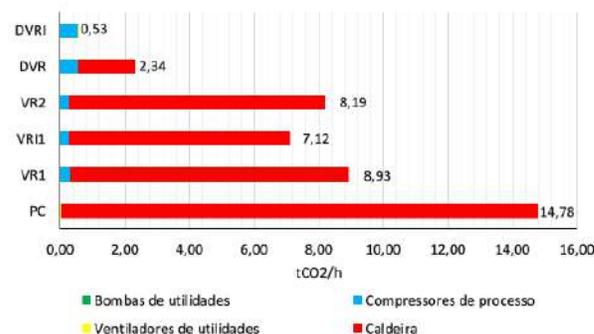


Figura 3: Perfil da emissão de CO₂ das plantas simuladas.



Observa-se, na Figura 2, que ocorreu uma redução da energia advinda da queima do gás natural nos processos com a VR, em

relação ao processo convencional (PC) e um aumento da energia elétrica requerida nos processos intensificados. Entretanto, considerando o consumo total de energia, nota-se que a recompressão permitiu uma diminuição na demanda energética que varia desde 32,08% (RV1) até 83,03% (DRVI). Ademais, para ratificar os ganhos econômicos obtidos, deve-se mensurar o gasto com a aquisição do(s) compressor(es), assim como o custo local das utilidades de processo. No cenário ecológico, a depender da matriz energética local, certos ganhos de sustentabilidade podem ser alcançados, mitigando a emissão de CO₂, vide Figura 3, uma vez que as emissões indiretas (por eletricidade) são proporcionalmente menores àquelas oriundas por combustão de gás natural.

CONCLUSÕES:

Neste trabalho foi realizado um estudo que busca averiguar as vantagens energéticas da aplicação da recompressão de vapor no processo convencional de separação BTX, em cinco diferentes configurações: RV1, RV11, RV2, DRV e DRVI.

Os resultados mostraram que os cinco casos apresentaram uma redução na energia advinda da combustão do gás natural e um aumento na demanda por eletricidade, quando comparadas ao processo convencional. Em relação ao consumo total de energia, a configuração DRVI apresentou o melhor resultado, com redução energética de 80,03 %, mostrando possíveis ganhos financeiros e

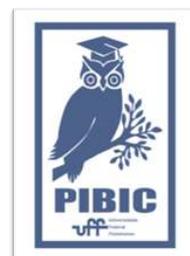
ambientais. Ademais, a intensificação via RV, igualmente, mitigou a emissão de gases causadores do efeito estufa em até 96,41% (DRVI), corroborando para o cumprimento das metas de sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao PIBIC, ao CNPq e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação pela oportunidade.

REFERÊNCIAS:

- KAZEMI, A., HOSSEINI, M., MEHRABANI-ZEINABAD, A., FAIZI, V. Evaluation of Different Vapor Recompression Distillation Configurations Based on Energy Requirements and Associated Costs. *Applied Thermal Engineering*, v. 94, p. 305–313, 2016.
- LING, H., LUYBEN, W. L. New Control Structure for Divided-Wall Columns. *Industrial Engineering and Chemistry Research*, v.48, p. 6034-6049, 2009.
- MANGILI, P. V.; SANTOS, L. S.; PRATA, D. M. A systematic methodology for comparing the sustainability of process systems based on weighted performance indicators. *Computers & Chemical Engineering*, v. 130, 106558, 2019.
- SAHRAEI, M. H., FARHADI, F., BOOZARJOMEHRY, R. B. Analysis and interaction of exergy, environmental and economic in multi-objective optimization of BTX process based on evolutionary algorithm. *Energy*, v. 59, p. 147-156, 2013.





Engenharias

Aprendizado Distribuído em Redes Móveis de Próximas Gerações: Uma Abordagem Leve e Privada para Extração de Padrões de Tráfego

Ana Carolina Rocha Mendes, Guilherme Nunes Nasseh Barbosa e Diogo Menezes Ferrazani Mattos

TET/TCE/LabGen/MídiaCom

INTRODUÇÃO:

A ascensão da Internet das Coisas (IoT) interconectou dispositivos e sistemas, provendo cidades mais inteligentes, automação industrial e melhor qualidade de vida. No entanto, o grande fluxo de dados acarreta desafios significativos na extração de conhecimentos úteis. Para resolver esse desafio, este trabalho considera uma abordagem leve e centrada na privacidade usando Aprendizado de Máquina Distribuído. Nas redes de celulares móveis da próxima geração, 6G, é crucial desenvolver a capacidade de aprendizado distribuído em dispositivos de IoT, pois a nova geração de redes visa fornecer serviços IoT em tempo real, agregando bilhões de novos dispositivos conectados.

O aprendizado distribuído descentraliza a análise de dados, preservando a largura de banda e a privacidade dos usuários. Apesar dos seus benefícios, os desafios permanecem, como equilibrar eficiência, precisão e privacidade. Este trabalho enfrenta esses desafios para criar uma estrutura para coleta e análise eficiente de dados, ao mesmo tempo que protege as identidades dos usuários. Ao fazê-lo, contribui para o

desenvolvimento sustentável da IoT e das redes de nova geração.

O aprendizado de máquina distribuído agrupa o poder computacional de dispositivos isolados, oferecendo cálculos eficientes. Compreende nós de trabalho e servidores de parâmetros. O nó central gerencia tarefas e os nós de trabalho as executam. Este trabalho compara algoritmos tradicionais de aprendizado de máquina, como SVM e redes neurais, e evidencia que a descida do gradiente estocástica é uma técnica promissora para ambientes distribuídos. O trabalho explora topologias de agregação de modelos.

O trabalho avalia paradigmas como aprendizado federado, estruturas computacionais e avalia a distribuição de dados e modelos entre os nós trabalhadores. O trabalho propõe, então, um arcabouço prático de execução de aprendizado federado em dispositivos de IoT.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O trabalho utilizou algoritmos de aprendizado de máquina no conjunto de dados MNIST, consistindo em imagens de dígitos escritos à mão, com 60.000 amostras de treinamento e 10.000

para validação. Dispositivos IoT, chamados de *TV Box*, foram usados para treinamento distribuído, com um servidor de agregação executado em uma máquina virtual. O modelo adotado foi uma rede neural convolucional *LeNet-5*, com seis cenários avaliados, variando o número de clientes, rodadas e épocas de treinamento.

Os resultados mostraram que a acurácia do modelo global teve pouco aumento ao longo das rodadas com apenas dois clientes, enquanto cenários com mais clientes, especialmente quatro, apresentaram melhorias. O *Cliente-4*, com mais dados que os demais, teve um papel significativo no desempenho do treinamento, e a precisão variou entre cenários e classes.

O trabalho destaca que o aprendizado federado entre dispositivos IoT pode melhorar a acurácia do modelo global, com ênfase na contribuição de clientes com mais dados. A precisão variou entre cenários, enfatizando a importância da privacidade, eficiência de treinamento e colaboração entre dispositivos IoT. Esses resultados podem influenciar futuras implementações de aprendizado federado, incentivando considerações sobre recursos computacionais e medidas de desempenho em cenários híbridos, garantindo transparência e acessibilidade aos dados, de acordo com as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), e abordando preocupações de segurança na rede.

CONCLUSÕES:

O trabalho propôs e avaliou um arcabouço para implantação de um mecanismo de aprendizado

federado entre dispositivos IoT. O aprendizado federado permite que diferentes nós trabalhem treinem um modelo global cooperativamente, contribuindo com o vetor de pesos do seu modelo local. O aprendizado federado entre dispositivos IoT permite que cada dispositivo execute o seu treinamento local, em uma quantidade reduzida de dados, de forma privada, e com pouco comprometimento do seu poder de computação. Em paralelo, o conjunto de dispositivos treina cooperativamente um modelo de aprendizado com desempenho comparável ao modelo treinado por algoritmos de aprendizado de máquina tradicionais, centralizados. O trabalho implementou um protótipo de aprendizado federado em equipamentos IoT de baixo custo, com poder computacional restrito, e avaliou o modelo global sobre o conjunto de dados MNIST. Os resultados alcançados mostram que a inclusão de mais participantes influencia a qualidade do modelo, mas o aumento no número de épocas de treinamento local tem pouca influência na qualidade final do modelo. O trabalho limita-se a avaliar o comportamento do aprendizado federado em um ambiente sem nós maliciosos e, também, não avalia técnicas para melhorar o desempenho do modelo alcançado. Como trabalhos futuros, vislumbram-se implementar o arcabouço proposto em um cenário híbrido e aprofundar a avaliação de desempenho de recurso computacional dos dispositivos.

AGRADECIMENTOS:

Este trabalho foi realizado com recursos do CNPq, CAPES, FAPERJ e RNP e Prefeitura de Niterói/FEC/UFF (Edital PDPA 2020). Os auto-

res agradecem à Receita Federal do Brasil pela
doação dos equipamentos usados como dispositivos de Internet das Coisas.



Engenharia

**NANOPARTÍCULAS BIMETÁLICAS DE NÍQUEL E COBALTO
SUPPORTADO POR TECIDO DE CARBONO COMO
CATALISADORES PARA ELETRO-OXIDAÇÃO DA UREIA**

**Camilla Melo Alves¹, Mengying Ma¹, Caio Machado Fernandes²,
Mengfei Li¹, Angela Carolyn Agra Pinto¹, Dante F.**

Franceschini¹, Eduardo M. Rodrigues², Eduardo A. Ponzio², Júlio César M. Silva², Yutao Xing¹

- 1. Laboratórios de Microscopia Eletrônica de Alta Resolução/ Centro de Caracterização Avançada para a Indústria de Petróleo (LaMAR/CAIPE), Universidade Federal Fluminense**
- 2. Laboratorio de materiais da UFF (LaMUFF), Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Campus Valonguinho**

INTRODUÇÃO:

A Catálise é um importante tópico de pesquisa por conta de suas vastas aplicações [1]. Com o aumento da população global e do padrão de vida, a demanda de consumo de energia está aumentando continuamente e, como consequência, a poluição se torna um desafio global. A diminuição da poluição é um tópico importante e urgente nas pesquisas e entre eles a eletro-oxidação de ureia que por um lado pode baixar a poluição e por outro lado pode gerar H₂, que é uma fonte de energia limpa. A ureia emitida em grandes quantidades diariamente em efluentes aquáticos pode levar a eutrofização do meio e ser convertida em amônia, nitrito e nitrato, todos tóxicos em concentrações acima da legislada [2, 3]. Tal composto produzido em larga escala na indústria de fertilizantes [4] é também encontrado em efluentes domésticos, por ser o principal componente da urina animal e humana [5, 6]. A oxidação eletroquímica é um método

efetivo para o tratamento de efluentes contaminados com ureia e amônia [5-8]. Utilizando processos eletroquímicos é possível obter gás hidrogênio a partir da degradação destes contaminantes em água. Por conta das condições termodinâmicos mais favoráveis, a produção de H₂, a partir de ureia e amônia em meio aquoso, é economicamente mais viável que a obtenção de H₂ a partir da eletrólise da água [9, 10]. O desenvolvimento de nanomateriais (NMs) também têm um papel importante na área de eletrocatalise [5,9]. Neste trabalho, planejamos preparar nanopartículas bimetálicas de Ni e Co suportado por tecido de C como catalisador para eletro-oxidação de ureia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

As amostras foram preparadas por meio de PLD de alvos de Ni e Co, em atmosferas de argônio, à pressão de 1 Torr para Ni e em vácuo para Co. Para a ablação será utilizado um laser

de Nd-YAG de 1064 nm de comprimento de onda e 200 mJ de energia por pulso, focalizado sobre o alvo por uma lente. Especialmente para observação por MET serão obtidas amostras por meio de deposição sobre gradinhas de Cu revestidas com filme de Carbono perfurado.

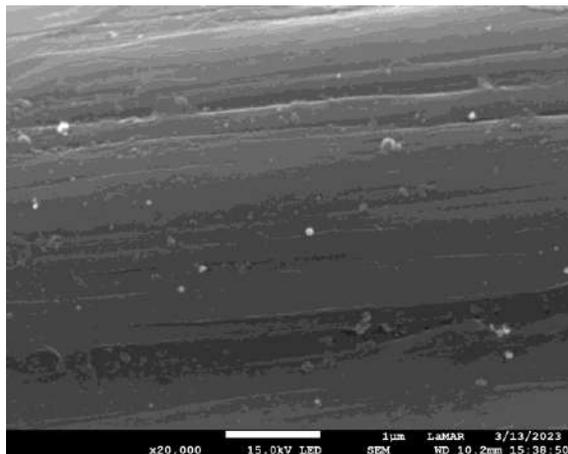


Figura 1. Imagens de MEV para a amostra de Ni (1 min) e Co (5s) depositada na pressão 1,0 Torr – Elétron secundário.

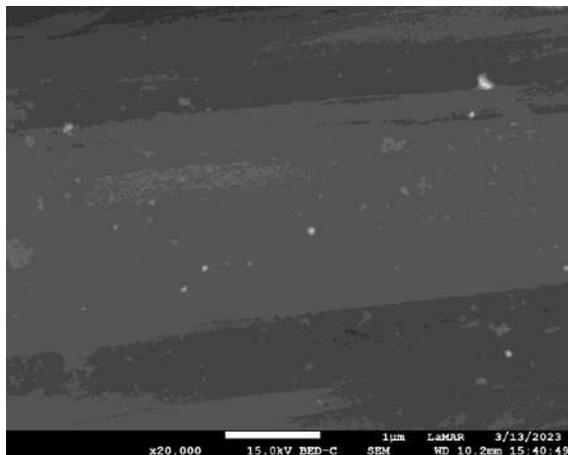


Figura 2. Imagens de MEV para a amostra de Ni (1 min) e Co (5s) depositada na pressão 1,0 Torr – Elétron retroespalhado.

Podemos observar a atividade catalítica através dos resultados a seguir obtidos por meio de Voltametria Cíclica:

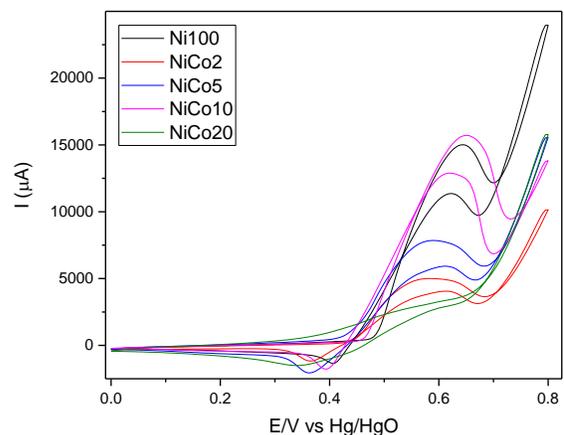


Figura 3. Voltametria Cíclica do tecido de carbono com nanopartículas de Ni e Co, em atmosfera de argônio, à pressão de 1 Torr para Ni e em vácuo para Co.

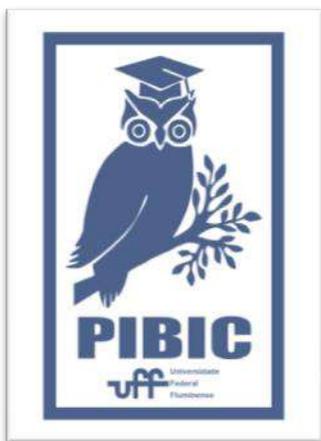
CONCLUSÕES:

Quatro amostras de Ni (1 min) e Co (2 segundos, 5 segundos, 10 segundos e 20 segundos) além de uma amostra com deposição de Ni sem a presença de Co para fins de comparação foram preparados por PLD. Foi feito um estudo com MEV e EDS onde observou-se a presença de nanopartículas de Ni e também a presença de Co. Além disso, foram realizados testes de voltametria cíclica e análise no MET.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço ao PIBIC, à PROPPI/UFF e ao CNPQ pela bolsa de incentivo à pesquisa. Ao LaMAR/CAIPE e LaMUFF pelo espaço de

trabalho. Ao meu orientador Yutao Xing e aos meus colegas de pesquisa pela colaboração durante o projeto. Deixo também registrado meu agradecimento ao laboratório de Química da UFF pelo espaço, disposição e tempo dedicados.





Engenharias

Desenvolvimento de catalisadores para a conversão do gás associado offshore em gás de síntese

Dominique A. Daniel, Amanda C. P. Guimarães, Andressa A. A. Silva e Lisiane V. Mattos

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo/Escola de Engenharia/Universidade Federal Fluminense /Laboratório de Energia, Materiais e Meio Ambiente

INTRODUÇÃO

Após a descoberta e consolidação de operações dos campos do pré-sal, o Brasil se tornou um dos maiores produtores offshore de óleo e gás natural no mundo, no qual o gás associado corresponde a aproximadamente 80% da produção de gás natural. Entretanto, um dos desafios da exploração do petróleo localizado na área do pré-sal é a presença de CO_2 no gás associado, que ao entrar em contato com a água leva à formação de ácido carbônico provocando corrosão nas tubulações, dificultando seu transporte para o continente.

Uma alternativa considerada promissora para o aproveitamento do gás associado excedente é a conversão de gás natural em dimetil éter (DME), composto orgânico de baixo custo que pode ser usado como combustível. O DME pode ser obtido a partir da reação de reforma seca do CH_4 (DRM: $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{H}_2$ e CO). Essa reação é feita em alta temperatura e requer a presença de um catalisador que seja seletivo, ativo e estável durante a reação.

Catalisadores a base de Ni suportado em zeólitas podem ser considerados como uma boa opção para esse tipo de reação. O Ni possui uma alta atividade na DRM além de

apresentar baixo custo. Quando associado as zeólitas, esse metal pode ter sua vida útil aumentada, uma vez que tende a formar menos carbono, composto intrinsecamente ligado à desativação catalítica. Este fenômeno decorre, em parte, da alta dispersão do Ni sobre suportes de elevada área específica, como é o caso das zeólitas.

As zeólitas são minerais que apresentam características promissoras, como estabilidade térmica e microporosidade uniforme. Além disso, esse material pode ter suas propriedades otimizadas através do aumento de sua porosidade via dessilicação, obtendo assim zeólitas hierárquicas.

Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de catalisadores de Ni suportados em zeólitas ZSM5 hierárquicas comerciais na DRM.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os catalisadores foram preparados pelo método de impregnação úmida utilizando uma solução de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ para impregnação de Ni na zeólita ZSM5 em duas proporções (1 e 3% em massa), formando os catalisadores 1Ni/ZSM5 e 3Ni/ZSM5. Posteriormente, parte dessas

amostras receberam um tratamento alcalino levando a formação dos catalisadores 1Ni/ZSM5_meso e 3Ni/ZSM5_meso com estrutura hierárquica.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos de área específica (A_{BET}), volume de microporos (V_{MICRO}) e volume de mesoporos (V_{MESO}) do suporte e dos catalisadores. Analisando os dados obtidos, nota-se que, com exceção da amostra 1Ni/ZSM5_meso, a área específica dos catalisadores é ligeiramente menor quando comparada à zeólita de partida.

Tabela 1: Área específica, volume de micro e mesoporos

Amostra	A_{BET} (m^2/g)	V_{MICRO} (cm^3/g)	V_{MESO} (cm^3/g)
ZSM-5	425,69	0,107	0,120
1Ni/ ZSM-5	401,47	0,118	0,117
3Ni/ ZSM-5	411,68	0,121	0,126
1Ni/ ZSM-5 (meso)	465,51	0,110	0,248
3Ni/ ZSM-5 (meso)	397,09	0,100	0,244

Também pode ser observado que a impregnação do Ni na zeólita ZSM5 não acarretou mudanças significativas no V_{MICRO} e no V_{MESO} das amostras. Todavia, as amostras tratadas resultaram em um aumento na mesoporosidade em comparação com a zeólita precursora.

A Figura 1 apresenta os difratogramas das análises de DRX de todas as amostras. Nele podem ser observadas as linhas

características da zeólita ZSM5 em todas as amostras. Nota-se que os difratogramas dos catalisadores são semelhantes ao do suporte, indicando que não houve colapso da estrutura. Não foi possível observar em nenhum dos catalisadores estudados as linhas de difração correspondentes ao Ni, possivelmente devido ao seu baixo teor e/ou a alta dispersão de suas partículas metálicas.

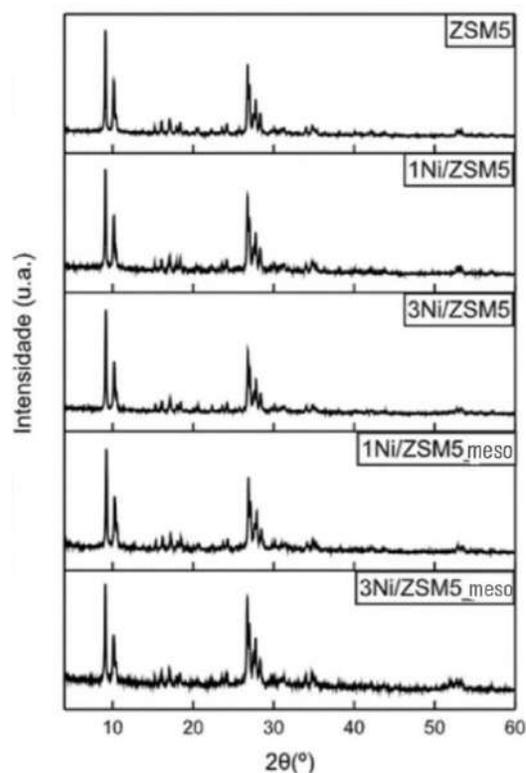


Figura 1: Difratograma das amostras

Os catalisadores preparados foram testados DRM, conduzida a 800°C, sob pressão atmosférica, utilizando uma mistura na razão molar $CH_4/CO_2=1$ durante 24 h. Na Tabela 2 podemos observar os resultados de conversão de CH_4 e de CO_2 , inicial e final. Nota-se que os valores de conversão do CH_4 são menores que de CO_2 , devido a ocorrência da reação reversa

de deslocamento de H₂O. Além disso, percebe-se que o catalisador 3Ni/ZSM5_meso obteve valores de conversão iniciais de CH₄ e CO₂ ligeiramente maiores do que os outros catalisadores.

As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados do rendimento de H₂ e razão H₂/CO.

Tabela 2: Conversão inicial e final de CH₄ e CO₂

Amostra	xCO ₂	xCO ₂	xCH ₄	xCH ₄
	inicial	final	inicial	final
1Ni/ZSM5	58	60	42	38
3Ni/ZSM5	75	63	64	51
1Ni/ZSM5 (meso)	68	57	54	42
3Ni/ZSM5 (meso)	81	73	73	62

Ao analisar os resultados observa-se que, para todos os catalisadores, os valores de conversão dos reagentes diminuíram com o tempo, assim como a seletividade para H₂. No entanto, observou-se um aumento da seletividade para CO, devido a queda das conversões de CH₄ e CO₂, pois a reação reversa de deslocamento de H₂O prevalece com o desfavorecimento da reação de reforma. Ademais, constatou-se que a atividade catalítica foi superior nos catalisadores com maior teor de Ni, da mesma forma que ocorreu uma maior conversão para os catalisadores tratados.

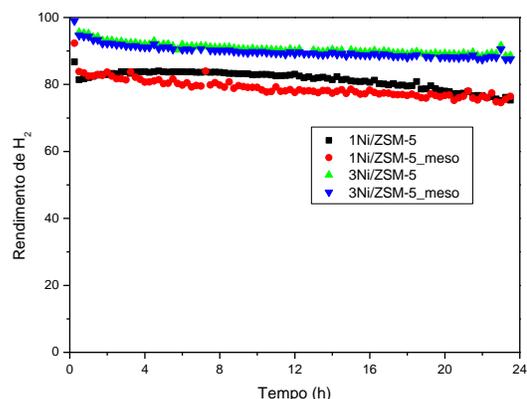


Figura 2: Rendimento de H₂

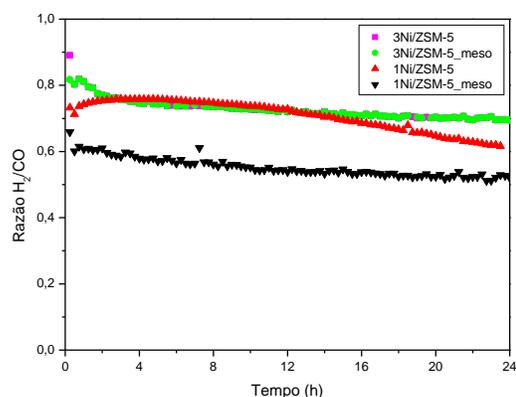


Figura 3: Razão H₂/CO

A Tabela 3 apresenta resultados da Análise Termogravimétrica dos catalisadores após a reação, revelando que não houve formação de carbono nos catalisadores com 1% de Ni. Em relação aos catalisadores com 3% de Ni, foi observado que o catalisador não tratado apresentou maior formação de carbono visto que o aumento da mesoporosidade após o tratamento pode ter contribuído para a menor formação do carbono.

Tabela 3: Taxa de formação de carbono

Amostra	Taxa de formação de carbono mgC/h.gcat.molCH₄ conv
3Ni/ZSM5	4,86
3Ni/ZSM5_meso	3,42
1Ni/ZSM5	0
1Ni/ZSM5_meso	0

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelas caracterizações revelaram que o tratamento alcalino foi eficiente para a formação de mesoporos sem acarretar modificações prejudiciais a estrutura da zeólita. Do mesmo modo, notou-se pelos resultados dos testes catalíticos que a impregnação de 3% de Ni foi mais eficaz para a conversão dos reagentes, em especial as amostras dessilicadas que apresentaram conversão inicial maior que as amostras não dessilicadas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas concedidas.



ENGENHARIA

MODELAGEM DA CINÉTICA QUÍMICA E TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM PROCESSOS DE GASEIFICAÇÃO DE BORRA DE PETRÓLEO

Daniella Abreu da Fonseca Vargas

Escola de Engenharia / Laboratório de Termociências da UFF

INTRODUÇÃO:

A borra oleosa do petróleo é um dos principais resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva na indústria petrolífera. Esse resíduo representa riscos à saúde pública e ao meio ambiente quando é gerenciado de forma inadequada. Uma das formas de lidar com a borra que tem se mostrado promissora é o tratamento por gaseificação. Isso porque, esse processo permite, a partir da conversão termoquímica desse resíduo, uma mitigação de seus impactos ambientais e a possibilidade de obter um gás de síntese a partir da conversão termoquímica desse resíduo, o qual pode ser transformado em produtos de maior valor agregado como combustíveis, produtos químicos e geração de eletricidade. Sendo assim, o presente trabalho apresenta um estudo acerca da gaseificação da borra de petróleo, com ênfase nas etapas de secagem e pirólise, a fim de se avaliar parâmetros do processo e indicar os principais produtos dessas etapas. O estudo se dá através da aplicação do balanço de massa nas espécies relacionadas as principais reações do processo aliado a utilização do modelo cinético das reações,

através da equação de Arrhenius. Tal estudo é desenvolvido até chegar em um sistema de EDOs com solução numérica desenvolvida no software *Wolfram Mathematica*. Como hipóteses simplificadoras, considera-se regime permanente, operação isotérmica e um fluxo unidimensional de massa. Em seguida, resultados ilustrativos são apresentados com a demonstração da formação das espécies químicas ao longo do gaseificador. Por fim, é feita uma análise acerca da temperatura e vazão mássica no processo para avaliação do impacto na distribuição das espécies geradas ao longo do gaseificador.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os resultados indicam que as principais espécies formadas na etapa de pirólise de borra são char e metano, com concentração de 61,7% e 34% da quantidade total de borra consumida, respectivamente, ao final do processo.

De acordo com as simulações realizadas com uma temperatura de 500°C, a velocidade das reações diminui ao ponto em que ao final do gaseificador, a borra não foi totalmente consumida e, conseqüentemente,

houve um prejuízo na formação das espécies. Por outro lado, ao simular com um valor de temperatura maior de 1000°C, foi possível observar que o consumo de borra e a formação das espécies ocorreu muito próximo da entrada do gaseificador. Tais comportamentos estão de acordo com a equação geral de velocidade de reação, já que para as reações presentes na pirólise a temperatura está presente somente no fator $\exp\left(\frac{-E_{a,j}}{RT}\right)$ da equação, onde ao aumentar a temperatura, aumenta-se este fator e, conseqüentemente, a velocidade da reação.

Simulações realizadas com vazão mássica de borra igual a 0,35 kg/h mostraram que a formação total das espécies ocorre muito próximas da entrada do gaseificador. Este cenário demonstra que ao diminuir a vazão, diminui-se o intervalo de espaço entre o início e o fim da formação das espécies. Por outro lado, a simulação mostra que a posição do início do consumo de borra e da formação das espécies é o mesmo, indicando que a diminuição na vazão afeta a posição em que a borra é totalmente consumida. Em contrapartida, ao simular com uma vazão de 35 kg/h, a região do gaseificador em que a borra é consumida e as demais espécies são geradas é maior em relação ao caso de vazão 3,5 kg/h. Esse resultado é similar ao que foi obtido com uma diminuição na temperatura de 750°C para 500°C, entretanto a explicação para tal comportamento é diferente. Na simulação à 500°C, a diminuição na temperatura implica que a velocidade das reações diminuiu, com isso o tempo total para a formação e consumo das espécies é maior. Logo, para uma mesma vazão, um maior tempo impacta no aumento da

distância total entre o início e o fim da formação de espécies. Em contrapartida, na simulação com vazão de 35 kg/h, ocorre um aumento na vazão com uma mesma velocidade de reações, sendo assim o tempo total para a formação e consumo das espécies é o mesmo. E por ser o mesmo tempo uma vazão mássica maior resulta em uma distância maior entre o início e o fim da formação de espécies. Também é possível observar que a alteração na vazão mássica de borra não afeta na concentração das espécies formadas após o consumo total de borra.

Além disso, os dados obtidos neste trabalho foram comparados e validados com os resultados publicados na literatura.

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir que a gaseificação representa uma alternativa tecnológica promissora para o gerenciamento e tratamento da borra de petróleo, pois produz um gás que pode ser utilizado em diversas aplicações, com destaque para a geração de energia elétrica, ao mesmo tempo em que reduz consideravelmente o impacto ambiental associado a este resíduo.

AGRADECIMENTOS:

A Deus pela saúde e força para que pudesse superar as dificuldades.

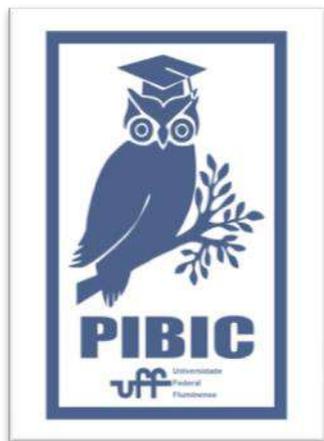
A minha mãe, meu pai e irmão, Heloisa, Rogério e Bruno, pelo incentivo à educação e pela perseverança ao longo da vida.

Aos meus orientadores, Leandro Alcoforado Sphaier e York Castillo Santiago por compartilharem conhecimento, conselhos e

ensinamentos sem os quais não seria possível realizar este trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente me deram suporte durante esses meses de pesquisa.

Imagem 1: Imagem PIBIC





Engenharias

Otimização do custo de recarga de bicicletas elétricas compartilhadas utilizando Tarifa Branca e V2G

Victor Freire de Oliveira (IC), Felipe Sass (Orientador)

Departamento de Engenharia Elétrica/Escola de Engenharia/

Núcleo de Inovação Tecnológica em Engenharia Elétrica- NITEE

INTRODUÇÃO:

Mobilidade urbana é um dos pontos mais relevantes em uma sociedade estruturada, o acesso facilitado, eficiente e seguro a meios de locomoção em uma sociedade é necessário para haver o fluxo efetivo de pessoas, mercadorias e serviços. Além disso, a fim de não contribuir com a poluição em larga escala, existe o crescente desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, como Veículos Elétricos (VEs) [1]. Vale salientar que VEs são movidos por motores elétricos carregados por bancos de baterias, entre eles estão, carros, ônibus, trens, barcos, aviões e motocicletas. Veículos de menor porte, como patinetes e bicicletas, movidos por sistema de propulsão elétrica também são considerados VEs [2]. Porém, VEs são limitados pela duração de suas baterias, as quais necessitam de constante recarga e não possuem mesma capacidade de um tanque de combustível. Logo, é necessária uma ampla estrutura que facilite o carregamento dessas baterias de uma forma automatizada e eficiente. Assim, este trabalho aborda o uso de algumas otimizações feitas através de Programação Linear e com o auxílio da

ferramenta MatLab. Para especular e gerar um estudo de caso para o projeto intitulado “Implantação de um modelo de negócio para compartilhamento de veículos elétricos usando como estudo de caso o sistema de transporte coletivo da UFF” e como seu carregamento inteligente poder ser feito usando aspectos como disponibilidade das bicicletas, horário de uso, Vehicle-to-grid (V2G) e com a Tarifa Branca. O conceito de V2G é dado pelo uso bidirecional das baterias dos VEs, isto é, é possível conectar o veículo a uma rede elétrica para recarregar, com a possibilidade de injetar eletricidade de volta à rede para participar do gerenciamento da demanda da eletricidade, assim podendo vender eletricidade ao sistema de energia durante horas em que o veículo não estiver em uso e como isso afetaria os custos para o operador do projeto. A Tarifa branca, apresentada na Figura 1, é uma opção tarifária de eletricidade para unidades consumidoras atendidas em baixa tensão.

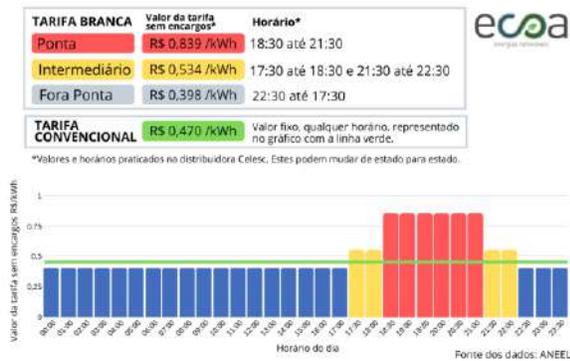


Fig 1 – Tarifa Branca.

Com esses pontos em mente, o objetivo do trabalho é com o uso de otimização, minimizar os custos de operação das bicicletas elétricas de uso compartilhado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Assim, através do uso de Programação linear para gerar um código de otimização que encontre os melhores momentos do dia para comprar energia para as bicicletas elétricas e vender a energia de volta para rede utilizando o conceito de V2G. Foram considerados no caso a seguir 10 bicicletas elétricas com momentos de uso gerados aleatoriamente durante o dia e seus níveis de carga inicial da bateria também aleatórios. Assim, quando elas estão sendo usadas ocorre apenas descarga de suas baterias e quando elas estão disponíveis para o uso o sistema calcula o melhor curso de ação de maneira que vise minimizar o custo de operação daquele dia. Foram feitas 2 simulações com os mesmos dados gerados, a primeira sem V2G (Figura 2) e a segunda com V2G (Figura 3), possibilitando assim a venda de

energia de volta para rede em horários onde a tarifa é mais cara.

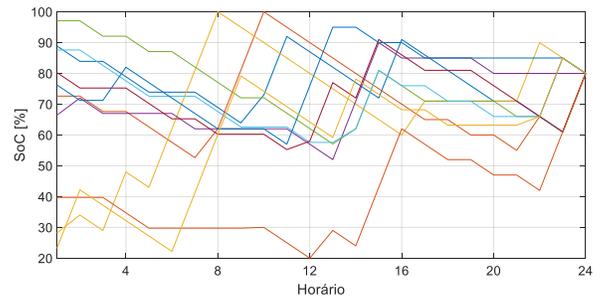


Fig 2 – Estado de carga ao longo do dia das bicicletas sem V2G

No caso da simulação com V2G, é possível notar que a otimização ocorre de maneira diferente, de forma que vise a diminuição dos custos com venda de energia como uma possibilidade, buscando diferentes momentos os quais seja ideal fazer a recarga e venda da energia da bateria.

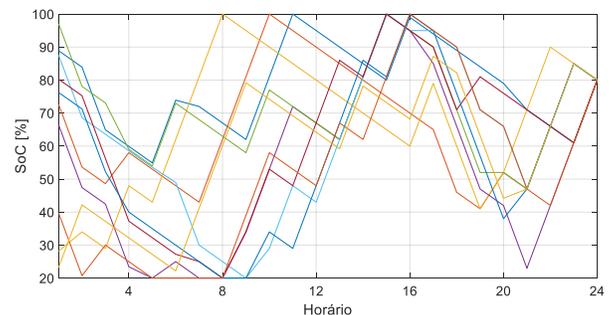


Fig 3 – Estado de carga ao longo do dia das bicicletas com V2G

Pela Figura 4 é possível determinar a potência total de recarga e venda das duas situações da simulação, sem e com V2G. Potência que foi demandada e devolvida para rede durante o dia para otimizar o armazenamento das baterias os momentos de valores positivos se referem que naquele momento havia mais compra de energia do que venda e em contrapartida os valores negativos são os momentos os quais haviam mais venda do que compra de energia.

Também é notável na diferença de comportamento no caso sem V2G, o sistema de otimização escolhe não comprar nada no momento de tarifa mais cara enquanto no com V2G ele prefere vender o quanto possível. No final da otimização, possuindo os resultados de ambas as simulações desse caso gerado aleatoriamente, os valores de custo durante esse dia de funcionamento totalizaram para o método sem V2G e com V2G, respectivamente, R\$ 28,35 e R\$ 16,00.

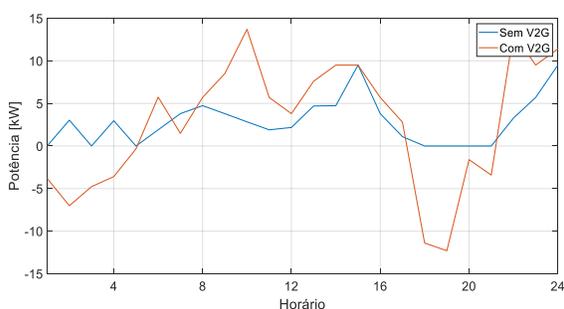


Fig 4 – Taxa de potência [kW] comprada e vendida total durante o dia das bicicletas (Sem e com V2G)

CONCLUSÕES:

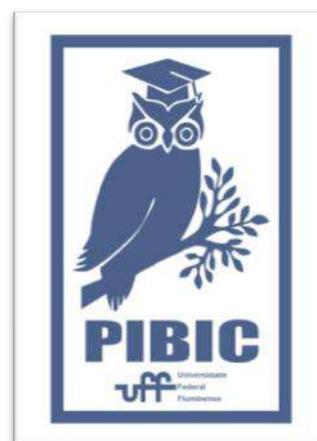
O projeto ainda está em produção e muitas partes de otimização e restrições, não só nos custos das recargas, tem que ser modeladas para funcionar na prática e compor o projeto das bicicletas elétricas da UFF. Porém, já é possível começar a conceber modelos econômicos dos custos de operação das bicicletas e criar uma base de estudo e especulação. Assim, este estudo demonstra uma possível viabilidade econômica de futuras aplicações de VEs, como transporte por aluguel para uso público.

AGRADECIMENTOS:

O primeiro autor gostaria de agradecer ao grupo NITEE por toda a capacitação provida e principalmente ao Orientador Felipe Sass e ao Dr Leonardo de Arruda Bitencourt pela colaboração e instrução para a realização do trabalho. Além dos agradecimentos para a UFF, CNPq e PROPPI pelo auxílio financeiro durante o tempo de projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] C. B. Agaton, A. A. Collera e C. S. Guno, "Socio-Economic and Environmental Analyses of Sustainable Public Transport in the Philippines", Sustainability, vol. 12, no. 11, no. 11, 2020.
- [2] N. B. Hung e O. Lim, "A review of history, development, design and research of electric bicycles", Applied Energy, vol. 260, p. 114323, fevereiro de 2020.





Engenharia

Biodegradação de peças impressas em 3D de poli(ácido láctico) em solo com escória de aciaria

Mateus Lourenço dos Santos, Denise Hirayama

VMT/EEIMVR/Laboratório de Materiais Poliméricos

INTRODUÇÃO:

O poli(ácido láctico), PLA, é um polímero termoplástico, considerado biopolímero e biodegradável, obtido a partir do ácido láctico. Caracteriza-se por ser um polímero com propriedades mecânicas semelhantes aos plásticos de origem petroquímica (exemplo: PET e PP).

Há na literatura estudos sobre o envelhecimento deste polímero em solo, porém observa-se que se carecia de um estudo sobre o processo de biodegradação em solos com composições diferenciadas. Neste sentido, o estudo avaliou o impacto de dois tipos de pré-degradação, com raios ultravioletas (UV) e exposição as intempéries (sol, poeira, chuva e raios UV), e também a influência da ausência de um processo de pré-degradação em solo composto por areia e escória.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Ao se envelhecer as amostras previamente com raios UV por 5 dias estas não apresentaram nenhuma mudança no aspecto visual, enquanto em um mês de exposição as intempéries as amostras empenaram. Provavelmente pela exposição as condições do verão (calor e alta incidência de raios UV) e somado ao peso dos

suportes, as amostras se deformaram durante o envelhecimento.

Um comparativo prévio entre estas duas formas de pré-degradação demonstraram que a exposição as intempéries foi mais efetiva em diminuir as propriedades mecânicas, no entanto, devido ao empenamento dos corpos de prova, estes resultados não tornando-os confiáveis. Portanto, a forma de pré-degradação adotada foi a exposição UV. A câmara (Figura 1) utilizada para promover a exposição aos raios UV foi elaborada e construída pelos autores do trabalho.

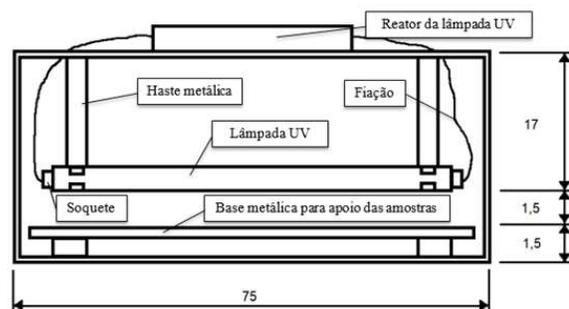


Figura 1 – Câmara de exposição UV.

O pH médio dos solos os quais os corpos de prova foram submetidos à biodegradação variou ao longo do tempo de ensaio. Em solo com escória o valor de pH médio foi de 12,82, enquanto o dos solos com areia foi de 8,43. Ao longo da biodegradação notou-se uma tendência de queda, que devem ser provocadas

por reações químicas de degradação. Ambas as médias revelam caráter básico dos solos, porém maior naqueles com escória, devido a própria composição deste material, comumente óxidos como MgO, FeO e CaO.

Com o objetivo de determinar se o solo com escória é capaz de promover a biodegradação do PLA foi feito o monitoramento da emissão do CO₂ por um período de 30 dias. Observou-se um aumento na produção mássica deste dióxido de carbono na primeira semana, seguido por um platô (Figura 2).

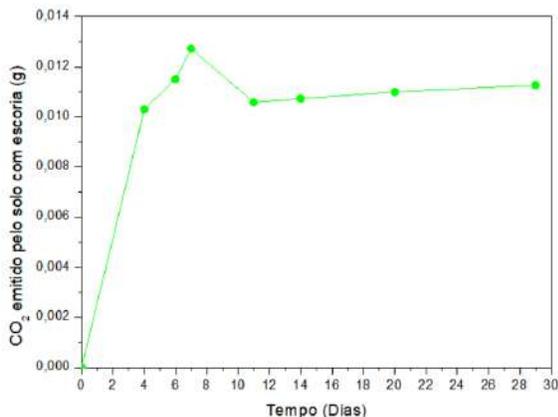


Figura 2 – CO₂ emitido pelo solo com escória.

A emissão do gás ao longo dos dias sinaliza a degradação do polímero no dessecador. Uma maneira adicional de confirmar a biodegradação do polímero foi pela inspeção visual (Figura 3). É perceptível que as amostras retiradas do dessecador estavam frágeis e quebradiças.



Figura 3 – Estado das amostras após retirada do dessecador.

Diante das evidências citadas, pode-se concluir que o solo contendo escória promove a biodegradação do PLA.

Para confirmar a biodegradação nos solos com areia e escória as amostras foram submetidas ao envelhecimento por um período de 30, 60, 90 e 120 dias e posteriormente estas foram submetidas a ensaios de tração. A partir da análise das propriedades mecânicas associadas a este ensaio, pode-se observar que o Módulo de Young foi a única propriedade que não se manteve constante, apresentando oscilações significativas tanto nas amostras enterradas diretamente nos solos quanto nas que passaram por pré-degradação, como observa-se nas Figuras 4 e 5.

Nota-se que os resultados apresentaram um desvio padrão elevado do módulo de Young, este pode estar associado ao fato da impressão 3D ter gerado amostras com diferenças dimensionais, refletindo no comportamento final do gráfico tensão x deformação.

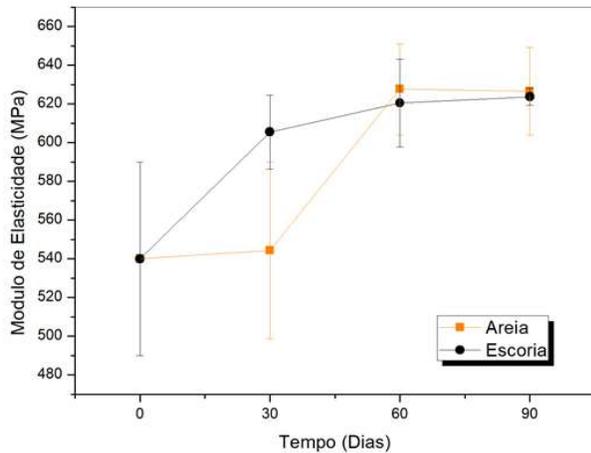


Figura 4 – Evolução do Módulo de Young das amostras não pré-degradadas

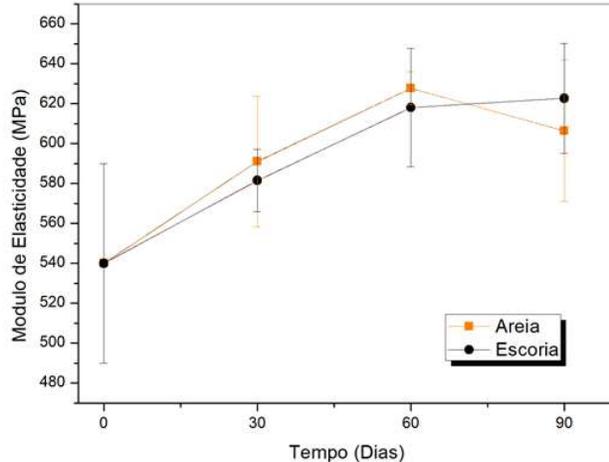


Figura 5 – Evolução do Módulo de Young das amostras pré-degradadas em luz UV

Em relação às amostras sem a etapa prévia de degradação, observa-se um padrão distinto no processo de biodegradação nos solos com areia e escória, conforme evidenciado pelos valores do módulo de Young. No solo com areia, há um período de indução, seguido por biodegradação e, finalmente, estabilização do sistema. Entretanto, para as amostras em escória, tanto as não pré-degradadas quanto as pré-degradadas, o tempo de indução está ausente.

O comportamento do módulo de Young ao longo do processo de envelhecimento para as amostras pré-degradadas com areia e escória apresentam perfis semelhantes. Isso sugere que a presença de escória não afeta de maneira negativa a biodegradação do PLA.

CONCLUSÕES:

Ambos os tipos de solo (com areia e com escória) degradaram o PLA, reduzindo o módulo de elasticidade, com uma tendência de estabilização. A pré-degradação acelerou o aumento de rigidez do PLA, causada principalmente pela oxidação e reticulação do material.

Acredita-se que PLA foi biodegradado uma vez que houve aumento na produção de CO_2 , a queda no pH nos solos e a fragilização do material enterrado.

Portanto, os resultados apresentados no trabalho dão indícios que a escória de aciaria poderia ser usada como material de recobrimento em aterros sanitários, pois não interfere no processo de biodegradação.

AGRADECIMENTOS:

O autor agradece à Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda (UFF) pelo uso do Laboratório de Mecânica Aplicada do Departamento de Engenharia Mecânica, ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) pelo apoio financeiro, bem como a todos os técnicos de laboratório que auxiliaram nas práticas e ensaios.



Grande área do conhecimento: Engenharias.

Título do Projeto: Formulações de Inteligência Artificial na Gestão Tecnológica: *Avaliação de Performance de Jogadores Brasileiros baseado em Scouts.*

Bolsista: Thiago Amorim Ouverney

Unidade / Departamento / Laboratório: Escola de Engenharia / Departamento de Engenharia de Produção / Núcleo de Estudo de Riscos de Processos Industriais

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar a contribuição da formulação de inteligência artificial aplicado ao Jogo de Fantasia Cartola, para auxiliar na tomada de decisão ao discriminar quais os jogadores têm maior potencial de performance nas partidas do campeonato brasileiro, baseado em scouts.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi aplicada a metodologia do CRISP-DM (figura10 para o processo como um todo, segmentando a análise e resultados em: Entendimento de Negócio, Entendimento dos Dados disponíveis, Preparação dos dados, Modelagem, Avaliação de Resultados e Deploy.

Figura 1 – Modelo CRISP-DM



2.1 Entendimento de Negócio

O Cartola é um Jogo de Fantasia onde seus usuários buscam escalar times com jogadores do futebol brasileiro Série A.

2.1.1 Objetivo de Negócio

A cada rodada do campeonato brasileiro, antes do início da primeira partida vigente, o usuário tem o desafio de escalar seu próprio time usando jogadores reais. A sua escalação é formada por 12 escolhas: onze jogadores de linha, acrescido por

um técnico. Cada escolha possui um valor de custo atrelado, e os usuários possuem uma limitação patrimonial para sua formulação. Este conjunto de escolhas gerará valor para o usuário proporcional a quanto seus jogadores performarem nas partidas em que disputarem.

2.1.2 Avaliação de Performance, Fatores Limitantes e Potencial de Atuação

O valor da pontuação dos jogadores é baseada em Scouts, pré definidos desde o início da Temporada vigente. O cálculo da pontuação final de um time em determinada rodada é o produto escalar entre a matriz de scouts realizados pelos seus atletas com a tabela de Valor de cada Scout. O objetivo dos usuários é de extrair o máximo valor de pontuação em seu time, dado sua limitação patrimonial. Neste ponto, buscaremos apoiar a decisão com uma análise baseada em modelos de Inteligência Artificial.

2.2 Entendimento dos Dados Disponíveis

É de posse o conjunto de 4 bases que irão nortear as análises, todas referentes a temporada de 2021 e 2022 do Campeonato Brasileiro e do jogo de Fantasia Cartola, são elas: Tabela de Confronto entre os times na temporada; Tabela Relação Posição e Time do Atleta por rodada; Tabela Relação Atleta e a Quantidade Scouts realizados por rodada; Tabela Relação Scout e valor referente na temporada.

2.3 Preparação dos dados

Após entendimento das tabelas disponíveis, junto com o conhecimento prévio de especialistas sobre fatores que levam um jogador a ter uma alta performance, foi levantado 3 facetas que irão ser abordadas e pré-processadas paralelamente: Histórico-Atleta, Histórico-Time-Atleta, Histórico-Time-Confronto.

Separamos o processo de preparação e pré-processamento para cada uma das posições possíveis de atleta: Goleiro, Zagueiro, Lateral, Meia, Atacante e Técnico, considerando que os critérios para avaliação de performance variam para cada uma destas escolhas.

Para todas facetas, buscamos parametrizar o máximo de critérios pré-definidos em nosso código, a fim de realizar testes na etapa de modelagem, os considerando como hiper-parâmetros de processo.

Por fim, juntamos todas facetas e critérios para os jogadores da rodada e, para cada hiper-parâmetros em questão, será obtida a matriz de decisão que será utilizada na etapa de modelagem.

2.4 Modelagem

Para etapa de modelagem, definimos 2 abordagens que serão realizadas e comparadas entre si: Método de Apoio a Decisão Multi-Critério e Modelagem Supervisionada. Após estas, aplicaremos um modelo de Programação Linear para definir a melhor combinação de escolhas dado a limitação patrimonial.

2.4.1 Apoio a Decisão Multi-Critério

Para esta etapa, utilizaremos o modelo do CPP-TRI, onde dada a matriz de decisão de determinada posição, a relação entre fatores positivos e negativos de cada critério e seus respectivos pesos, conseguimos segmentar os jogadores entre melhor e pior desempenho.

Para escolha dos pesos de cada critério, iremos utilizar o mesmo fator do scout que este está relacionado, visando reduzir um possível viés de escolha e tornando o processo facilmente reproduzível.

2.4.2 Modelagem Supervisionada

Para etapa de modelagem supervisionada, iremos trazer a junção da matriz de decisão e a informação de quanto foi o valor que o jogador performou na rodada em questão.

Dessa forma, aplicaremos modelos de regressão clássicos da literatura (SVM, XGBoost) e o compararemos com métodos mais recentes de Redes Neurais, principalmente os de Graph Neural Networks (GNN) e Bayesian Neural Networks (BNN).

Por fim separaremos os jogadores pelo seu potencial de performance na rodada.

2.4.3 Programação Linear

Para cada rodada em questão, a partir dos segmentos de performance esperada gerados pelos diferentes métodos de modelagem, aplicaremos um modelo de programação linear (Simplex) para conseguir gerar as melhores combinações de jogadores nas pré-definidas limitações patrimoniais e formações de escalação.

2.5 Avaliação do Modelo

Para avaliação do Modelo, compararemos, para cada rodada analisada, a performance dos top 5 times definidos anteriormente com: Pontuação Média dos Usuários Cartola, Pontuação Média Top 1% usuários Cartola, Time formado pelos jogadores mais escalados do Cartola.

2.6 Deploy

Após avaliado os principais hiper-parâmetros, será desenvolvido o processo com as bibliotecas Python: Flask + Stremlit, gerando uma rota de acesso e consulta dos top 5 times em cada rodada

do Campeonato Brasileiro.

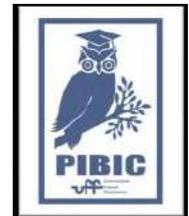
Será tratada, também, a possibilidade de variar critérios e modelos para escolha dos times durante a consulta na rota em formato de Dashboard.

3. CONCLUSÃO:

Com a pesquisa em desenvolvimento, espera-se possibilitar a resolução de um problema de negócio e comparar a performance de modelo de decisão multicritério com métodos de aprendizado supervisionado.

Agradecimentos:

A PROPPI/UFF pelo incentivo a IC. Aos professores Gilson B. A. Lima, José Kimio Ando (UFF) e Luiz Octávio Gavião (ESG), pelas discussões, contribuições, conhecimentos passados e cuidado com o aprendizado.





**ENGENHARIA DE PETRÓLEO DESENVOLVIMENTO DE MODELOS
DE ANÁLISE DE DADOS PARA PRECIFICAÇÃO OTIMIZADA DOS
COMBUSTÍVEIS
DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE ANÁLISE DE DADOS
PARA PRECIFICAÇÃO OTIMIZADA DOS COMBUSTÍVEIS**

**VALNIDÉRCIO FERREIRA LEONEL JUNIOR
CAMPUS PRAIA VERMELHA / ESCOLA DE
ENGENHARIA / DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA (TEQ)**

INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos, a análise de dados tornou-se cada vez mais importante em uma variedade de indústrias, incluindo a indústria de combustíveis. Precificar os combustíveis e gerenciar o *hedge* de combustível pode ser uma tarefa complexa para empresas e governos devido à natureza imprevisível das flutuações do mercado. Essas flutuações podem resultar em perdas financeiras significativas, e gerenciá-las de forma eficaz pode ser fundamental para manter a lucratividade e a estabilidade financeira. Uma forma de mitigar os efeitos negativos das flutuações do mercado é por meio do uso da análise de dados. Ao avaliar grandes quantidades de dados relacionados a preços de combustível e tendências de mercado, empresas e governos podem tomar decisões mais adequadas sobre quando, quanto e a que preço comprar ou vender combustível. Isso pode ajudar a reduzir o impacto da volatilidade do mercado e aumentar a estabilidade financeira geral. Nesse contexto, o uso da análise de dados tornou-se uma ferramenta

essencial para a precificação de combustíveis e gestão de *hedging* de combustível, permitindo que empresas e governos naveguem pelas complexidades do mercado de combustíveis com maior confiança e eficiência.

Tendo isso em vista, o trabalho visa propor métodos de análise de dados que limitem a zona de oscilação do preço futuro de combustíveis com base nas respectivas volatilidades passadas, diminuindo ao máximo os efeitos negativos desses ativos para empresas e/ou governos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Primeira análise – comportamento da volatilidade e médias móveis.

Para o primeiro método, foram adquiridas as séries históricas dos ativos a serem estudados. Elas, foram dispostas em colunas para determinar as médias móveis de 9, 21, 50 e 200 períodos. Para cada coluna de média móvel apresentada, foi adicionada uma coluna que contém o valor do índice menos a média móvel para representar a série de forma

estacionária. Assim é possível verificar a tendência (direção que o preço tende a evoluir) e sazonalidade (períodos em que determinada configuração de movimento se repete) de cada série, bem como o comportamento do preço sem a influência destes.

O Gráfico 1 exemplifica o produto gerado considerando uma média móvel de 200 períodos para a série histórica do óleo Brent em dólares por barril, entre as datas de 21 de maio de 1987 e 30 de dezembro de 2022.

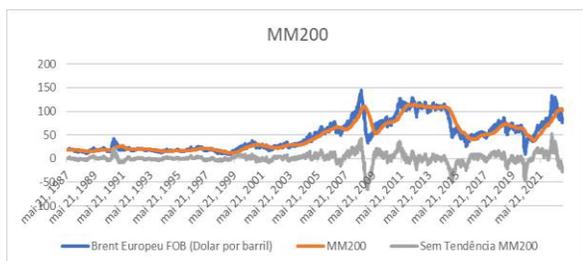


Gráfico 1 – Média Móvel 200 para Brent.

Segunda análise – volatilidade anualizada e zonas de suporte e resistência

O segundo método utiliza a fórmula da volatilidade como base para projetar zonas de suporte e resistência em que o preço tende a trabalhar em suas oscilações. A volatilidade mede a dispersão em um determinado período e ela pode ser calculada através da Fórmula 1:

$$vol = \sigma \sqrt{T} \quad (1)$$

Onde:

Vol – Volatilidade para um intervalo de tempo

σ – Desvio padrão dos retornos

T – Número de períodos no horizonte de tempo

Seguindo os passos de Guerra (2022, p.2), a volatilidade será calculada com uma janela móvel (σ) de 20 dias, que representa satisfatoriamente a quantidade de dias de pregão dentro de um mês útil. Ao multiplicar σ pela raiz quadrada de 252 (representação de um ano útil) é obtido como resultado a volatilidade anualizada. Para obter-se o valor de retorno da volatilidade em pontos percentuais basta multiplicá-lo por 100.

O Gráfico 2 representa a volatilidade anualizada do óleo BRENT no período de 21 de maio de 1987 e 30 de dezembro de 2022.

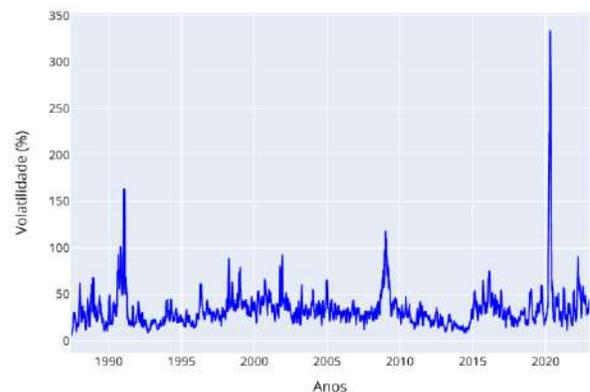


Gráfico 2 – Volatilidade anualizada do BRENT.

A partir do resultado obtido, é proposta a definição das zonas de suporte e resistência conforme as equações 2 e 3:

$$\text{Suporte 1 ano} = \text{Preço de referência} * (1 - \text{Volatilidade anual}) \quad (2)$$

$$\text{Resistência 1 ano} = (\text{Volatilidade anual} + 1) * \text{Preço de referência} \quad (3)$$

Para exemplificar, foram tomados como referência a volatilidade e preço de fechamento do óleo Brent em 2021. Utilizando os valores obtidos nas equações 2 e 3 encontram-se as

zonas de suporte e demanda para o ano seguinte, 2022.

Também é válido aumentar a probabilidade de acerto ao adicionar outro desvio padrão à equação. As equações 4 e 5 definem o cálculo.

$$\text{Suporte 1 a 2 desvios} = \text{Preço de referência} * (1 - \text{Volatilidade anual} * 2) \quad (4)$$

$$\text{Resistência 1 ano 2 desvios} = (2 * \text{Volatilidade anual} + 1) * \text{Preço de referência} \quad (5)$$

O Gráfico 3 ilustra o comportamento do óleo BRENT em 2022, em conjunto com as zonas anualizadas de suporte e resistência com 1 e 2 desvios padrão.



Gráfico 3 - Volatilidade anual do BRENT 2022.

Essas informações tornaram possível a computação do algoritmo (apêndice D) utilizado para construção do Quadro 1 que determina diversas zonas de suporte e resistência dos combustíveis analisados para o decorrer do ano de 2023.

Quadro 1 – Zonas de oferta e demanda 2023

	Petróleo Brent	Petróleo WTI	Gasolina	Querosene
3º desvio	\$176.60	\$164.86	\$4.33	\$10.43

superior				
2º desvio superior	\$144.72	\$136.63	\$3.65	\$8.07
1º desvio superior	\$112.84	\$108.39	\$2.96	\$5.70
1º desvio inferior	\$49.08	\$51.93	\$1.33	\$0.97
2º desvio inferior	\$17.20	\$23.69	\$0.04	-
3º desvio inferior	-	-	-	-

CONCLUSÕES:

Percebe-se que a volatilidade anualizada possui um comportamento de reversão à média. Com isso, é possível que investidores e *traders* se posicionem estrategicamente principalmente em momentos atípicos do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUERRA, L. Conceitos de Séries Temporais – Outspoken Market, 2020. Disponível em <https://www.outspokenmarket.com/blog/conceitos-de-series-temporais-outspoken-market>. Acesso em 30/10/2022.

GUERRA, L. *Supply and Demand Levels Forecasting Based on Returns Volatility*, 2022. Disponível em: https://www.outspokenmarket.com/uploads/8/8/2/3/88233040/supply_and_demand_levels_forecasting_based_on_returns_volatility.pdf. Acesso em 30/10/2022.

Independent Statistics and Analysis – U.S. Energy Information Administration. PETROLEUM & OTHER LIQUIDS – Spot

Prices. Disponível em:
[https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.h](https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm)
tm. Acesso em 15/01/2023.

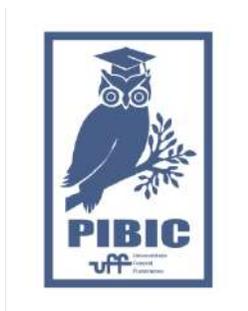


Imagem 1: Imagem PIBIC.



Engenharias

Fabricação de camadas de polieletrólitos e nanopartículas de óxido de zinco através da técnica *layer-by-layer*.

Yasmin da Silva Martins, Nykolle Fabiane Camilo Fernandes e Letícia Vitorazi.

**Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais (VMT)/
Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda
(EEMVR)/ Laboratório de Materiais Poliméricos.**

INTRODUÇÃO:

No contexto de materiais nanoestruturados, o óxido de zinco (ZnO) destaca-se como uma opção promissora devido as suas características fotocatalíticas. Neste sentido, ZnO pode ser empregado na obtenção de superfícies fotocatalisadoras. Fotocatalisadores podem ser aplicados em vários processos industriais, como, os que envolvem degradação de poluentes (ŠTRBAC et al., 2018).

O ZnO é um sólido inorgânico, semicondutor de óxido metálico intrínseco do tipo n. As nanopartículas (NPs) deste são transparentes na região do visível e absorvem radiações UV (MOHAN et al., 2020). Tal material pode ser empregado na produção de nanofios, nanotubos e tem se mostrado bastante promissor na obtenção de filmes finos.

Filmes finos, por sua vez, podem ser preparados utilizando soluções de polieletrólitos através da técnica de deposição eletrostática sequencial denominada de *layer-by-layer* (LbL).

A técnica LbL é versátil e pode ser aplicada de formas variadas, tais como: via rotação, pulverização e imersão (RICHARDSON et al., 2016). É notavelmente simples,

reprodutível e robusta. A incorporação de nanopartículas ao *layer-by-layer* agrega potencialidade a técnica, visto para o caso do uso de ZnO, a possibilidade de se obter superfícies catalisadoras.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo preparar e caracterizar NPs de ZnO, bem como, empregar a técnica de *layer-by-layer* com a finalidade de se obter filmes nanoestruturados de polieletrólitos e essas nanopartículas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

NPs de ZnO foram sintetizadas e caracterizadas via medidas de espectroscopia no ultravioleta/visível (UV/Vis). A Figura 1 mostra o espectro de absorção para a síntese realizada com diversos tempos de envelhecimento, na faixa de 0-120 min, a 65°C.

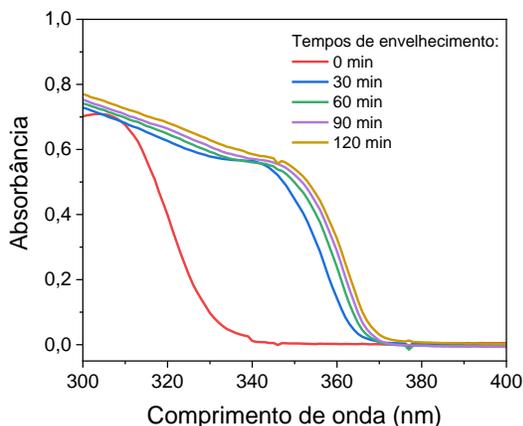


Figura 1 – Espectros de absorção do UV-Vis para as nanopartículas de óxido de zinco envelhecidas em banho maria nos tempos de 0, 30, 60, 90 e 120 min a 65 °C.

A partir dos dados de UV-Vis, o valor do *band gap* de energia para as NPs de ZnO foi estimado, empregando o método de *Tauc Plot*, a partir do gráfico $(\alpha h\nu)^2$ versus energia (eV). Este gráfico está representado na Figura 2. Para o cálculo do *band gap* aplicou-se os valores de absorbância das NPs obtidas para 120 min de exposição em banho a 65°C e empregou-se a função Kubelka-Munk (LANDI et al., 2022). A partir da função Kubelka-Munk encontrou-se os coeficientes angulares e lineares e estes permitiram o cálculo do E_{gap} . Por fim, pode-se encontrar um E_{gap} médio de 3,3738 eV. Após a obtenção do E_{gap} , aplicou uma equação do modelo de massa efetiva e calculou-se o raio estimado de partícula, encontrando um raio médio de 26,2 nm.

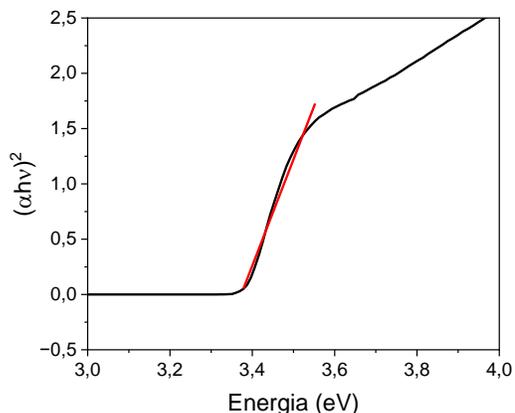


Figura 2 – Extrapolação Tauc Plot $(\alpha h\nu)^2$ da função Kubelka-Munk para as nanopartículas de óxido de zinco.

Medidas de espalhamento de luz dinâmico (DLS) e espalhamento eletroforético de luz (ELS) também foram realizadas. A partir dessas medidas obteve-se o raio hidrodinâmico e o potencial zeta da nanopartícula. Esses valores foram de 61,78 nm e -5,1 mV, respectivamente.

As nanopartículas obtidas após um período de 3 dias foram secas e redispersas em uma mistura de água e álcool isopropílico em pH 3,5. Soluções dos polieletrólitos poli(ácido acrílico), PAA, poli(cloreto de dialildimetilamônio), PDAMAC ambos de massa molar $M_w = 1000.000 \text{ g mol}^{-1}$ foram preparadas a 0,05% em massa e tiveram seus valores de pH corrigido pra 3,5. Vidros foram imersos nas dispersões/soluções de nanopartículas e de polieletrólitos para a criação das camadas via LbL.

A Figura 3 exhibe os espectros de absorção obtidos para as camadas de polieletrólitos e nanopartículas crescidas em substrato de vidro e analisadas via UV-Vis.

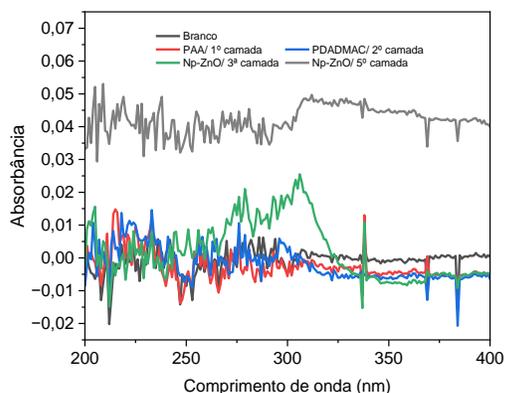


Figura 3 – Espectro de absorção obtido para as camadas de PAA, PDADMAC e nanopartículas de óxido de zinco.

Como pode-se observar na Figura 3, há um aumento na absorbância das camadas contendo as NPs das terceira e quarta deposições em comparação com aquelas camadas contendo apenas os polieletrólitos, PAA e PDADMAC. Isso pode ser um indicativo que as nanopartículas podem estar sendo adsorvidas nas camadas estruturadas, contudo, visto o potencial zeta da NP, aprimoramento da síntese é sugerido para diminuir o valor do potencial zeta, para valores mais negativos, e melhorar a interação entre a NP e o polieletrólito de carga oposta na camada.

CONCLUSÕES:

A síntese de ZnO e a caracterização via espectrofotometria no UV-Visível, DLS e ELS foi realizada. A partir de medidas de absorção, do cálculo do *band gap* e das análises de energia foi possível estimar o tamanho das nanopartículas. Também foi possível determinar o tamanho das NPs via medidas de DLS. A carga superficial da nanopartícula obtida foi de -5,1 mV.

Um indicativo da formação das camadas contendo a NP de ZnO é o aumento da absorção no UV-Vis, contudo, resultados de potencial zeta indicam que a síntese pode ser aprimorada de maneira a se obter valores de potenciais zeta mais negativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

LANDI, S. et al. Use and misuse of the Kubelka-Munk function to obtain the band gap energy from diffuse reflectance measurements. **Solid State Communications**, v. 341, p. 114573, jan. 2022.

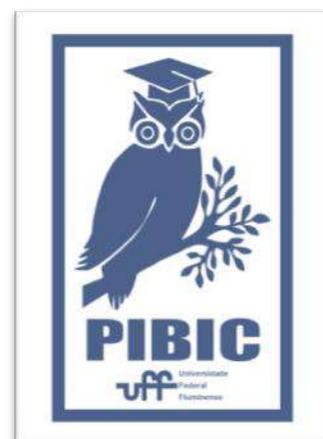
MOHAN, S. et al. Hydrothermal synthesis and characterization of Zinc Oxide nanoparticles of various shapes under different reaction conditions. **Nano Express**, v. 1, n. 3, p. 030028, 1 dez. 2020.

RICHARDSON, J. J. et al. Innovation in Layer-by-Layer Assembly. **Chemical Reviews**, v. 116, n. 23, p. 14828–14867, 14 dez. 2016.

ŠTRBAC, D. et al. Photocatalytic degradation of Naproxen and methylene blue: Comparison between ZnO, TiO₂ and their mixture. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 113, p. 174–183, jan. 2018.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq pela Bolsa de Iniciação científica, a Universidade Federal Fluminense e a Anton Paar Brasil pelas medidas de DLS e ELS.





Engenharias – Engenharia Química

Uso de sistema Android e Scada para Monitoramento de Processos Químicos com Uso de Simuladores

Luísa Castello Neves e Lizandro de Sousa Santos

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo / Escola de Engenharia UFF

INTRODUÇÃO:

Nas indústrias são realizados diversos processos que necessitam de ferramentas com a função de controlar, monitorar, prever, medir e estudar o que ocorre em cada equipamento. Nesse sentido, na indústria química há inúmeros processos os quais é inviável realizar o controle e medição manualmente, como por exemplo os biorreatores, por diversos motivos, como: equações com um número grande de variáveis, produtos químicos com altos níveis de toxicidade e dificuldade de manuseio de equipamentos. Dessa forma, SCADA, que é a sigla em inglês para Supervisory Control And Data Acquisition, no qual em português significa Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados, usa um software para monitorar, supervisionar e controlar processos que podem ser industriais ou laboratoriais. Em laboratórios tanto dentro de empresas, quanto em universidades a aplicação dos sistemas SCADA são essenciais para pesquisas na área de simulação, e para isso é utilizada a

comunicação entre o Python e o ScadaBR. O ScadaBR é um sistema SCADA gratuito, livre e aberto, assim, democratizando o uso de um sistema SCADA para todas as classes. Neste trabalho, o ScadaBR será utilizado a fim de supervisionar, visualizar e operar modelos de processos químicos em um biorreator utilizando a comunicação pelo Python.

METODOLOGIA:

O objetivo principal do projeto foi possibilitar a implementação do ScadaBR em conjunto com a linguagem Python para a simulação de processos químicos dinâmicos. Um modelo que representa um reacional foi implementado. As soluções propostas são resumidas nos tópicos seguintes: [i] Desenvolvimento de um sistema para comunicação ente o Python e o ScadaBR para monitoramento de processos químicos dinâmicos simulados em liguagem Python. Com a implementação dos dois exemplos, foi possível desenvolver um modelo de

implementação do ScadaBR a processos simulados em Python. Tal modelo poderá ser replicado para outros exemplos, de maior complexidade. [ii] Compartilhamento do código fonte do projeto na plataforma de compartilhamento de arquivos Github.

RESULTADOS:

Os resultados alcançados são sumarizados nos tópicos seguintes: (i) Aplicação da comunicação do ScadaBR com a linguagem Python: Uso das "toolboxes" Pymodbus e PymodbusTCP; (ii) Desenvolvimento das interface homem máquina (IHM) do projetos em ScadaBR, contendo sistemas de análise gráfica em tempo real, sistema de relatórios, alarmes e histórico estatístico das variáveis; (iii) Aplicação ao Exemplo-1: Controle de um Reator Não Linear;

CONCLUSÕES:

Com as atividades realizadas neste trabalho foi possível desenvolver os conhecimentos adquiridos de programação e engenharia química, e entender a importância de sistemas de simulação como solução em processos industriais de alta escala. A linguagem de programação Python foi imprescindível para desenvolver as equações presentes em um processo químico num biorreator, por sua clareza a

grande número funções atreladas às bibliotecas. E, a facilidade de visualização gráfica no ScadaBR é importante para o entendimento do processo, como por exemplo das correntes que entram e saem no biorreator.

AGRADECIMENTOS:

Ao programa CNPq/PIBIC pelo financiamento e à Universidade Federal Fluminense pelo apoio.

REFERÊNCIAS:

- BALDA, P., SCHLEGEL, M. "Advanced PID control algorithms built into the REX control system". 2, 2012. Anais [...] [S.l: s.n.], 2012. p. 465–470. DOI: 10.3182/20120328-3-it 3014.00079.
- KARAMI, M., MCMORROW, G. V., WANG, L. "Continuous monitoring of indoor environmental quality using an Arduino-based data acquisition system", Journal of Building Engineering, v. 19, p. 412–419, 1 set. 2018. DOI: 10.1016/j.jobe.2018.05.014. .
- OLIVEIRA, E. Conhecendo o Blynk. Disponível em: "<https://blogmasterwalkershop.com.br/blynk/conhecendo-o-blynk>". Acesso em 06 de maio de 2022.
- MANGILI, P. V, DIAS, R. F., SANTOS, L. S., et al. "Comparison of the Co2 emissions from two maleic anhydride production processes through computational simulation", Latin American Applied Research, v. 49, n. 1, p. 1–6, 2019. DOI: 10.52292/j.laar.2019.289.

VIEIRA, E. B., BUSCH, W. F., PRATA, D. M., et al. "Application of Scilab/Xcos for process control applied to chemical engineering educational projects", *Computer Applications in Engineering Education*, v. 27, n. 1, p. 154–165, 1 jan. 2019. DOI: 10.1002/cae.22065. .

YADAV, G., PAUL, K. Architecture and security of scada systems: A review. *arXiv*. [S.l.], arXiv. , 9 jan. 2020