

ENGENHARIAS

REVISTA PIBIC 2022





Robótica

ROBÔ AUTÔNOMO COM PLANEJAMENTO DE TRAJETÓRIA

Daniel Gladston do Nascimento Melo e Felipe Sass

Departamento de Engenharia Elétrica/Escola de Engenharia/

Núcleo de Inovação Tecnológica em Engenharia Elétrica -

NITEE

INTRODUÇÃO:

Com os avanços tecnológicos e a automação de processos industriais cada vez mais presente, como também a crescente do IoT (Internet das Coisas), robôs autônomos têm se tornado uma realidade. Alguns exemplos de robôs autônomos, encontrados atualmente em sistemas automatizados, são os AGVs (Automated Guided Vehicles), robôs de locomoção terrestres que executam tarefas em chão de fábrica, terminais de contêineres, unidades de saúde etc. Outro exemplo são os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), considerados drones autônomos, utilizados em geral para fins comerciais. Diante deste cenário, o estudo do planejamento de trajetória e desvio de obstáculos para um robô móvel, é de grande valia, portanto, vê-se necessário um robô que possua um sistema de navegação, constituído por sensores inerciais, como giroscópio e acelerômetro, sensor ultrassônico, para detecção de obstáculos e um módulo de GPS. Para a realização da locomoção e desvio de obstáculos de robôs são necessários algoritmos elaborados, considerando coordenadas

predefinidas de início e fim do trajeto. Dessa forma, este projeto tem como objetivo a análise e desenvolvimento do planejamento de trajetória de um robô e sua autonomia, implementando um robô com sensores e um microcontrolador Arduino, visando a simplificação dos métodos encontrados atualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O robô desenvolvido possui uma estrutura em formato de carrinho e um circuito que utiliza um microcontrolador Arduino Uno, que realiza a locomoção e garante sua autonomia. Neste circuito, são conectados drivers para controle dos motores do robô, *encoders* de rodas acoplados aos motores, e também um sensor ultrassônico HC-SR04.

Conforme o desenvolvimento do projeto, foram gerados alguns resultados através da realização de testes de funcionamento de sensores. Nesses testes, foi gerado o gráfico da Figura 1, que descreve uma relação entre a distância real entre o robô e um obstáculo, e a distância definida pelos dados lidos com o sensor ultrassônico. Com a equação da linha de

tendência do gráfico, pode-se calcular de forma mais precisa a distância a um obstáculo, evitando a colisão do robô.

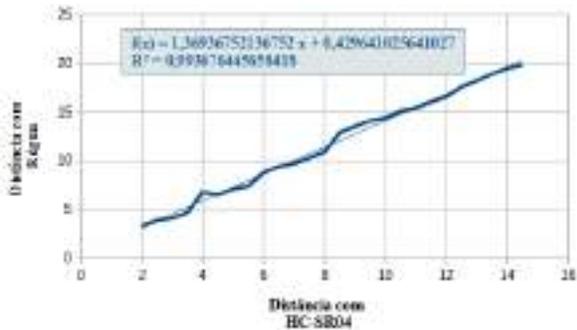


Figura 1: Linha de tendência do teste do sensor ultrassônico.

Outro teste realizado foi em relação ao deslocamento do robô, no qual foi comparada a distância percorrida com o valor que o robô computava de deslocamento, calculado com os pulsos gerados pelos *encoders*. Nesse teste, foi gerado o gráfico da Figura 2, que estabelece a relação de comparação entre os pulsos gerados e a distância percorrida. Com a linha de tendência do gráfico, além de simplificar as contas realizadas de deslocamento, é possível também tornar mais exato esse cálculo.

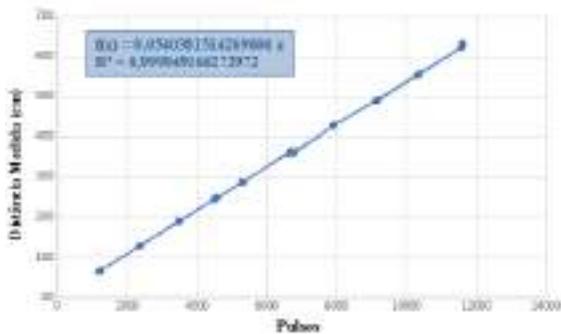


Figura 3: Linha de tendência do teste de trajeto

CONCLUSÕES:

Diante da proposta inicial de estudar autonomia e o planejamento de trajetória na robótica, os

avanços realizados nessa pesquisa se mostraram promissores. Embora o planejamento de trajetória ainda seja uma etapa futura a ser mais aprofundada, o robô desenvolvido é capaz de determinar a distância percorrida e desviar de obstáculos de forma autônoma. Com as apurações dos testes citados, foi possível realizar uma simplificação da programação desenvolvida para o microcontrolador. Porém, para um sistema de navegação completo do robô, ainda se tem como objetivo a combinação dos dados obtidos dos sensores de navegação.

AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de agradecer pelo incentivo proporcionado pela FAPERJ, CNPq e CAPES para a implementação deste projeto.

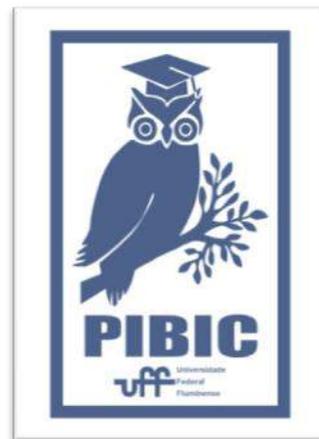


Figura 2: Imagem PIBIC



Grande área do conhecimento: ENGENHARIAS

Título do Projeto: ELETROATIVAÇÃO DE VEGETAL (LUFFA CILYNDRICA) E TESTES COMO BIOFILTRO PARA EFLUENTE DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Autores: GABRIELA AZEVEDO SOUZA

Departamento/Unidade/Laboratório: ESCOLA DE ENGENHARIA DE VOLTA REDONDA DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS – LABORATÓRIO DE ELETROQUÍMICA E ENERGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

INTRODUÇÃO:

A crescente problemática mundial em relação ao aproveitamento dos recursos naturais levaram instituições ao redor do mundo a buscar novas metodologias para aproveitamento de resíduos industriais.

Dentre as novas tecnologias para tratamento de efluentes destacam-se as células a combustível microbianas, ou Microbial Fuel Cells (MFCs) no inglês, pois além de tratar efluente, diminuído as demandas química e bioquímica de oxigênio, podem gerar energia simultaneamente. Isto é possível pela ação de microrganismos chamadas eletroativos, ou seja conseguem transferir os elétrons do metabolismo para um eletrodo.

Sabe-se que durante o processo anódico, os microrganismos formam biofilmes e estes apresentam certa condutância.

Geralmente os materiais anódicos mais utilizados são os carbonosos, como grafite, carbono vítreo reticulado, grafeno, pois possuem boa condutância e são inerte quimicamente. Contudo estes materiais não são baratos e dependendo do método de fabricação possuem uma pegada ambiental indesejável.

Neste sentido é de interesse desenvolver e testar novos materiais para anodos em MFCs que sejam barato e ambientalmente amigáveis.

As fibras das buchas vegetais (*Luffa cylindrica*) constituem um material interessante para aplicação como anodos de MFCs, pois apresentam características similares quanto à área de superfície e estabilidade em relação à eletrodos convencionais, mas por outro lado não possui boa condutância. Portanto, neste trabalho é estudado a formação do biofilme eletroativo do microrganismo *Shewanella amazonensis* na superfície de *L. cylindrica* por com o intuito de usá-lo com biofiltro para efluente da produção de biodiesel.

O efluente do processo produtivo de biodiesel foi coletado junto a uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de uma indústria na região do Médio Paraíba Fluminense.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O microrganismo utilizado foi uma cepa de bactéria *S. amazonensis* (ATCC® 700329TM).

Para a montagem do inóculo a bucha vegetal, a bactéria, o ágar-ágar e béqueres de 150 mL usados como reatores passaram por processo de esterilização. A montagem do inóculo foi realizada em cabine de segurança biológica e os reatores, após a inoculação, foram devidamente vedados para que as condições anaeróbicas não fossem alteradas.

Os primeiros testes de crescimento do biofilme foram de 3 dias. A próxima etapa envolveu a adição do efluente ao sistema, onde o mesmo permaneceu por 12 horas a uma temperatura constante de 20 °C , Figura 01.



Fig. 1. Exemplo de um dos reatores em fase de tratamento.

Após o tratamento transferiu-se as amostras de efluente tratado para análises de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e posterior demanda química de oxigênio.

A Figura 02 apresenta as amostras após o tratamento com o biofiltro, observa-se que houve remoção de cor do efluente, um indicativo da diminuição da carga orgânica.



Fig. 2 Amostras de efluente após tratamento por 12 horas

Contudo a análise de mais específica de DBO (de acordo com o Standard Methods APHA, 2012) resultou em uma redução de 85,4% do efluente bruto para o tratado. Antes do tratamento o resíduo bruto consumia 7300 mg/L e, após o consumo passou a 1064 mg/L.

Com as primeiras etapas concluídas espera-se iniciar a fase de testes para a redução do tempo de formação do biofilme por estimulação elétrica externa, e assim a redução do tempo de tratamento.

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos até então são promissores. A bucha vegetal, embora orgânica funcionou como eletrodo e pode ser uma alternativa mais acessível como biofiltro.

Restam estudos mais aprofundados das relações entre massa e volume de efluente, a diminuição do tempo de tratamento bem como a aceleração no crescimento do biofilme.



Engenharias

ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE UMA BIORREFINARIA DE LIGNINA KRAFT PARA A PRODUÇÃO DE VANILINA E DERIVADOS.

Gabrielle Pazos (IC), Luiz E. Trales (IC), Ninoska Bojorge (Orientador)

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo –
Universidade Federal Fluminense

INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Árvores, o IBÁ, a produção de celulose vem crescendo em um ritmo praticamente constante desde 2012 (Figura 1). Mesmo em meio a pandemia, onde o consumo de papel branco, que já vinha diminuindo com o uso da internet e os meios digitais, caiu bruscamente, a produção de celulose continuou tendo o seu espaço. O aumento dos serviços de entregas por conta das compras online, estimulou a produção de embalagens de papelão. Da mesma forma, devido ao maior cuidado com a higiene, a produção de lenços de papel também aumentou, contribuindo para uma reestruturação mais rápida da indústria de celulose.



Figura 1 – Evolução da produção brasileira de celulose – 1000 toneladas. (Fonte: IBÁ, 2022).

A extração da celulose ocorre por meio de diversos processos, sendo o mais difundido o processo Kraft. Cerca de 74% de toda a celulose produzida no Brasil foi por esse processo, enquanto no mundo a porcentagem chega a 90% (SANQUETTA et. al., 2020; DESSBESEL et. al., 2020). Esse processo é caracterizado pelo uso de uma solução de NaOH e Na₂S (licor branco) a uma temperatura de 155-175°C, por várias horas, obtendo-se como resultado a dissolução da lignina e a liberação das fibras, no caso a celulose e as hemiceluloses. Cerca de 90-95% da lignina pode ser dissolvida nesse processo (ABDELAZIZ et. al., 2020). A lignina oriunda do processo Kraft é conhecida como lignina Kraft.

A lignina é o recurso aromático mais abundante do planeta e o segundo polímero após a celulose, representando cerca de 30% de todo o carbono orgânico não fóssil. Tem significativo potencial como matéria-prima para produtos de base biológica como etanol de segunda geração, fibra de carbono, adesivos e produtos químicos de maior valor agregado, como BTX e vanilina. Também pode melhorar a rentabilidade e eficiência de carbono de todo o processo de biorrefinaria da indústria, acelerando a substituição de recursos fósseis

por biorecursos. (WANG et al., 2019; ABDELAZIZ et al., 2020; BES et al., 2019).

Este trabalho visa ter um banco de dados do modelo de despolimerização da lignina Kraft para a simulação em um reator descontínuo como etapa inicial nos processos de conversão da lignina em produtos de maior valor agregado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das simulações realizadas no software Aspen Plus V12.1, os resultados apresentados na Tabela 1 foram encontrados. Entre os produtos estão Vanilina, Ácido Vanílico e Acetovanilona, monômeros que possuem alto valor agregado, em quantidades que estão de acordo com a literatura.

| Componente | Entrada | Vanilina | Acetovanilona | Ácido Vanílico |
|----------------------------|---------|------------|---------------|----------------|
| Fase | Mistura | Fase Vapor | Fase Líquida | Fase Líquida |
| Temperatura [°C] | 150,00 | 163,95 | 338,15 | 389,87 |
| Pressão [bar] | 5,00 | 5,00 | 2,00 | 3,00 |
| Vanilina [kg/h] | 7260,47 | 464,68 | 0,00 | 2,91 |
| Ácido Vanílico [kg/h] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,91 |
| Vanilina [kg/h] | 0,00 | 3,49 | 0,00 | 0,00 |
| Acetovanilona [kg/h] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lignina [kg/h] | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Água [kg/h] | 4601,53 | 397,69 | 0,00 | 0,00 |
| Oxigênio [kg/h] | 742,50 | 6,97 | 0,00 | 0,00 |
| Dióxido de carbono [kg/h] | 0,00 | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| Hidrossido de sódio [kg/h] | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nitrogênio [kg/h] | 2444,00 | 19,20 | 0,00 | 0,00 |

Tabela 1 – Resultados obtidos na simulação.

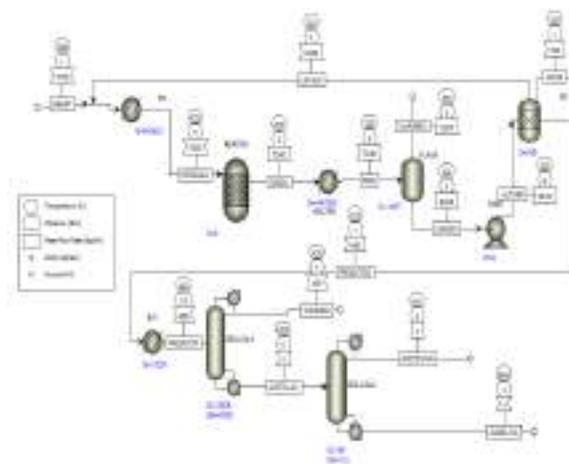


Figura 2 – Fluxograma do processo.

CONCLUSÕES

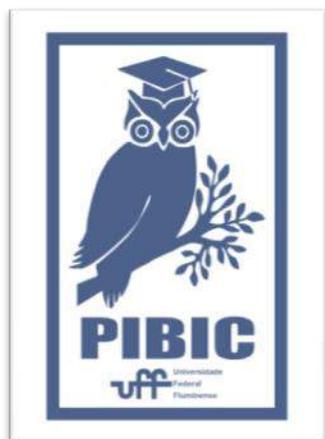
Os resultados da simulação correspondem aos dados experimentais determinados na literatura. Uma conversão catalítica de 7% em valor produtos foi alcançado. Embora isso possa não parecer muito, deve-se considerar que esses produtos podem custar 70x mais e ainda explorar a obtenção de BTX na lignina remanescente não convertida. Portanto, pode-se concluir que a lignina Kraft biorrefinaria, apresentada neste trabalho, usando vanádio e cobre, é possível, mas precisa de mais pesquisas para torná-la rentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, e à FAPERJ (Processo No. 260.019/2021) pelo auxílio financeiro que permitiu a realização do presente trabalho. E finalmente ao PEQ-UFRJ por permitir acesso ao uso remoto da licença do Aspen Plus.

REFERÊNCIAS

- ABDELAZIZ, O. Y., AL-RABIAH, A. A., EL-HALWAGI, M. M., HULTEBERG, C. P. 2020. Conceptual Design of a Kraft Lignin Biorefinery for the Production of Valuable Chemicals via Oxidative Depolymerization. ACS Sustain. Chem. Eng. 8: 8823-8829
- BES, K., LEMÕES, J. S., SILVA, C. F. L., SILVA, S. D. A. 2019. Extraction and characterization of lignin from the pre-treatment of biomass for 2 nd generation ethanol production. Eng. Sanit. e Ambient. 24: 55-60
- DESSBESELL, L., PALEOLOGOU, M., LEITCH, M., PULKKI, R., XU, C. 2020. Global lignin supply overview and kraft lignin potential as an alternative for petroleum-based polymers. Renew. Sustain. Energy Rev. 123: 109768
- SANQUETTA, C. R., PIVA, L. R. DE O., SANQUETTA, M. N. I., MAAS, G. C. B., DALLA CORTE, A. P. 2020. Mercado de celulose no brasil e em cinco grandes países. BIOFIX Sci. J. 5: 189.
- WANG, H., PU, Y., RAGAUSKAS, A., YANG, B. 2019. From lignin to valuable products—strategies, challenges, and prospects. Bioresour. Technol. 271: 449-461





Grande área do conhecimento: Engenharia

ESTUDO PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE NANOCELULOSE BACTERIANA POR PROCESSO DE FERMENTAÇÃO COM *Komagataeibacter hansenii*

Luiza Machado Figueiras (Bolsista)¹, M.A Grieco¹ (Pós-doc.), Ninoska Bojorge² (Orientador), Nei Pereira Jr¹ (Orientador)

¹ UFRJ / Escola de Química / LADEBIO

² UFF/TEQ/BIOPRO

INTRODUÇÃO:

A produção de celulose por meio de fermentação bacteriana tem se mostrado uma tendência para o futuro, principalmente olhando para o quesito sustentabilidade. A celulose ou nanocelulose adquirida por esse meio possui uma pureza elevada quando comparada à vegetal, além de outras diferenças nas propriedades. Têm-se estudado diversas aplicações para esse material nas áreas biomédica, de cosméticos, alimentícia, entre outras.

Para este projeto, foi escolhida a bactéria *Komagataeibacter hansenii*, que foi cultivada em diferentes condições para análise da produção da NCB e suas propriedades.

ETAPAS E PROGRESSO:

Primeiramente, foi realizado um estudo aprofundado na literatura sobre a produção da nanocelulose usando essa bactéria em artigos. Observou-se muitos experimentos utilizando o meio de cultivo Hestrin & Schramm que apresenta glicose na sua composição, o que o faz atrativo, pelo fato da glicose ser a principal fonte de carbono utilizada pela *K. hansenii*.

O meio HS tem sido o mais utilizado nos estudos de seleção de microrganismos e de produção de NCB. Esse meio sintético é composto por glicose e ácido cítrico como fontes de carbono e peptona e extrato de levedura como fonte de nitrogênio. Outros açúcares como frutose, manitol, xilose e arabinose, também têm sido estudados na produção da NCB, usados principalmente para substituir a glicose no meio HS.

Desse modo, o estudo preliminar se baseou-se no meio HS. Inicialmente, a cepa da bactéria foi propagada em meio contendo manitol e depois transferida para o meio definitivo. Posteriormente, foram realizados testes de fermentação em Erlenmeyer, visando observar o efeito da agitação no cultivo para a produção de NCB. Desse modo, os experimentos foram realizados em Erlenmeyer, com volumes de 1 L a 30°C e outro sob agitação (150 rpm). Outros experimentos realizados depois foram utilizando o HS novamente e outro meio contendo carbonato de cálcio, o GYC. Ambos foram deixados estáticos sobre a bancada, sem agitação. Após 10 dias de cultivo observou-se que houve formação de película de NCB.

Paralelamente, foram realizadas análises em nanocelulose bacteriana já previamente obtida por pesquisadora do laboratório utilizando a *K.*

hansenii e a *K. xylinus*. As análises realizadas foram a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (não mostrado).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

No meio com agitação não foi formada película, assim como o da estufa, mesmo após 20 dias. Porém, após ser retirado da estufa e deixado na bancada do ambiente do laboratório, houve formação de NCB após 10 dias.

Analisando as películas obtidas nos experimentos, sem agitação, observa-se imediatamente que elas são diferentes entre a *K. xylinus* e a *K.hansenii*. como ilustrado na figura 1.

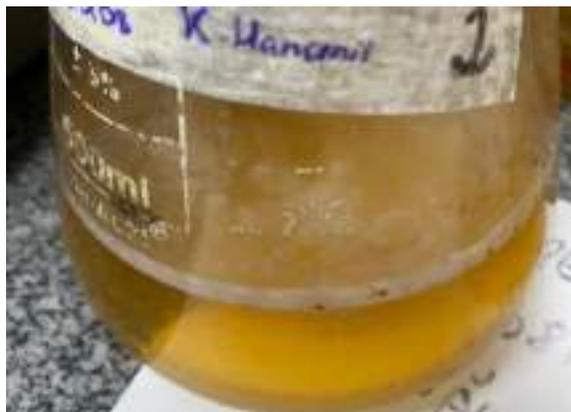


Figura 1 – Filme de NCB da *K. hansenii* em formação após 10 dias.

Além da *K. hansenii* produzir menos quantidade, era mais fina e com uma textura mais frágil aparentemente, inclusive, gerando dificuldade para secagem. Ainda serão realizadas análises reológicas para entendimento dessas propriedades na película.

O meio com agitação não se mostrou eficiente para a produção, de modo que impediu a

formação da película. Observa-se também que a luminosidade do ambiente pode ter influência na produção e esse fator ainda precisa ser estudado. A análise por FTIR realizada é apresentada na figura 2.

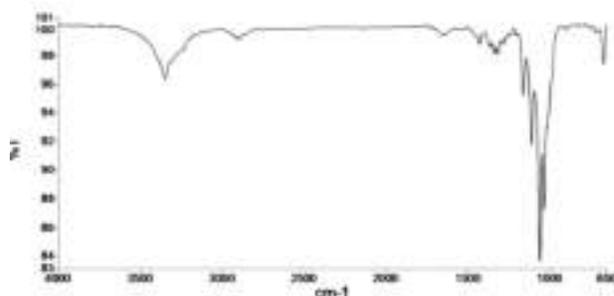


Figura 2: FTIR da NCB formada pela *K. hansenii*

Analisando as bandas para entender as ligações presentes no material, confirma-se que é nanocelulose, contendo ligações O-H, C-H, Glicosídica Beta 1,4, e outras características.

Além do FTIR, foi realizada uma MEV, onde observou-se com clareza as fibras da nanocelulose nas imagens e sua pureza. Também foi realizada essa análise com a *K. xylinus* e com a nanocelulose obtida da celulose vegetal e cada uma apresentou um perfil diferente, mostrando a influência da origem do material nas fibras.

CONCLUSÕES:

O projeto está em andamento e ainda precisam ser feitos mais experimentos e análises, porém pode-se concluir que a *K. hansenii* é uma bactéria que pode ser utilizada com efetividade para a produção de nanocelulose bacteriana. Observa-se que a nanocelulose produzida não é idêntica entre diferentes bactérias e que o

meio e suas condições também podem influenciar na produção, e até mesmo impedi-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

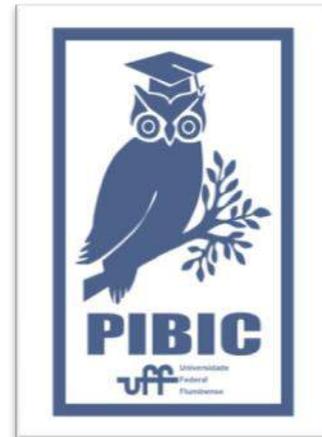
Produção de celulose bacteriana e suas aplicações / Leda Maria Fortes Gottschalk [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2021.

Lima, H. L. S. et al. Bacterial Cellulose Production by *Komagataeibacter hansenii* ATCC 23769 Using Sisal Juice - An Agroindustry Waste. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* [online]. 2017, v. 34, n. 3 [Accessed 7 September 2022] , pp. 671-680. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0104-6632.20170343s20150514>>. Epub Jul-Sep 2017. ISSN 1678-4383. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20170343s20150514>.

de Souza, S.S., Berti, F.V., de Oliveira, K.P.V.et al. Nanocellulose biosynthesis by *Komagataeibacter hansenii* in a defined minimal culture medium. *Cellulose*, 26, 1641–1655 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10570-018-2178-4>

AGRADECIMENTOS:

O primeiro autor agradece a FAPERJ por a bolsa de Iniciação científica (Processo No. 200.029/2022)





ENGENHARIAS

DESENVOLVIMENTO DE BIOCOMPÓSITOS HIDROFÓBICOS A BASE DE CELULOSE MICROFIBRILADA

ISABELA ROSA MARCHETTE (BOLSISTA), BARBARA
RODRIGUES (PG), NINOSKA BOJORGE
(ORIENTADORA)

ESCOLA DE ENGENHARIA / ENGENHARIA QUÍMICA /
LABORATÓRIO DE BIOTECNOLOGIA E
BIOPROCESSOS (BIOPRO)

INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos as buscas por desenvolver biocompósitos vêm sendo alvo de inúmeras pesquisas ao redor do mundo. No Brasil devido à grande variedade de recursos naturais, tais produtos vêm ganhando destaques. O uso da matéria lignocelulósica destaca-se por sua resistência mecânica, flexibilidade, estabilidade térmica e química, biodegradabilidade e biocompatibilidade.

Com a revolução industrial e uso cada vez maior dos combustíveis fósseis geram grandes impactos ambientais. O uso de diesel para movimentar os navios deixa rastros visíveis nos oceanos. Além disso, são frequentes os vazamentos de óleos nos mares, o que gera a necessidade cada vez maior de soluções sustentáveis e mais efetivas para tais problemas.

Nesse sentido, o presente estudo visa a produção de biocompósitos à base de CMF altamente hidrofóbicos e seletivos à óleos com aplicações práticas na absorção de derivados do petróleo em águas marítimas.

A produção de aerogéis a base de celulose microfibrilada (CMF) se torna interessante por sua alta área superficial e

volume, além de propriedades mecânicas mais pronunciáveis.

Um desafio encontrado é a funcionalização de tais compósito de forma a torna-los com um caráter hidrofóbico, uma vez que a celulose é um biopolímero solúvel em água.

Na pesquisa foram utilizados: a poupa celulósica microfibrilada, fornecida pela Klabin S/A, e agentes de siliação Trichloro(octyl)silane (OTS) e Trimethoxymethylsilane (MTMS) foram obtidos da Sigma Aldrich.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Até o presente momento do estudo foram desenvolvidas 5 esponjas com diferentes composições usando como base uma proporção de agentes de 2% em massa de solução final de 100g. Esponjas funcionalizadas com apenas o OTS ou MTMS e esponjas contendo as misturas de OTS e MTMS nas seguintes proporções respectivamente: 80:20; 50:50; 20:80.

Tabela 1 – Composição das Amostras

| Amostra | Poupa | OTS | MTMS |
|----------------|---------|------|------|
| (OTS: MTMS) | CMF (g) | (mL) | (mL) |

| | | | |
|--------------|------|-----|-----|
| 1 (50:50) | 40,5 | 1,8 | 2 |
| 2 (80:20) | 40,5 | 2,8 | 0,8 |
| 3 (20:80) | 40,5 | 0,7 | 3,2 |
| 4 | 40,5 | 3 | - |
| 5 | 40,5 | - | 3,5 |

Como respostas foram considerados a capacidade de absorção em gramas de água por grama de esponja e/ou a capacidade de absorção em gramas de óleo (de soja) por grama de esponja. Além do aspecto visual da dimensão da esponja formada.



Figura SEQ Figura * ARABIC 1 Esponjas contendo misturas dos agentes OTS e MTMS

Tabela 2 - Capacidade de Absorção de óleo

| Amostra | Capacidade de Absorção* (g/g de esponja) |
|---------|--|
| 1 | 8,88 |
| 2 | 16,05 |
| 3 | 6,78 |
| 4 | 32,68 |

| | |
|---|------|
| 5 | 7,44 |
|---|------|

*Testes de imersão em óleo por 15min

Foi observado que a influência do agente OTS confere uma capacidade de absorção de óleo mais pronunciável como é possível observar na tabela 2. A amostra 2 em que há a maior quantidade de OTS e a amostra 4 contendo apenas o agente OTS, foram as esponjas com maior capacidade de absorção de óleo. Sendo a esponja funcionalizada apenas com o OTS capaz quase que instantaneamente chegar na sua capacidade máxima de absorção.

Contudo no que diz respeito aos aspectos físicos da resposta, as esponjas produzidas com OTS sofreram maiores encolhimentos durante a secagem. Além disso, após a saturação tornam-se quebradiças tornando impossível sua reutilização para mais ciclos de absorção, como é encontrado na literatura com o agente MTMS. Este último confere às esponjas maior resistência ao serem manuseadas, tem menor colapso da estrutura mantendo quase que o volume original da amostra antes da secagem.

No que diz respeito a absorção de água foi visto que as esponjas com MTMS puro quase não absorvem água, e que as esponjas de OTS absorvem bastante água.

CONCLUSÃO:

Neste trabalho foi demonstrado que o meio uma mistura de agentes de funcionalização OTS e MTMS é o ideal para a produção de esponjas de caráter hidrofóbicos com alta capacidade de absorção de óleo. Nesse sentido, o grupo de pesquisa buscará através de planejamento experimental de

misturas, futuramente, o ponto ótimo para essas esponjas. Para produzir esponjas que apresentem que agreguem melhor capacidade de absorção, melhoradas mecanicamente e hidrofóbicas.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem a Universidade Federal Fluminense e ao FAPERJ pela bolsa de iniciação científica TCT (Processo No. E-26/210.448/2021) e ao LADEBIO/EQ/UFRJ.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) HUANG, H. et al. Ultralight industrial bamboo residue-derived holocellulose thermal insulation aerogels with hydrophobic and fire resistant properties. **Materials**, v. 13, n. 2, 2020.
- 2) LONG, L. Y.; WENG, Y. X.; WANG, Y. Z. Cellulose aerogels: Synthesis, applications, and prospects. **Polymers**, v. 8, n. 6, p. 1–28, 2018.
- 3) PÄÄKKÖ, M. et al. Long and entangled native cellulose i nanofibers allow flexible aerogels and hierarchically porous templates for functionalities. **Soft Matter**, v. 4, n. 12, p. 2492–2499, 2008.
- 4) SEHAQUI, H.; ZHOU, Q.; BERGLUND, L. A. High-porosity aerogels of high specific surface area prepared from nanofibrillated cellulose (NFC). **Composites Science and Technology**, v. 71, n. 13, p. 1593–1599, 2011.
- 5) ZHANG, Z. et al. Ultralightweight and flexible silylated nanocellulose sponges for

the selective removal of oil from water. **Chemistry of Materials**, v. 26, n. 8, p. 2659–2668, 2014.





Engenharia

EXTRAÇÃO ENZIMÁTICA DE NANOFIBRILAS DE CELULOSE VISANDO DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES

Rebeca Ferreira Jacob (Bolsista), Livia Chaves (PG), Ninoska Bojorge² (Orientador))

UFF/ Engenharia Química -TEQ/BIOPRO

INTRODUÇÃO:

Em razão dos impactos ambientais globais, a busca por materiais menos agressivos ao meio ambiente se faz cada vez mais intensa. Esses novos materiais estão sendo desenvolvidos por meio da aplicação de tratamentos em fontes naturais que não inviabilizam a qualidade do produto, e por ser o polímero natural mais abundante, a celulose é um dos mais utilizados (SONESSO, 2011).

À vista disso, o uso da nanocelulose se torna ainda mais interessante, não apenas pela sua natureza renovável e biodegradável, mas também por apresentar alta resistência mecânica, baixa densidade, biocompatibilidade e fácil obtenção (SOUZA, 2010).

Visando a obtenção de nanomateriais, a polpa celulósica deve passar por processos e pré-tratamentos que preservem a cristalinidade e o grau de polimerização da celulose. E, ainda, que removam a lignina e a hemicelulose com eficiência e custos acessíveis (SIMPLICIO, 2017).

A obtenção de nanocristais pode ser feita através da hidrólise ácida ou enzimática. A

hidrólise ácida apresenta condições mais severas, devido ao uso de seus reagentes ácidos, que podem produzir hidrolisados com alta taxa de toxicidade (CALLAÚ POHLMANN, 2018). Em virtude disso, quando se busca condições mais brandas de processo opta-se pela hidrólise enzimática, que faz uso de biocatalisadores.

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo extrair nanocristais de celulose por hidrólise enzimática a partir de polpa de celulose Kraft, visando sua aplicação na elaboração de biofilmes.

METODOLOGIA:

O trabalho está sendo realizado no Laboratório de Bioprocessos da UFF e no Laboratório de Desenvolvimento de Bioprocessos da UFRJ.

No experimento foi utilizado a polpa de Eucalipto fornecida pela Suzano S.A. O coquetel enzimático de Celulase derivado de *Trichoderma reesei* e a solução tampão de citrato de sódio 50 mM com PH 5,0.

O experimento seguiu a metodologia estabelecida por Sluiter e colaboradores (SLUITER et al., 2008).

Para a extração da NFC a polpa de celulose Kraft foi moída em um moinho de martelo tipo Willye com uma peneira de 1 mm de abertura para aumentar sua superfície de contato e, assim, melhorar a hidrólise enzimática

Foi pesado os criotubos vazios sem tampa em uma balança analítica, e, após a medição, foi adicionado o 0,02 gramas de biomassa.

Adicionou-se 0,998 ml de solução tampão e os criotubos postos para descansar com o tampão por 10 a 20 minutos para a biomassa absorver bem a solução.

Uma vez transcorrido esse tempo, adicionou-se 0,02 g de celulose e cada criotubo passou pelo agitador de soluções para homogeneizar a solução.

Ao finalizar a agitação, os criotubos foram postos no rotator mixer dentro da estufa a 50°C durante 24 horas. Transcorrido as 24 horas, colocou-se o material na centrífuga a 10.000 rpm por 15 minutos e, depois, levou os criotubos a banho maria a 100°C por 5 minutos a para obter uma melhor decantação.

Já decantado, separou-se o sobrenadante do sólido e lavou-se a polpa hidrolisada 3 vezes com água de osmose para neutralizar. Em seguida, levou o material do criotubo, removendo a tampa, para a estufa a 50°C por, pelo menos, 19 horas para secar. Logo ao retirar o material da estufa, pesou-se a polpa seca que não foi hidrolisada.

Com a obtenção do valor do peso de polpa seca não hidrolisada, foi possível calcular o rendimento de nanocelulose através da Equação 1.

$$\text{Yield (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Weight of dried sediment}}{\text{Weight of diluted sample} \times \%Sc} \right) \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com os valores obtidos na pesagem dos criotubos, foi possível determinar a quantidade de celulose não reagida e o valor do rendimento da hidrólise. Na análise das triplicatas, foi obtido 3 rendimentos: 92%, 47% e 72%. Os valores do experimento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Cálculo do rendimento da hidrólise

| Cálculo do rendimento da hidrólise | | |
|------------------------------------|----------------------|----------|
| g de biomassa | Celulose não reagida | % |
| 0,02006 | 0,00159 | 92,07378 |
| 0,02008 | 0,01050 | 47,70916 |
| 0,02008 | 0,00556 | 72,31076 |

Os resultados da concentração de açúcares totais, determinado no sobrenadante se apresenta na tabela 2 da diluição (20x) e a média, o desvio e o erro das concentrações na tabela 3.

Tabela 2 - Valor das absorvâncias e concentrações de açúcares totais da diluição, 20x

| Abs | concentração de açúcares totais g/L | concentração de açúcares totais g/L x 20 |
|-------|-------------------------------------|--|
| 0,392 | 0,7481530126 | 14,96306025 |
| 0,424 | 0,8006895419 | 16,01379084 |
| 0,323 | 0,6348711213 | 12,69742243 |

Tabela 3 - Média, desvio e erro das concentrações

| Média | Desvio | Erro |
|--------------|---------------|--------------|
| 0,7279045586 | 0,08474336004 | 0,1164209772 |

CONCLUSÃO:

Os resultados obtidos demonstram que a metodologia seguida produz nanocelulose obtida por hidrólise enzimática, o rendimento médio foi de 70,70% e com a mínima concentração de glicose liberada, em média de 0,73 g/L. O que mostra que a hidrólise enzimática da celulose não foi completa, o que é considerada uma estratégia atraente. Portanto, na etapa de hidrólise enzimática de um processo de plataforma de conversão bioquímica de biomassa, pode ser usado como material celulósico para preparar nanoceluloses como produto de alto valor e para expandir o portfólio de bioprodutos a partir de biomassa lignocelulósica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLAÚ POHLMANN, B. Estudo De Potenciais Aplicações De Nanocelulose Obtida Via Hidrólise Enzimática De Resíduos Da Indústria De Celulose Universidade Federal Fluminense Escola De Engenharia Departamento De Engenharia Química E De Petróleo. 2018.

SIMPLICIO, E. da S. Isolamento de nanofibras de celulose de bagaço de cana-de-açúcar e engaços de dendê obtidas por hidrólise enzimática. p. 119, 2017.

SLUITER, A. et al. Determination of structural carbohydrates and lignin in Biomass - NREL/TP-510-42618. *National Renewable Energy Laboratory*, n. April 2008, p. 17, 2008. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/gen/fy13/42618.pdf>>.

SONESSO, M. F. C. *Obtenção e Caracterização de Nanocristais de Celulose a partir de Algodão Cru e Polpa Kraft*. 2011. 2011.

SOUZA, S. F. D. E. Obtenção de Nanofibras de Curauá e aplicação como reforço em compósitos baseados em PVA. p. 86, 2010.

YAHYA, M. et al. A New Protocol for Efficient and High Yield Preparation of Nanocellulose from *Elaeis guineensis* Biomass: A Response Surface Methodology (RSM) Study. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 27, n. 4, p. 678–702, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10924-019-01373-7>>.

AGRADECIMENTOS:

O primeiro autor agradece a FAPERJ por a bolsa de Iniciação científica (E-26/200.270/2022 (274087)



Engenharia e Sustentabilidade

ANÁLISE PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE BIOMASSA OFFSHORE

Messias G.M.V. Junior, William R. Oliveira e Ninoska I. Bojorge

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo / Praia Vermelha / BioPro

INTRODUÇÃO:

À frente de diversas preocupações quanto à integridade do planeta devido aos efeitos causados pelo consumo extensivo de combustíveis fósseis, a comunidade global tem se organizado estrategicamente para encontrar alternativas que atendam às suas necessidades e mitiguem os danos aos recursos ambientais como um todo, levando a um período chamado de transição energética.

Em busca de novos *insights* que pudessem ser relevantes para essa causa, as inovações relacionadas às fontes limpas (como solar, eólica, maremotriz, entre outras) ganharam muita força nos últimos anos. Um dos vários caminhos possíveis para contribuir nesse sentido é o estudo da produção de biocombustíveis a partir de biomassa marinha.

Em particular, há um grande potencial para a viabilização da concepção de biomassa marinha através das chamadas macroalgas marinhas (ou biomassa offshore). Este trabalho visa destacar pontos importantes que podem tornar essa fonte de energia limpa uma realidade local através de uma análise preliminar das vantagens ligadas a estas formas de vida.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Diversos estudos demonstram a capacidade das macroalgas marinhas em se tornar uma matéria prima consolidada nos próximos anos (FERNAND, ISRAEL, et al., 2017).

Elas se destacaram nos conceitos de produção de biocombustíveis porque têm características que tornam a sua utilização atrativa (CESÁRIO, DA FONSECA, et al., 2018). Algumas das vantagens da sua utilização são:

- A sua capacidade de reter componentes inorgânicos dissolvidos alivia o processo de eutrofização dos oceanos (FERNAND, ISRAEL, et al., 2017);
- O seu cultivo não irá competir com os insumos utilizados para alimentos, o que ocorre em biomassas tradicionais (FERNAND, ISRAEL, et al., 2017);
- A taxa de crescimento delas é elevada em ambientes aquáticos abertos e não requer aditivos agrícolas, tais como fertilizantes e pesticidas (BEN YAHMED, JMEL, et al., 2016);
- As águas offshore do leste da América do Sul têm um potencial de produção de biomassa offshore de aproximadamente 110 milhões de

toneladas por ano (LEHAHN, INGLE, et al., 2016);

Portanto, acredita-se que é possível formar duas vertentes de perspectiva, tendo em vista às informações coletadas.

Primeiramente, de uma maneira mais direcionada ao otimismo, em posse dos conhecimentos básicos iniciais, percebe-se que a produção de biocombustíveis à base de macroalgas marinhas é uma possibilidade real, tendo em vista as vantagens mapeadas. Além disso, já há comprovação da associação dessas biomassas a produções de bioprodutos como: biobutanol, bioetanol, ácido láctico, ácido levulínico, ácido succínico, dentre outros (CESÁRIO, DA FONSECA, et al., 2018). Ademais, ainda há insumos não explorados para apoiar a expansão da pesquisa para outras vertentes, instigando a continuidade do progresso e aprendizado relacionado.

Em contrapartida, sob uma visão direcionada ao ceticismo, percebe-se a ausência de mapeamento das desvantagens da biomassa offshore de uma forma geral nas bibliografias de referência. A mais comum apresentada é em relação aos custos de produção, devido ao déficit de desenvolvimento tecnológico. Porém, dificilmente é possível que essa seja a única desvantagem clara, portanto, deve-se ter atenção quanto ao hype exacerbado ao redor das macroalgas marinhas, pois este pode ofuscar possíveis problemas no desenvolvimento de novas tecnologias.

CONCLUSÕES:

A utilização da energia térmica desta biomassa, salvo à verificação do referido custo e viabilidade de produção em trabalhos futuros, tem potencial de trazer vantagens em relação a outras biomassas, servindo como alternativa aos modelos tradicionais baseados em outras biomassas que têm índices calorimétricos semelhantes.

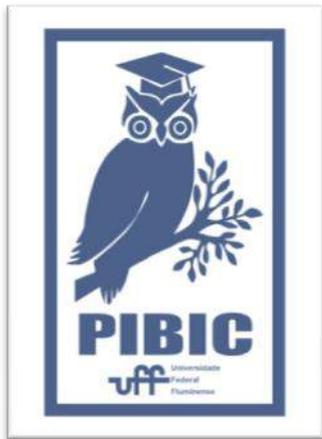
AGRADECIMENTOS:

O primeiro autor agradece ao programa de recursos humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. PRH/ANP/51.1/UFF por fornecer os fundos necessários para manter e estimular este estudo. Além disso, à colaboração de outros colegas e da professora orientadora, sendo fundamental no estímulo para realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- BEN YAHMED, N., JMEL, M. A., BEN ALAYA, M., et al. "A biorefinery concept using the green macroalgae *Chaetomorpha linum* for the coproduction of bioethanol and biogas", *Energy Conversion and Management*, v. 119, p. 257–265, 2016. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.04.046;
- CESÁRIO, M. T., DA FONSECA, M. M., MARQUES, M. M., et al. "Marine algal carbohydrates as carbon sources for the production of biochemicals and biomaterials", *Biotechnology Advances*, v. 36, n. 3, p. 798–817, 2018. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.02.006;

- FERNAND, F., ISRAEL, A., SKJERMO, J., et al. "Offshore macroalgae biomass for bioenergy production: Environmental aspects, technological achievements and challenges", Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 75, n. November 2016, p. 35–45, 2017. DOI: 10.1016/j.rser.2016.10.046;
- LEHAHN, Y., INGLE, K. N., GOLBERG, A. "Global potential of offshore and shallow waters macroalgal biorefineries to provide for food, chemicals and energy: Feasibility and sustainability", Algal Research, v.17, p. 150–160, 2016. DOI:10.1016/j.algal.2016.03.031.<http://dx.doi.org/10.1016/j.algal.2016.03.031>.





**Grande área do conhecimento:
Engenharias**

**Título do Projeto: ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS
DE CANAL PARA
COMUNICAÇÕES POR LUZ VISÍVEL**

**Autores: Luana de Moraes Leitão Gonçalves Vaz
(bolsista), Tadeu Ferreira (orientador).**

**Departamento/Unidade/Laboratório: Departamento de
Engenharia de Telecomunicações, Escola de Engenharia, Laboratório de Antenas e
Propagação.**

INTRODUÇÃO:

O acesso às comunicações móveis por luz visível (VLC) é importante para as novas gerações de sistemas móveis, pela disponibilidade de espectro na faixa de terahertz e pela possibilidade de alta taxas na transferência. Esse tipo de acesso viabilizará a utilização de novos tipos de aplicações, como sistemas com capacidade de realizar transmissões de holografia.

A realização de transmissões por VLC requer a utilização de vários componentes, principalmente para eliminação de irradiação fora da faixa de terahertz.

Nosso objetivo inicial do projeto é a estimação de parâmetros de canal VLC. Isso acabou sendo realizado pelo aluno de mestrado Flávio Sampaio, porém com qualidade abaixo da desejada. Com isso, ao se substituir a aluna bolsista no início de 2022, decidiu-se pelo projeto e fabricação de uma parte do receptor

importante para o VLC.

A aluna Luana Vaz conseguiu projetar e fabricar um absorvedor que pode ser utilizado em um receptor VLC, resultando na publicação de um artigo no Simpósio Brasileiro de Telecomunicações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O projeto desenvolvido iniciou-se pela impressão de uma máscara negativa em papel plástico adesivo. A seguir, foi espalhada tinta fotossensível sobre a placa, e então foi realizada a fototransferência, com o contato entre a placa e o papel adesivo, com a adoção de uma lâmpada negra para realizar a fototransferência. Foi então confeccionada pelo nosso colaborador, Prof. Maurício Weber, uma câmara com uma caixa de papelão, como mostrado na Fig. 1.

Para a realização de uma fototransferência, são colocados dois pedaços de plástico que pressionam a placa e o papel plástico adesivo.



Figura 1: Câmara para fototransferência.

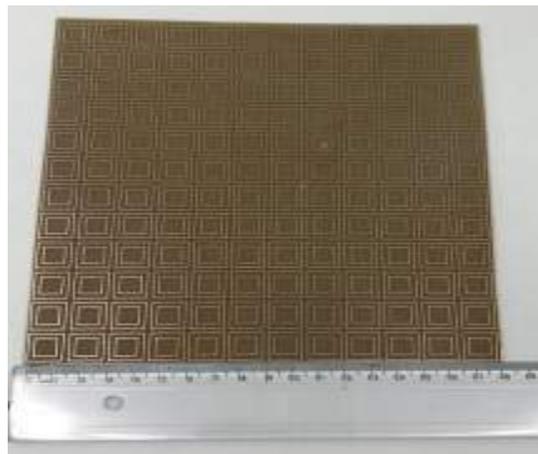


Figura 2: Placa absorvedora desenvolvida no projeto

A seguir, foi feita uma solução de água com uma colher de sopa de barrilha para a revelação da placa de cobre, com a retirada do cobre dos elementos que devem ser isolantes. A etapa seguinte é a corrosão da placa por percloroeto de ferro, que dá a configuração final da placa, como mostrado no Fig. 2.

CONCLUSÕES:

Neste trabalho, a aluna Luana Vaz desenvolveu uma parte de um receptor VLC que é o absorvedor de frequências na faixa entre 3,5 GHz e 5,85 GHz que são utilizadas na faixa de 4G e 5G, e da comunicação entre veículos (V2V). A partir deste trabalho, foi escrito e aceito um artigo para o Simpósio Brasileiro de Telecomunicações de 2022.



Engenharias

Análise de Criticalidade Via Busca Inteligente Em Ambientes Desconhecidos ou Inobserváveis.

Vyctor da Costa Magalhães/ André Abel Augusto

Escola de Engenharia/Departamento de Engenharia Elétrica/
Laboratório do Grupo de Pesquisa de Modelagem de Sistemas de Energia (LMSE)

INTRODUÇÃO:

A estimação de estado (EE) desempenha um papel importante na operação responsável por obter a melhor estimativa do estado de uma rede elétrica a partir de medições contendo incertezas e, eventualmente, erros grosseiros (EGs). Os dados tradicionalmente disponibilizados à EE são as medidas de fluxos e injeção de potência ativa e reativa, magnitudes de tensão e corrente, fasores de tensão e de corrente e estados de seccionadores (disjuntores por exemplo) [1]. Importante destacar que tais grandezas são recolhidas ao longo do sistema de energia elétrico e enviadas aos sistemas de gerenciamento da energia (aplicação computacional que contém a funcionalidade EE) pelo Sistema de Controle e Aquisição de Dados (SCADA).

Por ser uma ferramenta processadora de dados, a eficácia da EE está diretamente associada à qualidade dos dados por ela empregados, em termos de variedade, localização, disponibilidade, variedade, e contaminação por EGs. Dentro do conjunto de medições, estão grupos de dados críticos ao processo de estimação, isto é, grupos cuja

indisponibilidade ou contaminação por EGs incorre em incapacidade da EE em determinar o estado da rede ou processar adequadamente erros. Uma forma de criticalidade relevante para a EE é a k -tupla crítica. Em termos gerais, caracteriza-se uma k -tupla crítica (C_k -tupla, ou C_k) de medidas é como uma tupla de k elementos que, quando indisponíveis (em sua totalidade), tornam o sistema inobservável, mas a indisponibilidade de j deles (para qualquer $j < k$), não.

As C_k são grupos de dados críticos essenciais ao processo de estimação, sendo considerados vulnerabilidades da EE [1]. A identificação de k -tuplas é uma tarefa de listagem de conjuntos difícil e complexa, porém importante para descobrir vulnerabilidades da EE. Estratégias de busca inteligente podem ser uma alternativa atraente para a realização eficiente desta tarefa, assim como estratégias de busca baseados em inteligência artificial para listagem de criticalidades, o principal objetivo desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O projeto corrente constituiu na aplicação de técnicas de busca inteligentes em

ambientes não observáveis ou desconhecidos no problema da estimação de estado (EE). Assim sendo, foi necessária uma apuração mais aprofundada dos aspectos conceituais referentes a estas buscas.

Os Agentes de busca on-line, executam uma ação, identificam o resultado, e a partir disso, decidem a próxima ação [2]. Ao invés do Agente expandir todos os nós ele pode descobrir os sucessores de um nó que ocupa uma posição física, evitando assim, percorrer todos os nós a fim de expandir a próxima camada de nós. Repare que esse tipo de Agente encontra-se em uma situação de desinformação, gerando assim, um problema de exploração [2].

Os Agentes de busca on-line se destacam em ambientes não determinísticos, visto que não empregam esforço computacional para determinar possíveis estados. Ao contrário, realizam experimentações, levando o Agente a perceber o estado apenas quando tiver realizado a ação que resultou naquele estado.

O Agente de busca on-line foi inicialmente implementado para o problema clássico do Aspirador de Pó [2], caracterizado como mostra a Tabela 1. O objetivo do robô é percorrer e limpar toda sujeira de um ambiente. O Custo do Caminho representa o custo pelo caminho percorrido. A Razão Competitiva representa a razão entre o caminho com o custo necessário para alcançar o estado objetivo. O atuador representa os de realização de ações e o sensor percebe o ambiente.

| | |
|-------------------|--|
| AGENTE | Robô aspirador de pó; |
| DESEMPENHO | Razão Competitiva; Custo do caminho; |
| AMBIENTE | Labirinto representado por uma matriz 5x5; |
| ATUADOR | Rodas; Sugador de pó; |
| SENSOR | Proximidade; Sujeira; |

Tabela 1 – Detalhes do Agente/Ambiente (PEAS)

Implementou-se o agente em linguagem C++, conforme pseudocódigo mostrado no Quadro 1, demonstrando as características desejadas para um algoritmo de busca online, tais como o armazenamento em listas das opções de estados possíveis para o Agente tomar a decisão, além de armazenar uma lista com os estados já visitados pelo Agente a partir de uma ação tomada, evitando assim entrar num laço infinito e não alcançar o objetivo final.

A Figura 1 a seguir demonstra o trajeto feito pelo Agente, iniciando no estado em azul, (0,0). A sujeira foi posicionada aleatoriamente antes do início da busca. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

O ambiente na qual o Agente está situado foi modelado na forma matriz 5x5, dessa forma, gerando um total de 25 estados possíveis para o robô.

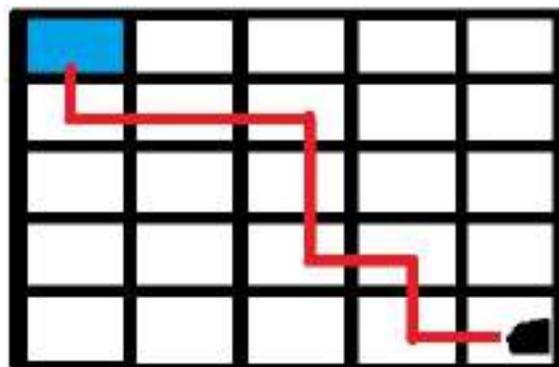


Figura 1- Trajeto Percorrido Pelo Agente.

```

função AGENTE_PROFUNDIDADE_ON-LINE
(s') retorna uma ação

    se TESTE-OBJETIVO(s') então
retorno parar

    se s' é um novo estado (não em
experimental) então experimental[s']
← AÇÕES(s')

    se s é não nulo então

        resultado [s, a] ← s'

        inserir s ao início de
retrocesso[s']

    se experimental[s'] é vazio
então

        se retrocesso[s'] é
vazio então retorno parar

        senão a ← uma ação b
tal que resultado [s', b] =
DESEMPILHA (retroceder[s'])

        senão a ← DESEMPILHA
(experimental[s'])

        s ← s'

    retornar a

```

Quadro 1- Pseudocódigo Busca Online.

| Nº DE ESTADOS VISITADOS | TEMPO (ms) |
|-------------------------|------------|
| 9 estados | 1347 |

Tabela 2- Resultados Obtidos Busca Online.

Repare que robô aspirador de pó conseguiu alcançar seu objetivo final com visitando apenas 36% do ambiente disponível, em aproximadamente 1,4 segundos.

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos através da implementação desse algoritmo para a resolução do problema do aspirador de pó se demonstraram satisfatórios, visto que o robô conseguiu identificar a sujeira no seu caminho,

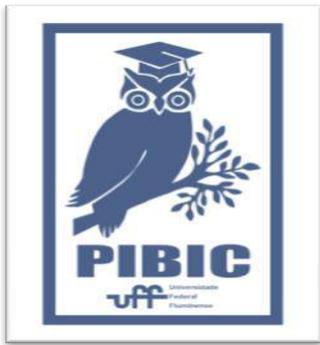
limpou e finalizou a busca. Porém observou-se que o algoritmo tem limitações. Mesmo utilizando abstrações do ambiente limitado pela matriz e o surgimento de 1 sujeira pelo caminho, a necessidade de verificação constante das listas criadas para armazenamento dos passos, assim como a lista para armazenamento de movimentos possíveis, tornou-se pesado pela utilização de estruturas de repetições em laço para verificação de cada componente destas listas antes da tomada de decisão pelo agente. Tornando seu nível de complexidade alto para ambientes não limitados.

Porém ainda se demonstra um algoritmo bastante confiável quando empregado à ambientes com um nível de processamento de dados pequeno, pois se demonstrou mais completo quando comparado à uma busca padrão.

REFERÊNCIAS:

[1] A. A. Augusto, M. B. Do Coutto Filho, J. C. S. de Souza and M. A. R. Guimaraens, "Branch-and-Bound Guided Search for Critical Elements in State Estimation": *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 34, no. 3, pp. 2292-2301, May 2019.

[2] S. J. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Edinburgh. U.K.: Pearson Education, 2014.





Engenharias

SISTEMA PARA CARACTERIZAÇÃO DE REDES DE BRAGG EM FIBRA ÓTICA NA REGIÃO DO VISÍVEL – FASE V

Marcos Vinícius da Costa Madeira e Dr Hypólito José

Kalinowski

Universidade Federal Fluminense - Laboratório de Comunicações Ópticas (LACOP)

INTRODUÇÃO:

As redes de Bragg em fibras óticas (FBG) são bastante úteis como sensores, permitindo indicar e mensurar, principalmente, variações na temperatura e deformações mecânicas.

Atualmente tais sensores podem ser analisados utilizando um espectrômetro de bancada ou um que se conecta ao computador via USB. Ambos os métodos não são os mais adequados para análise *in loco* das fibras, dado que são aparelhos delicados e não portáteis (no caso do de bancada).

Então, um espectrômetro portátil, de baixo custo, simples para manusear e eficaz permitiria maior disseminação e popularização nas aplicações dos sensores baseados em FBG, oferecendo mais opções para o usuário final.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Essa fase da pesquisa foi mais focada no aprimoramento do espectrômetro, solucionando alguns dos empecilhos do modelo antigo, como

por exemplo, tornando-o mais compacto e resistente e facilitando a troca das fendas e redes de difração.

O resultado disso foi uma peça gerada por uma impressora 3D do tipo FDM (Modelagem de Deposição Fundida) no material ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) na cor preta



com as seguintes dimensões 4 cm x 1,5 cm x 2,5 cm e pode ser visto nas imagens 1 à 4.

Imagem 1: Versão final do espectrômetro.

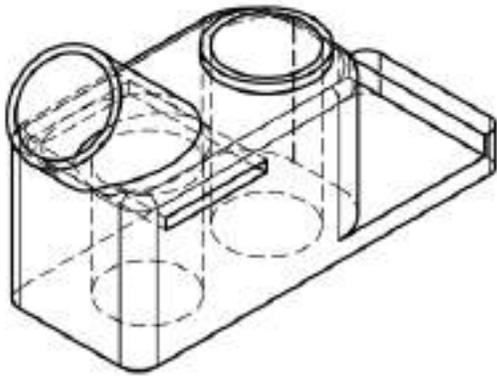


Imagem 2: Desenho do espectrômetro, vista isométrica.

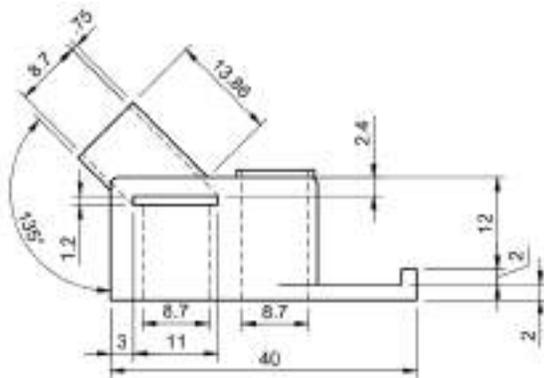


Imagem 3: Desenho do espectrômetro, vista lateral.

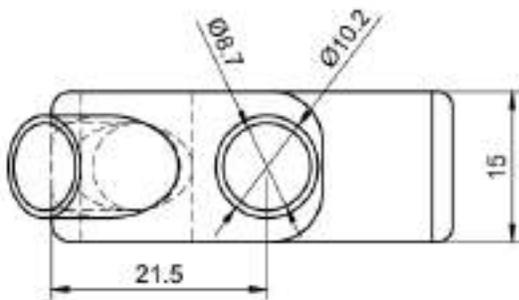


Imagem 4: Desenho do espectrômetro, vista superior.

As fibras são conectadas ao espectrômetro com o auxílio de adaptadores de fibra óptica do tipo FC, que são encaixados nas aberturas

cilíndricas, sendo a normal à base para captar a luz que sai do telefone para a fibra e a outra para a luz oriunda da fibra.

A adição de uma segunda abertura para coletar a luz emitida pelo próprio *smartphone* foi uma das melhorias, tornando o apetrecho ainda mais prático, pois agora a luz usada na aferição pode ser do próprio celular ou de fonte externa.

Também houve um aperfeiçoamento no processamento dos dados. Aqui, a função para o fator de correção é calculada especificamente para o modelo de telefone usado, garantindo uma maior fidelidade nos resultados independentemente do aparelho utilizado.

A calibração para relacionar a posição do pixel da imagem a um determinado comprimento de onda foi feita aplicando dois lasers com comprimentos de onda diferentes no espectrômetro e, baseado na posição destes registrada pela câmera, foi computada a relação pixel comprimento de onda.

Nas imagens 5 e 6, são exibidos gráficos obtidos através do espectrômetro desenvolvido nessa pesquisa.

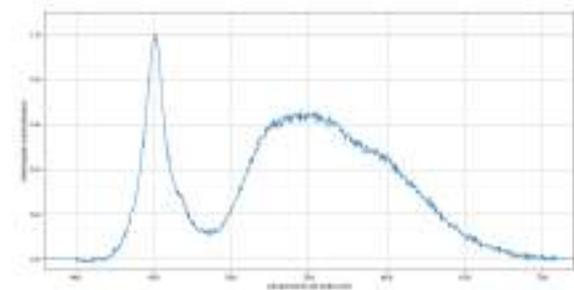


Imagem 5: Espectro da luz emitida por um led branco adquirido com o espectrômetro.

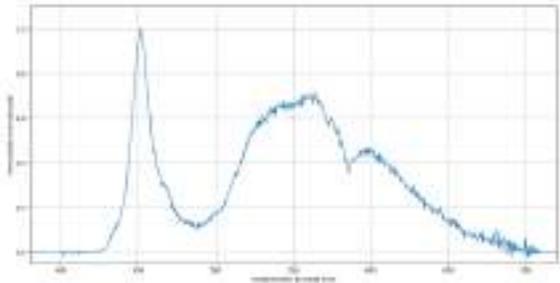


Imagem 6: Espectro da luz emitida por um led branco após passar por uma FBG adquirido com o espectrômetro.

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir que um *smartphone* dotado de uma câmera e auxiliado pelo dispositivo desenvolvido nessa pesquisa exerce de forma satisfatória o papel de espectrômetro para ondas eletromagnéticas na faixa do visível (indo aproximadamente de 380 nm à 700 nm). Fato esse corroborado por essa pesquisa, demonstrado pela reprodutibilidade do experimento.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço ao professor orientador, Dr Hypolito José Kalinowski, pelo apoio e oportunidade de fazer parte deste projeto. Também agradeço aos alunos que realizaram as fases prévias desta pesquisa. Por fim, agradeço ao apoio da UFF, do CNPq, do PIBIC e da FAPERJ.

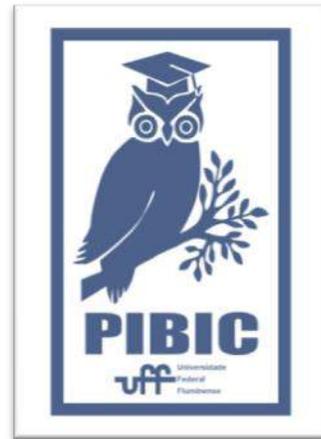


Imagem: Imagem PIBIC



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA/ENGENHARIA
VERIFICAÇÃO DE LOCUTOR EM AMBIENTES RUIDOSOS
KEREN SILVA E EDSON CATALDO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
TELECOMUNICAÇÕES

INTRODUÇÃO:

A produção da voz humana se dá pela articulação, respiração e fonação. O som da voz é produzido na laringe. O ar que sai dos pulmões faz com que as pregas vocais vibrem, gerando ondas sonoras. A frequência com que as pregas vocais vibram, faz com que os sons saiam mais agudos ou graves. Diversos fatores modificam e resultam na formação do som, por isso, a voz é algo tão particular do ser humano.

O trabalho pretende estudar, usando Python, as respostas de reconhecimento de voz por máquina a diferentes níveis de ruídos, utilizando dois métodos de extração de características da voz, *Mel Frequency Cepstral Coefficients* e *Zero Crossing with Peak Amplitude*, por meio do ajuste dos dados a partir do *Hidden Markov Models*.

MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS

O MFCC é um método de extração de coeficientes cepstrais baseado na escala Mel, que foi desenvolvida segundo a percepção humana de frequências. Depois do pré-processamento, cada janela sofrerá a Transformada Rápida de Fourier. O sinal transformado entra em um banco de filtros triangulares passa-faixa. Posteriormente, é

calculado o logaritmo dos valores encontrados de forma a arranjar um vetor de energia que será modificado pela Transformada Discreta de Cosseno e irá configurar o vetor de coeficientes MFCC da janela.

ZERO CROSSING WITH PEAK AMPLITUDE

O ZCPA é um método motivado pelo sistema auditivo periférico dos mamíferos e que apresenta robustez ao ruído. A simulação do deslocamento mecânico da membrana basilar e a seletividade da frequência ao longo da membrana é feita por meio de filtros. No início do método de extração, o sinal sofre o processo de pré-processamento e, assim, cada janela é transformada por um filtro que simula o ouvido médio.

Após, o sinal da janela irá passar por um arranjo de filtros que simula a passagem da onda de som pela orelha, onde cada filtro simula um tipo de efeito pela passagem de som. O sinal sofre o processo de verificar o tamanho de intervalos de tempo entre cruzamentos positivos de zeros consecutivos, $1/z$.

A partir de z , é montado um histograma onde cada barra representa um intervalo de frequência, o valor do logaritmo do pico respectivo será adicionado a altura da barra correlata a z .

Por fim, são calculados a Transformada Discreta de Cosseno do histograma, o delta e o delta-delta da matriz ZCPA, totalizando 51 coeficientes variantes no tempo.

HIDDEN MARKOV MODELS

Os HMM são um tipo de modelagem de fenômenos aleatórios que consiste em estender as Cadeias de Markov em tempo discreto. Há um processo observável, o conjunto de saídas geradas segundo uma função de densidade de probabilidade, e um processo escondido que consiste de uma cadeia de Markov, coleção de variáveis aleatórias de um processo de Markov, um processo que a probabilidade condicional de qualquer estado futuro depende somente do seu estado presente. Um HMM pode ser determinado por um conjunto de parâmetros:

$$\lambda = \{Q, V, \pi, A, B\}$$

Sendo,

Q conjunto dos N estados do modelo;

V conjunto dos símbolos de saída;

π vetor das probabilidades iniciais de estado;

A matriz de probabilidades de transição entre estados;

B conjunto das distribuições de probabilidade de emissão dos observáveis.

Na caracterização de sinais de voz por HMM, os instantes são associados às janelas do sinal de voz e os observáveis são os vetores de parâmetros calculados sobre a voz, que podem ser coeficientes extraídos do sinal de voz, como o MFCC e ZCPA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Para a verificação de locutor, foram utilizados 20 áudios do interlocutor falando a

palavra *áudio* para treinar o modelo de reconhecimento de voz. O modelo será testado utilizando 20 áudios de 2 impostores e do interlocutor.

A simulação de ambientes ruidosos foi feita com adição de ruído branco e rosa ao sinal de voz, em 5 níveis diferentes. Logo, o ruído mais brando tem RMS de 10^{-5} , já o ruído de RMS de 10^{-1} configura um ambiente ruidoso.

Os coeficientes MFCC não responderam bem com a adição de ruído branco ou rosa, mesmo para o ruído mais fraco.

O reconhecimento de voz baseado nos coeficientes ZCPA em ambientes sem ruído apresentou uma acurácia menor que por MFCC, porém demonstrou maior robustez a adição de ruído, já que o reconhecimento sofreu pouca alteração a medida que ruídos cada vez mais fortes eram adicionados ao sinal de voz.

Abaixo, encontram-se os gráficos em barra da matriz confusão do reconhecimento de voz de cada técnica para os diferentes níveis de ruído.

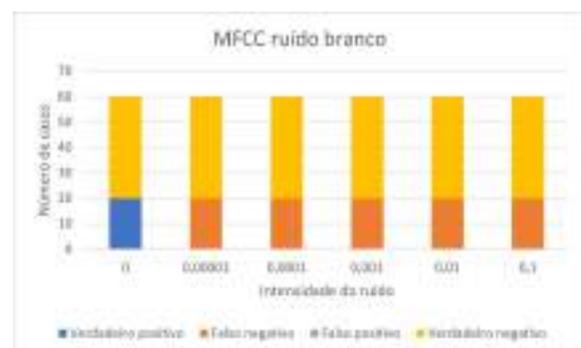


Imagem 1: MFCC com ruído branco.



Imagem 2: ZCPA com ruído branco.

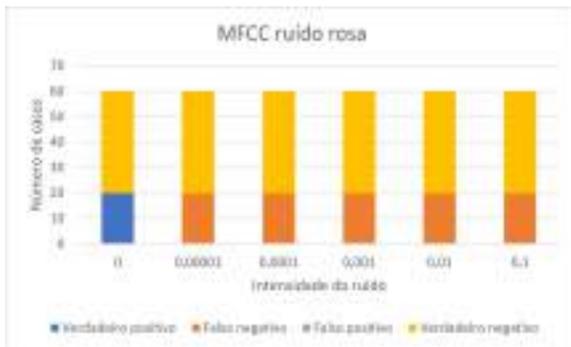


Imagem 3: MFCC com ruído rosa.

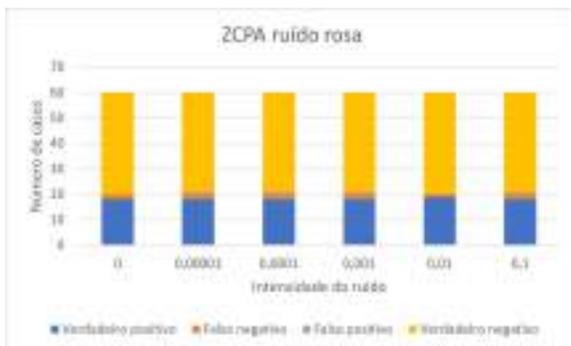


Imagem 4: ZCPA com ruído rosa.

CONCLUSÕES:

Os resultados confirmam que técnicas de reconhecimento de voz baseadas nos coeficientes ZCPA sofrem menos com a adição de ruído do que técnicas de reconhecimento de voz baseadas nos coeficientes MFCC. Esse trabalho levanta evidências de que o uso de

MFCC para reconhecimento de voz é mais adequado em ambientes controlados e sem ruído e que o uso de ZCPA poderia ser utilizado em ambientes mais próximos do cotidiano.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço ao CNPq e ao meu orientador, Edson Cataldo, pela oportunidade que me foi dada.

REFERÊNCIAS:

- [1] CUADROS, Carlos. Reconhecimento de voz e de locutor em ambientes ruidosos: comparação das técnicas MFCC e ZCPA. 2007. UFF.
- [2] KATES, James. A time-domain digital cochlear model. IEEE Transactions on Signal Processing. 1991.



Grande área do conhecimento: ENGENHARIAS

Título do projeto: ESTUDO DAS PECULIARIDADES NANOMÉTRICAS DA CONCHA DO MEXILHÃO *PERNA PERNA* PRODUZIDO NA REGIÃO DE JURUJUBA/NITERÓI/RJ

Autores: Gleice Kelly Viana de Aguiar Rodrigues (bolsista), Fábio de Oliveira Braga (orientador), Camila Aparecida Abelha Rocha (co-orientadora)

Departamento de Engenharia Civil (TEC)/Escola de Engenharia (TCE)

INTRODUÇÃO:

A maricultura é uma atividade econômica de grande importância no Brasil. Na região de Jurujuba (Niterói/RJ), por exemplo, são produzidas cerca de 250 toneladas por ano de mexilhões da espécie *Perna Perna*. De toda massa produzida, apenas 20% é consumida na forma alimentar, sendo os outros 80% constituídos das conchas, que se tornam resíduos poluidores caso não sejam adequadamente destinados. Uma forma promissora de reaproveitamento destas conchas é sua utilização como agregado em concreto. Nesta aplicação, tem-se uma contribuição tanto para a minimização do descarte inadequado, quanto para preservação de recursos naturais. Alguns dos requisitos para o agregado de concreto são a estabilidade e a durabilidade. Faz-se necessário conhecer as peculiaridades da concha do mexilhão antes de utilizá-lo como agregado em concreto, de forma a atender os requisitos normativos, garantindo então segurança em sua utilização. Este trabalho tem como objetivo avaliar as características microestruturais da concha do mexilhão *Perna Perna* produzido na região de Jurujuba (Niterói/RJ), de forma a possibilitar

posteriormente a sua incorporação em concreto na forma de agregado.

As conchas foram coletadas da Associação Livre Maricultores (ALMARJ), de Jurujuba/Niterói/RJ. Elas foram levadas para o Laboratório de Materiais de Construção (LAMCO) da UFF, onde passaram por triagem, lavagem e secagem em estufa (Imagem 1).



Imagem 1: Concha do mexilhão após limpeza e secagem.

Foram realizadas análises em todas as partes da concha, camada interna (nácar), camada intermediária (prismática) e camada externa (perióstraco), esta última removida com uma pinça. Para avaliação do comportamento térmico do material, foram coletadas amostras para serem queimadas nas temperaturas de 350°C e 550°C, para avaliação posterior com

técnicas de caracterização. As análises realizadas para caracterização do material foram a Termogravimetria (TGA), a Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), a Difração de Raios X (DRX) e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Mediante a queima, ocorreu escurecimento das amostras e perda de massa, pela oxidação de componentes orgânicos (Imagem 2).



Imagem 2: Amostras de concha cominuídas: (a) antes da queima; (b) depois da queima. As amostras 1 e 2 foram queimadas a 350°C e a 3 e 4 a 550°C .

Pela análise de TGA (aquecimento contínuo na faixa de 22 a 1000°C), observou-se perda de massa contínua entre 250 e 550°C, nas amostras sem tratamento e tratadas a 350°C. Este fenômeno não foi observado na amostra queimada a 550°C, que teve sua massa quase estável nesta faixa de temperaturas, devido aos seus componentes orgânicos terem sido degradados no tratamento térmico prévio. Todas as amostras tiveram perda de massa significativa acima de 550°C, atribuída à decomposição da concha, devido à calcinação do carbonato de cálcio, resultando em cinzas de óxido de cálcio (CaO).

A DRX mostrou presença das fases cristalinas calcita e aragonita, com predominância de aragonita. Já a película é formada por fases amorfas e traços de aragonita e calcita.

As imagens de MEV da superfície externa da concha (Imagem 3) mostram rugosidade proeminente, com degraus de espaçamento variável e predominância dos elementos C e O, típicos do perióstraco. A camada prismática (Imagem 4) mostra uma estrutura bem organizada de cristais de aragonita, com espaçamento constante. Já na camada interna (Imagem 5) foi possível observar a presença de cristais hexagonais isolados de aragonita, com a predominância dos elementos Ca, O e C.



Imagem 3: Micrografia obtida por MEV do perióstraco. Aumento: 50x

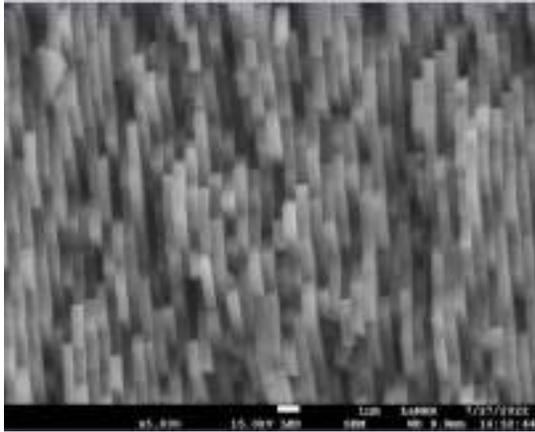
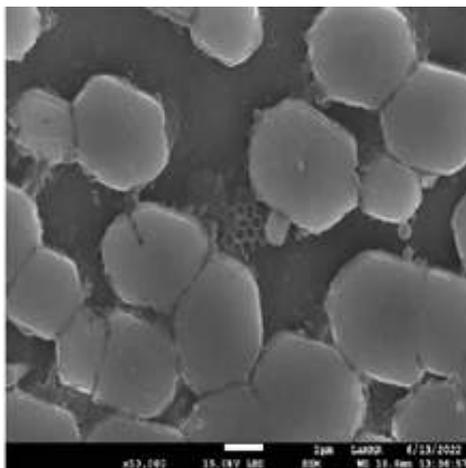


Imagem 4: Micrografia obtida por MEV da camada prismática. Aumento: 9.000x

O perióstraco é uma estrutura de natureza polimérica que envolve a face externa da concha, e é composta por proteínas, de forma que era esperada a presença majoritária das fases amorfas na película. Sobre as fases cristalinas carbonáticas, estas são típicas dos exoesqueletos dos moluscos, formados principalmente de aragonita. A análise de FTIR mostrou as bandas associadas ao carbonato de cálcio em todas as amostras, bem como a banda relativa às ligações C=C, típica dos compostos orgânicos. A curva de FTIR da película também contou com a presença de bandas de carbonila (C=O) e N-H, típicos do grupo orgânico amida. A curva do material tratado a 550°C não apresentou as bandas de estiramento de C-O e C=O, fenômeno que pode indicar degradação da matriz orgânica de polissacarídeos (quitina), proteínas e glicoproteínas presentes na concha.

Imagem 5: Micrografia obtida por MEV do nácar. Aumento: 10.000x



CONCLUSÕES:

Este trabalho consistiu no estudo microestrutura da concha do mexilhão da espécie *Perna Perna* produzido na região de Jurujuba, Niterói/RJ. Constatou-se que o material é formado pelas camadas do perióstraco, camada prismática e nácar. Sua constituição química é formada de polimorfos do CaCO_3 , aragonita e calcita, na forma de cristais prismáticos. O perióstraco mostrou-se predominantemente amorfo, com traços de aragonita e calcita proveniente das outras camadas. Foi possível constatar que ocorre a degradação da matéria orgânica presente na concha mediante o aquecimento no intervalo por volta de 250 °C e 600°C

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem: À Prefeitura de Niterói, pelo fomento por meio do PDPA 14. À PROPP/UFF pelo financiamento por meio do Fopesq UFF 2021 e 2022. Ao PPGCM/IME pela realização das análises de FTIR. Ao LDRX/UFF pela realização das análises de DRX. Ao Numats/COPPE/UFRJ pela realização da queima das conchas e pela análise de TGA. Ao LAMAR/IF/UFF pelas análises de MEV.



Grande área do conhecimento: Engenharias

**Título do Projeto: ESTUDO DA PROTEÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE MÓDULO DE CHAVES DE ESTADO
SÓLIDO PARA APLICAÇÃO EM LIMITADORES DE
CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO**

**Autores: Marília de M. A. N. e Silva (IC), Bruno Wanderley
França (ORIENTADOR)**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA (TEE)/ PRAIA VERMELHA/ NÚCLEO DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA ELÉTRICA (NITEE)**

INTRODUÇÃO:

Algumas das aplicações da eletrônica de potência exigem que chaves de estado sólido operem com elevados valores de corrente, tensão e frequências de chaveamento. Os transistores bipolares de porta isolada (do inglês, *Insulated Gate Bipolar Transistor* - IGBT) possuem uma boa relação entre potência e frequência de chaveamento quando comparados com outras chaves semicondutoras, mas ainda não são capazes de operar na ordem de dezenas de quilo volts e quilo ampères.

Em aplicações de alta potência, como por exemplo em subestações, onde as especificações nominais dessas chaves não são compatíveis com a operação do sistema, elas podem ser conectadas em série e paralelo para suportarem maiores níveis de tensão e corrente. No entanto, um desbalanceamento entre as tensões e correntes desses dispositivos podem danificá-los [1], [2].

É possível desenvolver uma modelagem desses dispositivos semicondutores a fim de realizar a análise tanto no regime permanente,

quanto nos transitórios de chaveamento, e verificar como se comportam quando conectadas em configurações série e paralelo.

Neste trabalho foi implementado um modelo comportamental eletrotérmico de IGBT, desenvolvido no software PSCAD/EMTDC, com base nos trabalhos de Elwarraki e Mijlad [3].

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A base desse modelo é formada por um circuito equivalente composto por um MOSFET de canal n e um BJT pnp conectados em configuração *Darlington*, como visto na Figura 1.

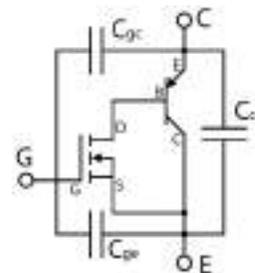


Figura 1 – Circuito equivalente do modelo elétrico do IGBT

O comportamento do dispositivo é modelado a partir de expressões empíricas que relacionam sua tensão e corrente de saída.

Para adicionar ao modelo as características dinâmicas mais importantes do IGBT, foram implementados componentes que simulam as capacitâncias não lineares, o efeito Miller e a cauda da corrente de coletor.

Para verificar o comportamento estático do IGBT modelado foram comparadas as curvas VI do modelo e da chave simulada. A curva $I_c \times V_{ce}$ (Figura 2) representa as características de saída da chave, ou seja, a relação entre a tensão de saída (V_{ce}) e a corrente que flui pelo componente (I_c). Na região de saturação da chave a diferença percentual máxima entre as curvas experimental e simulada é de aproximadamente 1,5%. A maior diferença vista entre as curvas é de 11 A, na região de corte.

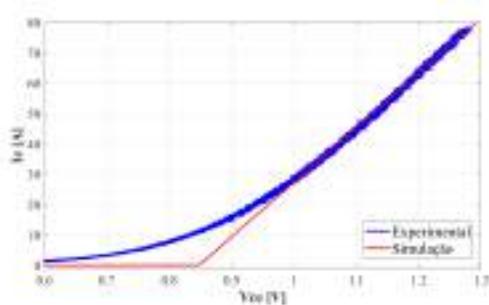


Figura 2 – Comparação entre as curvas $I_c \times V_{ce}$ experimental e simulada, para a temperatura de 29°C

Já a curva $I_c \times V_{ge}$ (Figura 3) apresenta as características de transferência da chave, ou seja, a relação entre a tensão de controle (V_{ge}) e a corrente de saída (I_c). Dentro da faixa de operação do dispositivo o maior erro percentual é de aproximadamente 4%.

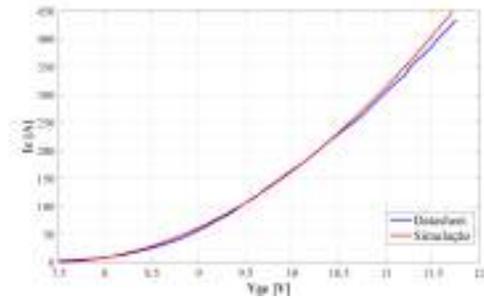


Figura 3 – Comparação entre as curvas $I_c \times V_{ge}$ do *datasheet* e da simulação, para a temperatura de 25°C

Uma comparação das curvas obtidas com o modelo implementado, com o componente de IGBT presente no PSCAD e com os testes experimentais foi feita para observar a capacidade do modelo de representar as características dinâmicas da chave.

No modelo implementado deve-se aplicar entre os terminais *gate* e emissor um valor de tensão acima da tensão de limiar V_{th} para que ocorra a condução, e um valor abaixo da tensão de limiar para que ocorra a abertura da chave. As curvas da tensão V_{ce} durante o transitório de fechamento do IGBT podem ser vistas na Figura 4. Algumas características dinâmicas próprias de IGBTs, como por exemplo o platô de Miller, podem ser observadas na modelagem proposta.

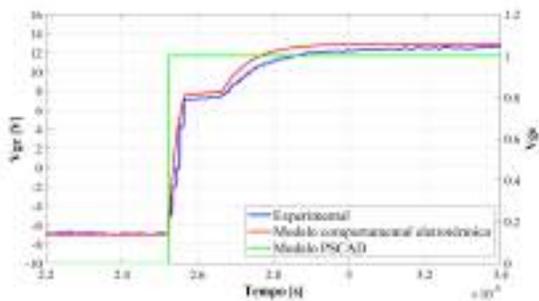


Figura 4 – Tensão V_{ge} durante o transitório de fechamento do IGBT

A Figura 5 apresenta a tensão V_{ce} durante o transitório de condução do IGBT. O comportamento da curva do modelo implementado é mais próximo ao experimental.

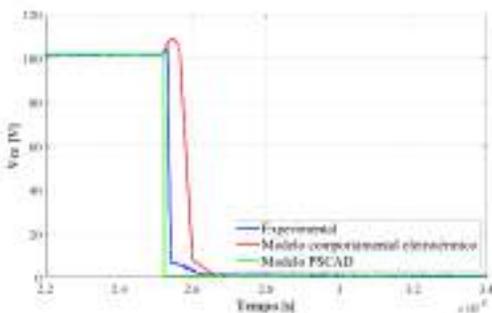


Figura 5 – Tensão V_{ce} durante o transitório de fechamento do IGBT

As curvas I_c , obtidas por simulação e experimentalmente durante a condução da chave, estão apresentadas na Figura 6. O resultado simulado com o modelo comportamental é mais próximo do experimental do que o do modelo do PSCAD.

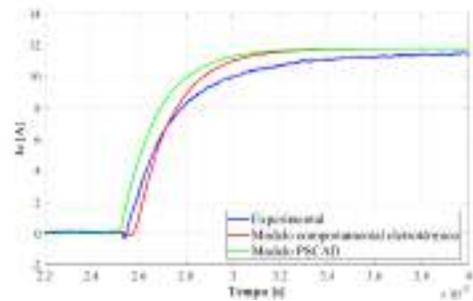


Figura 6 – Corrente I_c durante o transitório de fechamento do IGBT

Na Figura 7 é possível observar a comparação entre as formas de onda V_{ge} durante o bloqueio da chave. O platô de Miller no resultado simulado com o modelo proposto é 33% maior do que o experimental.

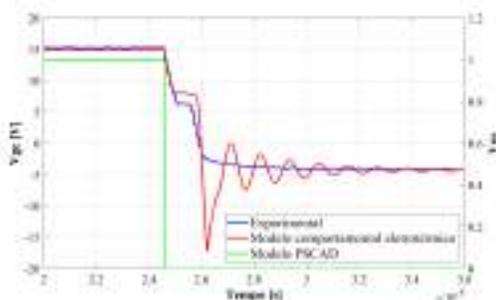


Figura 7 – Tensão V_{ge} durante o transitório de abertura do IGBT

A comparação da tensão V_{ce} durante o bloqueio do IGBT pode ser observada na Figura 8. O pico presente nessa forma de onda é consequência da indutância parasita do circuito.

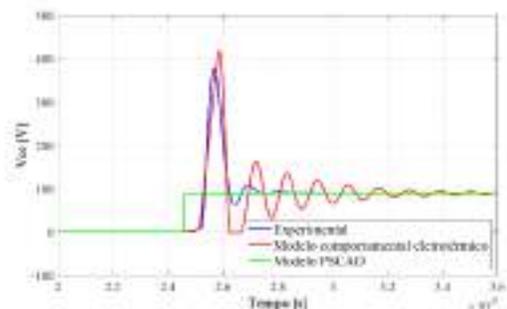


Figura 8 – Tensão Vce durante o transitório de abertura do IGBT

A Figura 9 apresenta a corrente Ic, experimental e simulada, durante o transitório de abertura do IGBT. O resultado simulado com o modelo proposto é mais próximo do resultado experimental.

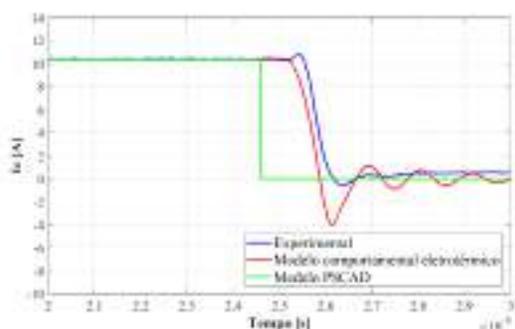


Figura 9 – Corrente Ic durante o transitório de abertura do IGBT

CONCLUSÕES:

Através dos resultados, verificou-se que o modelo de IGBT implementado no PSCAD foi capaz de reproduzir importantes características estáticas e dinâmicas da chave.

Os resultados dinâmicos do modelo implementado, observados nos transitórios de chaveamento do IGBT, apresentam uma melhor aproximação com resultados experimentais do que os resultados simulados com o modelo do PSCAD.

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer ao PIBIC/Cnpq pela oportunidade de desenvolver o trabalho apresentado, ao meu orientador Prof. Bruno Wanderley França e ao Alexandre Bitencourt

que me auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS:

- [1] H. Wang, A. Q. Huang, e F. Wang, “Development of a Scalable Power Semiconductor Switch (SPSS)”, IEEE Trans. Power Electron., vol. 22, no 2, p. 364–373, mar. 2007, doi: 10.1109/TPEL.2006.889892.
- [2] C. Abbate, G. Busatto, e F. Iannuzzo, “High-Voltage, High-Performance Switch Using Series-Connected IGBTs”, IEEE Trans. Power Electron., vol. 25, no 9, p. 2450–2459, set. 2010, doi: 10.1109/TPEL.2010.2049272.
- [3] N. Mijlad, E. Elwarraki, e A. Elbacha, “A behavior electro-thermal model of the IGBT using Matlab/Simulink”, em 2019 4th World Conference on Complex Systems (WCCS), Ouarzazate, Morocco, abr. 2019, p. 1–7. doi: 10.1109/ICoCS.2019.8930728.



Sistema de Controle de Vibração para Torres de TELECOMUNICAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS SUBMETIDAS A AÇÃO DO VENTO

André Luis Cardoso Valles

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

INTRODUÇÃO:

Este trabalho tem como objetivo estudar um sistema de controle pendular para uma torre de telecomunicação de material compósito pultrudado feito de fibra de vidro sujeita a ação dinâmica do vento. Como esse material tem uma massa específica bem mais baixa que o aço e por se tratar de um material inerte quimicamente, se apresenta como um material vantajoso para a substituição do aço na fabricação desse tipo de torre. Dessa forma foi realizada um estudo dessa torre por dois métodos, a utilização de software comercial utilizando o Método dos Elementos Finitos (MEF), o SAP2000 e um programa desenvolvido na linguagem Python, feito para simular a flutuação do vento de forma aleatória e fazer a análise dinâmica da torre tanto em vibração livre quanto no domínio do tempo da torre com e sem sistema de controle submetida à flutuação do vento. A validação do programa desenvolvido em Python foi feita através da comparação com os resultados obtidos pelo SAP2000. Um sistema de controle passivo pendular foi implementado no programa em Python e os resultados obtidos foram utilizados para avaliar a redução dos deslocamentos e acelerações da estrutura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Para a análise modal da estrutura foram analisados 20 modos de vibração e somente os modos de vibração no qual sua frequência natural ficou abaixo de 1 Hz foram analisados, como recomenda a NBR 6123 (1988). Os dois modos de flexão lateral, tanto para o eixo x quanto para o y, foram os que apresentaram frequência de 0,87 Hz e suas formas modais estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Modos de flexão da torre, primeiro para o eixo y e segundo para o eixo x.



Dessa forma foi estudado os deslocamentos dinâmicos tanto utilizando o programa implementado em linguagem Python quanto

para o SAP2000 considerando o vento a 90° e feito um comparativo entre os resultados chegando ao satisfatório resultado dado pela Tabela 1.

Tabela 1: Deslocamentos comparativos entre o SAP200 e o Python.

| Software | Deslocamento (cm) | Diferença Percentual (%) |
|----------|-------------------|--------------------------|
| SAP2000 | 25,16 ± 2,26 | 3,50% |
| Python | 24,28 ± 2,52 | |

Dessa forma foi concluído que o programa em Python está validado para a análise dinâmica da torre.

Para o vento a 45° foi feito também um estudo de seu deslocamento, porém o mesmo se apresentava muito mais baixo que o deslocamento de vento a 90°, isso se justifica pelo fato de não ter sido considerado na análise nenhum modo de torção já que estes apresentaram frequências bem acima de 1Hz, levando assim a conclusão de que o real problema de vibração da torre seria o vento incidindo a 90°.

Foi feito então o estudo da atenuação das vibrações obtida com o sistema de controle pendular. Dessa forma foram feitas as análises comparativas e após 100 rodadas do programa em Python chegou-se ao resultado demonstrado na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2: Eficiência do atenuador para deslocamento.

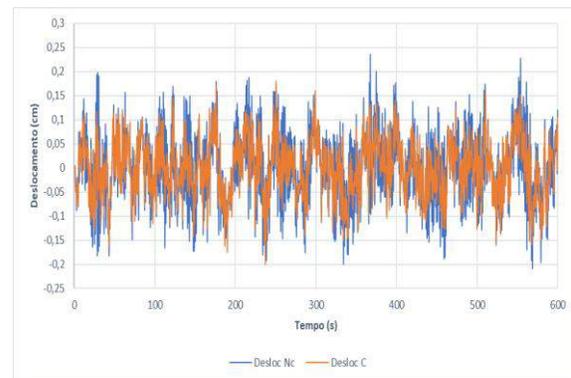
| | Deslocamento Médio (cm) | Diferença Percentual (%) |
|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Sem controle | 23,06 | 12,69 |
| Controlada | 20,46 | |

Tabela 3: Eficiência do atenuador para aceleração

| | Aceleração Média (m/s ²) | Diferença Percentual (%) |
|--------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Sem controle | 3,95 | 42,59 |
| Controlada | 2,77 | |

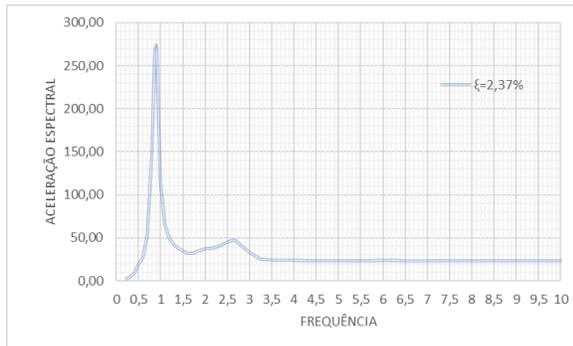
Assim pode-se perceber uma redução considerável entre a estrutura controlada e a não controlada, principalmente em termos de aceleração, aumentando assim o conforto dos moradores da região de instalação da torre. A diminuição nos deslocamentos produz um aumento considerável da vida útil à fadiga da estrutura. A Figura 2 apresenta um gráfico comparativo entre os deslocamentos no topo da torre com e sem o sistema de controle.

Figura 2: Gráfico Comparativo entre os deslocamentos na torre.



A partir da resposta no tempo da aceleração no topo da torre foi usada a Transformada Rápida de Fourier (FFT) para obter o espectro de potência mostrado na Figura 3, onde observa-se que grande parte da energia da resposta se dá em torno de 0,87 Hz que é a frequência natural da estrutura.

Figura 3: Espectro de aceleração no topo da torre de telecomunicação.



CONCLUSÕES:

Conclui-se então que o sistema de controle pendular reduz em grande parte os problemas dinâmicos da torre, aumentando a sua vida útil e viabilizando seu projeto, de forma que o material possa vir a substituir o aço como um material utilizado para a fabricação de torres de telecomunicação.

REFERÊNCIAS:

PEREIRA, J. P. PCC I - Projeto de torre de telecomunicações de compósito pultrudado. Niterói, 2021.

PEREIRA, J. P. PCC II Análise dinâmica de torre de telecomunicações de compósito pultrudado sob ação do vento. Niterói, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. 66 p. 3. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 10 mai. 2013.

TELEBRAS. Prática 240-410-600 : procedimentos de projeto para torres metálicas

autosuportadas, estaiadas e postes metálicos. 46 p. 2. ed. Brasil, out. 1997

Levy, F.; Pardini, L. C. Compósitos Estruturais, Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2006

BATTISTA, R. C. et al. Double controller of wind induced bending oscillations in telecom towers. Smart Structures and Systems, v. 21, n. 1, p. 99–111, 1 jan. 2018.

PINHEIRO, M. A. S. Absorvor pendular não-linear para redução de vibrações de torres esbeltas. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, fev. 1997.

HARTOG, J. P. D. Mechanical vibrations. 478 p. 3rd ed. York, EUA: McGraw Hill Book Company Inc., 1947

Imagem 1: Imagem PIBIC





Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: IMPLANTAÇÃO DE UM MODELO DE NEGÓCIO PARA COMPARTILHAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS USANDO COMO ESTUDO DE CASO O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO DA UFF

Autores: Evelyn Galdino Santos da Silva e Bruno Borba

Departamento/Unidade/Laboratório: UFF / TEE / NITEE

INTRODUÇÃO

Atualmente as grandes metrópoles têm enfrentado problemas na mobilidade urbana. Tal fato se tornou ainda mais evidente com a pandemia de COVID-19, que causou um aumento do uso de veículos individuais. Além disso, a crescente expansão da frota de veículos a combustão aumenta as emissões de gases do efeito estufa, causando prejuízos ao planeta e à sociedade. Assim, a necessidade de repensar o conceito de mobilidade urbana tem se intensificado. Uma das principais indicações para resolução desse problema é o uso de veículos elétricos (VEs) compartilhados, que podem reduzir os impactos ambientais causados pelos veículos a combustão.

Os VEs são movidos por um motor elétrico que utiliza a energia armazenada em um banco de baterias, podendo ser carros, ônibus, trens, barcos, aviões e até mesmo motocicletas, além de veículos de menor porte, como patinetes e bicicletas. Apesar das vantagens que o veículo elétrico possui em comparação ao veículo a combustão, este ainda apresenta limitações técnicas, como o tempo de recarga e alcance da bateria. Logo, os veículos elétricos precisam de uma infraestrutura de recarga ampla.

Entender seu funcionamento incentiva a promoção desse modal, instiga a busca por novas soluções para mobilidade urbana e torna o seu uso mais eficiente.

Iniciativas que motivem o uso do transporte sustentável permitem otimizar a mobilidade, desde que gerenciados com softwares inteligentes e baseados em uma comunicação de alta eficiência. Portanto, há que se desenvolver soluções que busquem um balanço entre sustentabilidade, regulação e bem-estar da população. Com base nisso, este projeto busca desenvolver um modelo de negócio para compartilhamento de veículos elétricos a partir dos resultados obtidos por um sistema de otimização.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho se fundamenta na primeira etapa do projeto que visa estimar a demanda de uso de veículos elétrico viabilizando os dados necessários ao desenvolvimento do modelo de otimização assim como tratar e nortear as demais etapas do projeto. Ele foi desenvolvido através da plataforma Google, com o Google forms. O formulário foi disponibilizado a dois laboratórios em etapa de testes buscando

identificar e corrigir os possíveis erros durante a coleta de dados.

Como ponto de partida do levantamento de dados buscou-se os cursos mais representativos da Universidade Federal Fluminense, sediados em Niterói. Foi necessário entender entre quais campi têm maior circulação de alunos, visto que a universidade concentra departamentos específicos em cada campus, havendo assim a necessidade de circulação entre os campi, para assistir aulas, uso do restaurante universitário etc. Essas informações auxiliaram no desenvolvimento do formulário para um melhor detalhamento da demanda.

A princípio, buscou-se identificar falhas textuais e da plataforma escolhida, que foi o Forms do Google, antes de utilizá-lo com uma maior abrangência. Dois laboratórios se dispuseram a ajudar nesse teste, o Núcleo de Inovação Tecnológica em Engenharia Elétrica – NITEE e o Laboratório de Mobilidade Elétrica – EMOBIL, composto por duas equipes de competição a FARADAY E-RACING e a EQUIPE ARARIBOIA. Ambos os laboratórios têm em sua maioria alunos do curso de graduação em Engenharia Elétrica. Portanto, os resultados obtidos têm um viés da perspectiva de alunos de graduação deste curso. Foram coletadas cinquenta e três respostas, onde 96,2 % (51 respostas) delas foram de estudantes e apenas 3,8% (2 respostas) de professores, não havendo nenhum dado sobre os técnicos-administrativos.

Com intuito de detalhar melhor o perfil dos estudantes, duas considerações foram estabelecidas, a verificação sobre quais eram seus cursos e períodos, para que assim, possa

se estimar por quanto tempo aqueles indivíduos devem fazer uso do sistema de compartilhamento de veículos.

Foram elaboradas seções no formulário com intuito de entender se existe circulação entre os campi, como se dá essa circulação e investigar se existe a intenção do uso de veículos compartilhados. As respostas dos formulários indicam que cerca de 69,8 % dos participantes circulam entre os campi e apenas 0,7% dos participantes responderam que não teriam a intenção de fazer uso do sistema de compartilhamento de veículos. A maior circulação se dá entre o Campus da Praia Vermelha e o Campus do Gragoatá, isso porque os participantes da pesquisa eram em sua maioria alunos de engenharia que tem sua sede no Campus Praia Vermelha e que utilizam o restaurante universitário do Campus Gragoatá. No que diz respeito a demanda de mobilidade, o propósito era determinar os horários e entre quais campi havia maior circulação de indivíduos, para isso foi acrescentado o termo “viagem típica”. Uma viagem típica se define como um deslocamento regular em um horário que se repete semanalmente, ou seja, um percurso realizado periodicamente. Por exemplo, se um determinado aluno precisa se locomover do Campus Valonguinho até o Campus Gragoatá, de segunda a sexta, das 12:00h às 14:00h para fazer uso do Restaurante Universitário, ele realiza uma viagem típica, já que tem um deslocamento frequente. A partir disso é possível identificar em quais campi saem e chegam mais pessoas e assim determinar onde serão instaladas as estações.

No município do Rio de Janeiro existe um sistema de compartilhamento de veículos, especificamente bicicletas e patinetes e, de modo geral, a população entende superficialmente o funcionamento desse modal. Ele tem uma forma de tarifação já estabelecida, os aluguéis são através de planos (diário, mensais e anuais) e por tempo de uso. É notório que as predileções das pessoas são norteadas por aspectos que elas já conhecem. Neste estudo essas duas formas de tarifação tiveram os maiores percentuais.

Já era esperado que a escolha dos participantes da pesquisa seria pelos valores mais baixos. Contudo, o valor é imposto pelo operador. Cabe ressaltar que esse tipo de pesquisa é importante, já que embasa questões de análise financeira, pois caso o operador queira lucrar mais, ele pode acabar perdendo receita se as pessoas acharem o valor do serviço alto.

CONCLUSÕES

Este relatório apresenta os resultados obtidos no estudo da implantação de um modelo de negócio de um sistema de compartilhamento de veículos elétricos, apresentando a metodologia que norteou o estudo. Através da obtenção de dados por meio de pesquisa e via formulário, além do tratamento dos dados obtidos. A partir desse sistema será possível definir as reais posições das estações de recarga, quantidade, quais serão os tipos de veículos e melhor forma de tarifação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC por fornecer esta bolsa que me permitiu estudar o tema apresentado e

aprofundar meus conhecimentos. Agradeço também ao meu orientador pela atenção e dedicação na orientação do desenvolvimento deste trabalho.



Limitador de Corrente de Curto-Circuito

DIFERENTES TOPOLOGIAS DE LIMITADORES DE CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO DE NÚCLEOS SATURADOS

Bernardo Thomaz Noronha

Guilherme Gonçalves Sotelo

Gabriel dos Santos

Departamento de Engenharia Elétrica / UFF / NITEE

INTRODUÇÃO:

O Consumo de energia elétrica aumenta ano após ano, e por consequência um aumento da rede elétrica de modo geral. Dentre uma das implicações desta evolução na rede elétrica, podemos ver um aumento nas correntes de curto-circuito, o que torna vários equipamentos se tornam subdimensionados. Para solucionar este problema seria necessária uma troca em massa de equipamentos sempre que os níveis de curto aumentarem, o que seria inviável. Nesse contexto, se torna necessária a implementação de um limitador de corrente de curto-circuito (LCCC).

Neste trabalho será estudado o Limitador Corrente de Curto-Circuito de Núcleos saturados (LCCC-NS). Este tipo de LCCC utiliza da saturação de um núcleo ferromagnético como meio para diminuir ou aumentar sua impedância [3]. Durante o período permanente o núcleo ferromagnético está totalmente saturado, para ficar o mais invisível possível a rede elétrica, e quando ocorre a falta de saturação para aumentar drasticamente a impedância vista pela rede elétrica. Dentro da classe de LCCC-NS ainda existe mais uma diferenciação: entre seus

formatos, por exemplo a mostrada nas figuras 1 e 2. Diferentes formatos de núcleo ferromagnético impactam o caminho que o fluxo magnético fará e a densidade de fluxo magnético, portanto, podem ajudar ou atrapalhar na saturação do núcleo, sendo assim um aspecto importante para ser estudado. Neste trabalho foi estudado a aplicação de diferentes tipos de curto-circuito no LCCC-NS de topologia circular, como apresentado na figura 3.

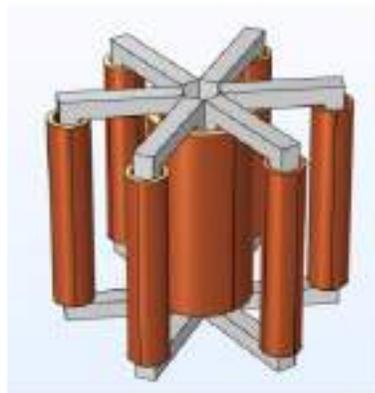


Figura 1 - LCCC-NS trifásico, topologia clássica

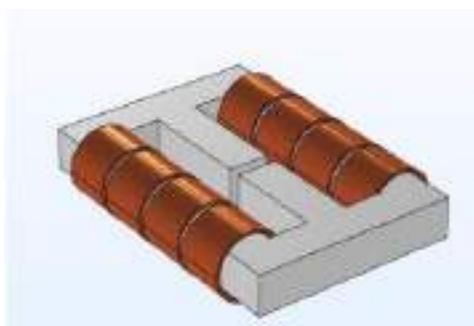


Figura 2 - LCCC-NS trifásico, topologia de três pernas

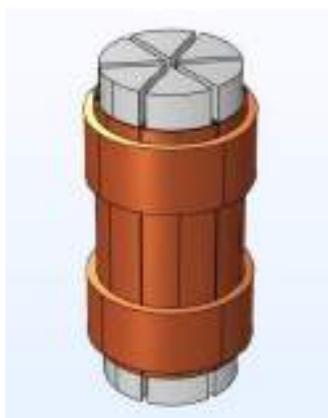


Figura 3 - LCCC-NS trifásico, topologia circular

A saturação ocorre por meio de um campo magnético gerado por uma bobina CC, que deve sobrepor os campos magnéticos gerados pelas bobinas trifásicas AC. Assim, em regime permanente, o núcleo está completamente saturado pelo campo magnético produzido pela bobina CC, ficando com uma impedância muito baixa, como um curto, para a rede. No momento de falta, onde a amplitude da corrente das bobinas AC aumenta drasticamente, é desligada a bobina CC, dessaturando o núcleo, e aumentando a impedância do circuito magnético. A figura 4 apresenta uma simplificação de um LCCC-NS monofásico, contendo uma fase das bobinas

CA, e a bobina CC no meio.

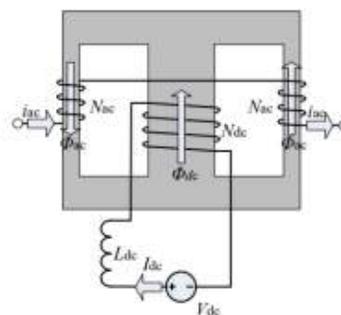


Figura 4 - LCCC-NS monofásico simplificado. Fonte [1]

O circuito que vai energizar a bobina CC é composto por uma fonte de corrente CC em série com a bobina. Este circuito irá detectar o curto e desligar a fonte CC, assim, desligando a bobina e dessaturando o núcleo. Neste trabalho não foi estudado a forma de detecção do curto, porém utilizamos o conceito do desligamento da bobina no momento de curto. Dentro da classe de limitadores de correntes, os LCCC-NS vem sendo amplamente estudados. Portanto, o estudo deste equipamento [4] e [5], e de ferramentas para torná-lo mais eficiente [2], são de extrema importância para melhorar a disponibilidade da rede elétrica. Para realizar as simulações para o estudo do LCCC-NS circular foi utilizado o software de elementos finitos (MEF) COMSOL Multiphysics

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos deste trabalho. Para isso utilizaremos os resultados das simulações feitas no Comsol. Neste trabalho foi o estudado a aplicação de curtos-circuitos trifásicos, bifásicos e monofásicos no LCCC-NS

de topologia circular. Para todos os curtos foi utilizado o mesmo acionamento, 4 ciclos de corrente a 60 Hz, a chave CC, responsável pela desenergização das bobinas CC irá se abrir, e a chave do curto irá se fechar para simular o curto-circuito.

A figura 5 apresenta LCCC já saturado, após 0,0165 segundos, 1 ciclo de corrente em 60 Hz, mostrando a rápida saturação do núcleo ferromagnético. A figura 6 apresenta o LCCC-NS no momento do curto monofásico. As imagens do curto bifásico e trifásico são bem semelhantes a figura 6, já que as correntes estão defasadas, então cada núcleo iria se desmagnetizar em momentos diferentes, mostrando uma imagem como a figura 6.

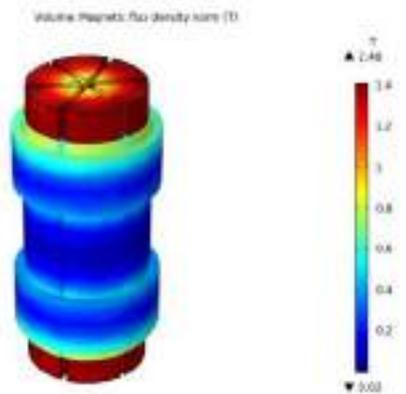


Figura 5 - LCCC-NS circular saturado

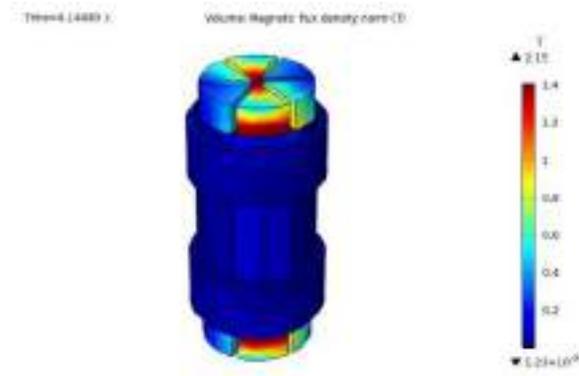


Figura 6 - LCCC-NS circular no curto monofásico

Os curtos simulados ocorrem no quarto ciclo de corrente a 60 Hz (66,67 ms) e tem amplitude de 3.000 amperes. As figuras 7,8 e 9 mostram os gráficos corrente x tempo para o curto monofásico, bifásico e trifásico respectivamente, onde é possível observar o momento em que o circuito passa do estado permanente para o estado de curto-circuito. Observando as figuras podemos analisar quão efetivo é o LCCC-NS de topologia circular para a limitação do curto monofásico, bifásico e trifásico.

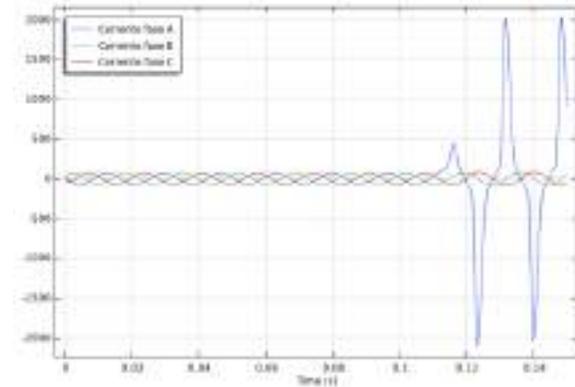


Figura 7 - Gráfico correntes x tempo; curto monofásico

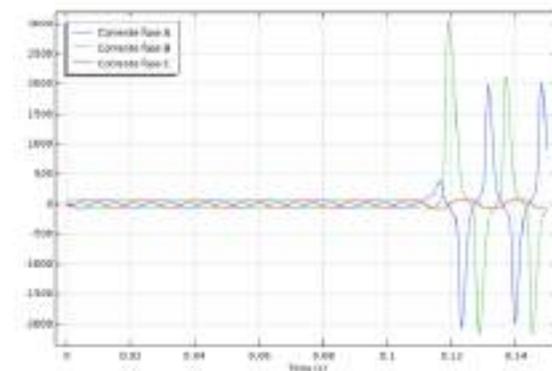


Figura 8 - Gráfico correntes x tempo; curto bifásico

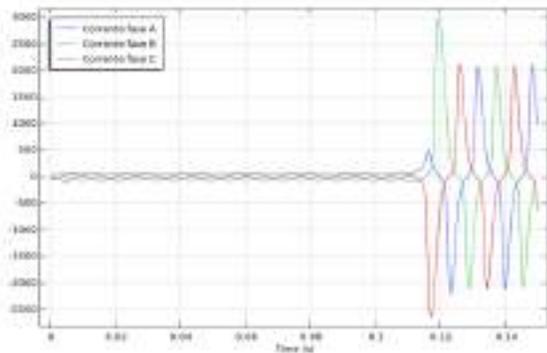


Figura 9 - Gráfico correntes x tempo; curto trifásico

CONCLUSÕES:

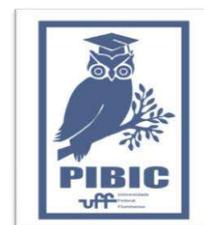
Este trabalho apresentou um estudo de limitador de corrente de curto-circuito de topologia circular e sua resposta a diferentes tipos de curto-circuito. Foram feitas simulações no software COMSOL Multiphysics pelo método de elementos finitos. Com os resultados obtidos é possível observar, primeiramente, que o núcleo teve um elevado nível de saturação, tornando-o menos perceptível para a rede em regime permanentes, fora do curto-circuito.

As simulações indicaram que em todos os diferentes tipos de curto-circuito o LCCC-NS foi capaz de promover uma limitação na amplitude de corrente, mostrando um sucesso em sua aplicação. Não houve disparidades na eficiência do limitador, em limitar a amplitude do curto em diferentes tipos de curto-circuito, provavelmente por esta topologia ter núcleos separados para cada bobina CA. Em todos os curtos-circuitos era esperada uma corrente de 3,0 kA (sem limitação), e foi obtido correntes de aproximadamente a 2,0 A, equivalente a 33% de diminuição na amplitude da corrente. É importante mencionar que, por mais que tenha

sida possível limitar a corrente de falta, o primeiro transitório tem um valor muito elevado, próximo ao valor nominal da corrente de curto-circuito. Uma explicação para este fenômeno é que o núcleo ainda pode estar saturado, logo após desligar a bobina CC, não atuando como um equipamento de alta impedância neste momento.

REFERÊNCIAS:

- [1] Nuno Manuel Gonçalves Vilhena. Construção e Ensaio de Um Limitador de Corrente Supercondutor de Núcleos Saturados
- [2] G dos Santos, F Sass, G G Sotelo, F Fajoni , C A Baldan and E Ruppert. Multi-objective optimization for the superconducting bias coil of a saturated iron core fault current limiter using the T-A formulation, <https://doi.org/10.1088/1361-6668/abc8cf>
- [3] MONIQUE COSTA DE LIMA. Ensaio de magnetização e curto-circuito em um protótipo de Limitador de Corrente de Núcleo Saturado
- [4] Chen Liang, Chao Li, Pingxiang Zhang, Meng Song, Tao Ma, Tao Zhou, Zhengfu Ge. Winding Technology and Experimental Study on 500 kV Superconductive Fault Current Limiter, DOI 10.1109/TASC.2018.2805722
- [5] Y. Xin, Member, IEEE, H. Hong, J. Z. Wang, W. Z. Gong, J. Y. Zhang, A. L. Ren, M. R. Zi, Z. Q. Xiong, D. J. Si, and F. Ye. Performance of the 35 kV/90 MVA SFCL in Live-Grid Fault Current Limiting Tests. IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY, VOL. 21, NO. 3, JUNE 2011





ENGENHARIA

AVALIAÇÃO DO EFEITO INIBIDOR DA PERMEAÇÃO DE HIDROGÊNIO EM AÇOS CARBONO PELOS LÍQUIDOS IÔNICOS IMIDAZÓLICOS.

THAÍS TOLEDO CARVALHO E ELIVELTON ALVES FERREIRA.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS

EXATAS, CAMPUS DE VOLTA REDONDA / UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE.

INTRODUÇÃO:

Os aços estão presentes de diversas formas em nosso dia a dia, desde dimensões diminutas até em grandes estruturas. Essa realidade faz com que a prevenção de danos a esses materiais seja de grande importância, de modo a impedir ou diminuir ou impedir acidentes e gastos (GENTIL, 1996).

Um desses problemas é a chamada “fragilização por hidrogênio”, ocasionada pela permeação de hidrogênio na peça. Esse processo pode ocorrer em situações onde a amostra de aço esteja em contato com um ácido, o qual pode dar origem à hidrogênio atômico, o qual é adsorvido na superfície do metal e absorvido em sequência. Um exemplo em que há a possibilidade de ocorrer a permeação do hidrogênio é o banho ácido aplicado em aços antes da galvanoplastia (AROMAA *et al.*, 2018; KUKLÍK, V.; KUDLÁČEK, J., 2016; WASIM, M.; DJUKIC, M. B., 2020).

O diminuto raio do átomo de hidrogênio e a presença de intersticiais no aço fazem com que o hidrogênio empole na estrutura. A saída dos átomos pode ser impedida ou atrasada, e assim, os átomos presos no aço levam a fissuras e trincas (AROMAA *et al.*, 2018).

Como forma de amenizar a entrada do hidrogênio, compostos vem sendo testados como inibidores da permeação. Substâncias orgânicas com nitrogênio em sua estrutura, como os derivados da imidazolidina apresentam resultados positivos na inibição (AMOKRANE *et al.*, 2007; BABU *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2022).

Para um inibidor de corrosão ser classificado como bom e seu uso ser possível na indústria, é útil que ele seja, também, um bom inibidor de permeação de hidrogênio em metais.

Nesse trabalho foram analisados os efeitos de inibição da permeação de hidrogênio e de corrosão nos aços SAE 1008 e 1020 pelos compostos brometo de 1-etil-3-metilimidazólio ([emim]Br) e o acetato de 1-etil-3-metilimidazólio ([emim]Ac), ambos líquidos iônicos. Suas estruturas são, respectivamente (a) e (b), apresentadas na Figura 1.

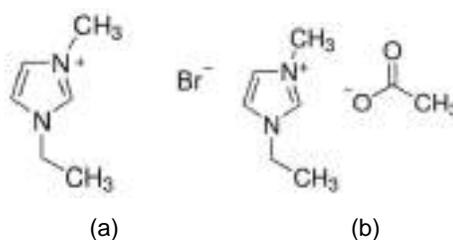


Figura 1: Estrutura dos compostos estudados (Sigma-Aldrich, Merck)

A permeação de hidrogênio foi estudada usando a célula de Devanathan-Stachurski (AMOKRANE *et al.*, 2007; BABU *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2022). Esta célula contém dois compartimentos, o de geração de hidrogênio e o de detecção do hidrogênio atômico. No lado anódico (compartimento de detecção) foi colocada uma solução aquosa de NaOH 0,2 mol L⁻¹, juntamente dos eletrodos de referência e um contra-eletródo. Fez-se a polarização do aço anodicamente aplicando o potencial anódico de 0,0 V (vs. Ag|AgCl|KCl sat). No lado catódico (compartimento de geração de hidrogênio), foi colocada uma solução de HCl 5,4 mol L⁻¹. Nos estudos com inibidor, foi acrescentada a solução de HCl 5,4 mol L⁻¹ uma concentração de 2mmol da substância a ser testada.

As análises foram realizadas em um potenciostato modelo EmStat3+ da PalmSens, com os resultados sendo registrados por meio do programa PSTrace. As amostras metálicas foram previamente lixadas com lixas de diferentes granulometrias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Inicialmente a amostra de aço foi polarizada a 0,0 V (vs. Ag|AgCl|KCl sat) por 2h30min em solução aquosa de hidróxido de sódio. Isso permitiu que houvesse a passivação da amostra, tornando o metal menos ativo e a corrosão mais lenta (GENTIL, 1996; SILVA *et al.*, 2022). Esta etapa é mostrada na Região 1 da Figura 2.

Após esse intervalo de tempo referente a passivação do aço, adicionou-se a solução de

ácido clorídrico no lado de geração do hidrogênio atômico. Após alguns segundos ocorreu um aumento súbito na corrente (Região 2). Esta corrente é associada à oxidação do hidrogênio atômico uma vez que o aço se encontra passivado, ou seja, a corrente associada à oxidação do ferro é próxima a zero. Quanto maior, mais hidrogênio foi permeado.

Os resultados anteriores foram comparados, sendo que a presença de inibidor diminuiu o valor de I_p na presença dos dois inibidores em ambos os aços. O valor de I_p é obtido analisando a Região 3 da curva. Para o aço SAE 1020 obteve-se uma eficiência de 26,80% do [emim]Br e 26,66% para o [emim]Ac. Já para o 1008, tem-se uma eficiência de 28,69% para o [emim]Br e 27,60% para o [emim]Ac. A Figura 2 apresenta os resultados do aço SAE 1020.

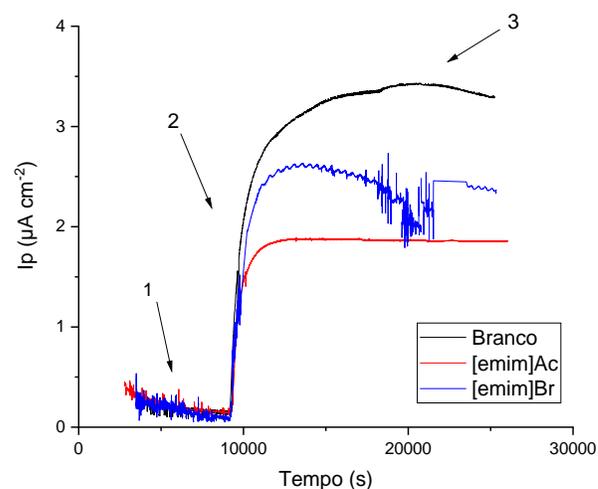


Figura 2: Comparação entre a permeação de hidrogênio do 1020

CONCLUSÕES:

De modo geral, conclui-se que os líquidos iônicos testados apresentam ação inibidora da permeação de hidrogênio.

AGRADECIMENTOS:

À PROPPI/FOPESQ 2020 e 2021 e ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) AMOKRANE, N. et al. Effect of organic additives on hydrogen permeation into an iron membrane studied by frequency analysis techniques. **Electrochimica Acta**, v. 53, p. 1962-1971, 2007.
- 2) AROMAA, J. et al. Electrochemical Determination of Hydrogen Entry to HSLA Steel during Pickling. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 2018, mar. 2018.
- 3) 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.
- 4) DEVANATHAN, M. A. V.; STACHURSKI, Z. The Mechanism of Hydrogen Evolution on Iron in Acid Solutions by Determination of Permeation Rates. **Journal of The Electrochemical Society**, v. 111, n. 5, p.619-623, maio 1964.
- 5) GENTIL, V. **Corrosão**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- 6) KUKLÍK, V.; KUDLÁČEK, J. **Hot-Dip Galvanizing of Steel Structures**. In:_____. Chemical pre-treatment. 1 ed. Oxford: Elsevier, 2016.
- 7) SILVA, M. G.; ARAUJO, R.G.; SILVÉRIO, R. L. et al. Inhibition effects of ionic and non-ionic derivatives of imidazole compounds on hydrogen permeation during carbon steel pickling. **Journal of Materials Research and Technology**, v.16, p. 1324-1338, jan 2022.
- 8) WASIM, M.; DJUKIC, M. B. Hydrogen embrittlement of low carbon structural steel at macro-, micro- and nano-levels. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 3, p. 2145-2156, jan. 2020.

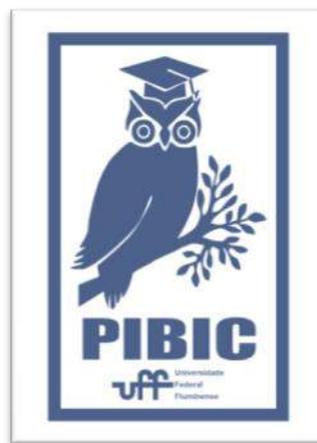


Figura 6: Imagem PIBIC



Grande área do conhecimento: Engenharias

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

**Gabriel Ramos Antunes, Gabrielle Alves-Ribeiro, Sorele Batista
Fiaux**

**Departamento de Tecnologia Farmacêutica / Faculdade de
Farmácia / Laboratório de Tecnologia Microbiana**

INTRODUÇÃO:

A glicerina é um subproduto obtido pelo processo de transesterificação durante a produção do biodiesel, em um volume aproximadamente 10% do total. Da composição da glicerina 20 - 40% é de glicerol, que após uma purificação parcial, aumenta para 70 - 80%. Em 2018 a produção brasileira de biodiesel foi de 5,4 milhões de m³ e a de glicerina foi de 440,6 mil m³. A crescente demanda pelo biodiesel traz como consequência o aumento da produção de glicerina, o que acarreta no aumento de custos para tratamento e impacto ambiental significativo. O grau de pureza exigido para as atuais aplicações do glicerol é alto, o que restringe o uso direto da glicerina derivada de biodiesel. Novas formas de aproveitamento com nenhuma ou baixa purificação são de grande interesse econômico.

A reuterina é um antimicrobiano de origem bacteriana, com grande potencial de aplicação como conservante de alimentos ou intermediário de ácido acrílico, utilizado na produção de plásticos e fibras. Geralmente as formas

moleculares monomérica, monomérica hidratada e dimérica cíclica encontram-se em equilíbrio em solução aquosa, porém o principal componente é o 3-hidroxi propionaldeído (3-HPA).

Tanto métodos químicos quanto biotecnológicos vêm sendo investigados para a sua produção. Os biotecnológicos são mais interessantes por serem considerados sustentáveis e mais específicos. Algumas espécies de *Lactobacillus* são capazes de utilizar glicerol como aceptor de hidrogênio, formando reuterina (3-hidroxi propionaldeído). A reuterina é formada pela ação da glicerol desidrogenase, dependente de cobalamina, sobre o glicerol numa reação intracelular, seguindo-se sua transformação em 1,3-propanodiol, pela enzima 1,3- PD desidrogenase, dependente de NAD. Dentre as espécies de *Lactobacillus* que transformam glicerol em reuterina, a espécie *L. reuteri* a excreta para o meio de cultivo.

Lactobacillus reuteri é uma bactéria que habita o trato gastrointestinal humano e animal e

acumula a reuterina. O glicerol não é utilizado pela bactéria como fonte de carbono, por isso para a produção de reuterina utiliza-se o processo de duas etapas, sendo a primeira de crescimento do microrganismo em meio apropriado e a segunda a transformação propriamente dita, em meio aquoso contendo glicerol. A produção sofre influência de várias condições de cultivo. Alguns dos problemas encontrados na produção de reuterina são a sua degradação com formação de 1,3-PDO pela sequencia do metabolismo e o efeito tóxico do glicerol e do 3-HPA produzido sobre a célula.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho é estudar a produção de reuterina por processo microbiano a partir de glicerina derivada da produção de biodiesel, usando *Lactobacillus reuteri*, visando aumento do rendimento da transformação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para a produção foi utilizada a linhagem *Lactobacillus reuteri* CCT3433, adquirida da Coleção de Cultura Tropical e conservada por congelamento. Os cultivos de confronto foram realizados por estrias em placa de Petri, com os microrganismos disponíveis na coleção do laboratório, após reativação.

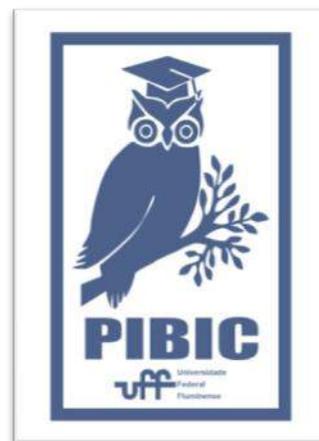
Como experimento preliminar, para acertar a metodologia do cultivo de confronto, foram escolhidos dez microrganismos. Após alguns testes para adequação do crescimento de *L. reuteri*, os dez microrganismos iniciais foram testados. Nova modificação na metodologia foi necessária para ter as estrias crescendo adequadamente.

Dos dez microrganismos testados, seis tiveram crescimentos diferenciados, mas em geral se desenvolveram sob suas estrias de inoculação e não sobrepueram as estrias de crescimento da bactéria *L. reuteri*. Assim, foram selecionados para a etapa de produção de reuterina.

Embora os experimentos ainda precisem de ajustes para a decisão final, já está sendo verificado que provavelmente o caminho para o objetivo final tenha que ser modificado. Está sendo feito levantamento para possíveis modificações genéticas em parceria com outros grupos, na tentativa de melhorar o microrganismo geneticamente e aumentar o rendimento do antimicrobiano reuterina.

CONCLUSÕES:

A metodologia de cultivo de confronto seguida de reação de formação de reuterina foi ajustada em parte, mas ainda precisa ser melhorada. Com isso, talvez seja necessário modificar o rumo do projeto, talvez usando modificação genética.





Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: ESTUDO DA REFORMA DO BIOGÁS, UTILIZANDO-SE CATALISADORES A BASE DE NI SUPOSTADOS EM ZEÓLITAS MESOPOROSAS.

Autores: Carlos Eduardo da Cunha Peixe Antunes, Amanda de Carvalho Pereira Guimarães, Andressa Andrade, Leandro Vahia

Pontual, Rita de Cássia Colman Simões.

Departamento/Unidade/Laboratório: Departamento de Engenharia Química e de Petróleo/Escola de Engenharia/LEMMA.

INTRODUÇÃO:

No Brasil, a geração de energia é concentrada principalmente na utilização de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural, e com a queima desses combustíveis ocorre um aumento da emissão de gases do efeito estufa como o CO₂ e o CH₄.

Esses acontecimentos vêm chamando a atenção dos pesquisadores e cientistas do mundo inteiro que tem como objetivo propor soluções para diminuir o aumento das emissões desses gases.

Uma das soluções seria a utilização de biogás como fonte alternativa para atender a demanda de energia.

Em geral, o biogás é utilizado para a produção de calor, vapor e/ou eletricidade através de processos de combustão. Nesse sentido, uma rota promissora para a conversão de biogás em produto de maior valor agregado é através da geração do gás de síntese (mistura de H₂ e CO), pela reação de reforma do metano por CO₂ (DRM – Dry Reform of Methane) (YANG *et al*, 2014).

Nessa reação, os catalisadores de Ni são os mais utilizados em vista da sua alta atividade e baixo custo, contudo, possuem um alto potencial para formar carbono, e consequentemente, influenciam diretamente no desempenho catalítico (DAI *et al*, 2015).

As zeólitas são materiais bastante promissores para a utilização na DRM, já que promovem a dispersão metálica e detêm excelentes qualidades, como estabilidade térmica e microporosidade uniforme (FAKEEHA *et al*, 2013). LI *et al*. (2015) mostraram que a geração de mesoporosidade a partir da dessilicação levou à obtenção de partículas de Pt bem dispersas em zeólitas ZSM-5.

Portanto, neste trabalho, serão estudados catalisadores à base de Ni (1 e 3 % em peso) suportados em zeólitas ZSM-5 comerciais e dessilicadas para a formação de mesoporos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Impregnação

A incorporação do níquel à zeólita (1 e 3%) foi feita pela impregnação ao ponto seco,

através da adição lenta ao suporte de uma solução aquosa de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, de modo a preencher o volume de poros do suporte.

Dessilicação

O procedimento de dessilicação por tratamento alcalino foi realizado de forma similar ao método descrito por LI *et al.* (2015) para formação de estrutura hierárquica na zeólita ZSM-5. Inicialmente, as amostras impregnadas (0,5 g) foram dispersas em 25 mL de solução aquosa de carbonato de sódio (Na_2CO_3) na concentração 0,6 mol/L.

A suspensão obtida foi mantida a 80°C , sob agitação por 12 h em um sistema de refluxo com chapa de aquecimento. Após esta etapa, as amostras foram submetidas à centrifugação, filtração e lavagem com água destilada até atingir $\text{pH} = 7$ e, posteriormente, secas em estufa a 110°C .

Difração de Raios X (DRX)

Essa técnica de caracterização permite avaliar as fases e cristalinidade do material, além de determinar o tamanho de partícula metálica presente nos catalisadores. As análises foram realizadas em um equipamento D8 Advance de alta resolução da Bruker, utilizando-se radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda=1,5406 \text{ \AA}$), entre $2\theta = 5$ a 60° , com tempo de contagem de 1s por passo e velocidade de varredura de $0,02^\circ/\text{s}$.

Adsorção de nitrogênio

A caracterização textural foi realizada por adsorção de N_2 no equipamento ASAP 2420, da Micromeritics.

As isotermas de adsorção-dessorção de nitrogênio das amostras estão apresentadas na Figura 1.

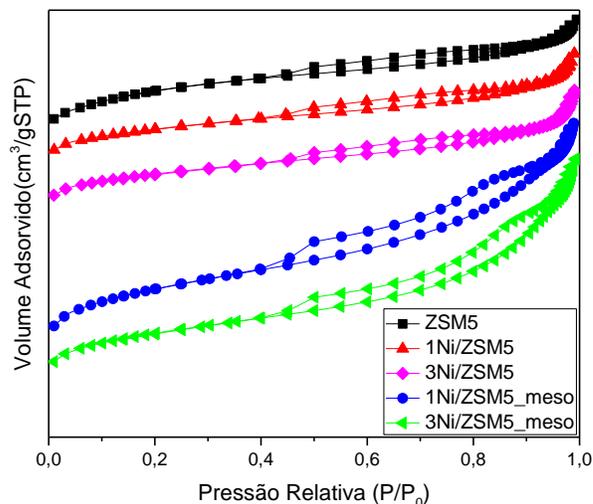


Figura 1 – Isotermas de adsorção das amostras.

Na isoterma da amostra ZSM-5 de partida pode ser observada a histerese que indica a presença de mesoporos, demonstrando um comportamento que corresponde a isotermas do tipo IV.

Os dados obtidos das análises de adsorção/dessorção do nitrogênio permitiram determinar as propriedades texturais das amostras através dos cálculos de suas áreas e porosidades. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos de área específica (A_{BET}), volumes de microporos (V_{micro}) e volume de mesoporos (V_{meso}) dos suportes e catalisadores, além dos catalisadores após o tratamento para formação da estrutura hierárquica.

Não foram observadas alterações significativas do volume de mesoporos das amostras ZSM-5 não tratadas.

Para as amostras tratadas, os resultados mostraram que o tratamento alcalino provocou o aumento da mesoporosidade,

obtendo valores de V_{meso} aproximadamente 2 vezes maiores do que o da ZSM-5 inicial. Esses resultados estão de acordo com as isotermas de adsorção de N_2 apresentadas.

Tabela 1 – Resultados de área específica, volume de microporos e volume de mesoporos das amostras estudadas.

| Amostra | A_{BET} (m^2/g) | V_{micro} (cm^3/g) | V_{meso} (cm^3/g) |
|---------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| ZSM5 | 425 | 0,107 | 0,120 |
| 1Ni/ZSM5 | 401 | 0,118 | 0,117 |
| 3Ni/ZSM5 | 411 | 0,121 | 0,126 |
| 1Ni/ZSM5_meso | 465 | 0,110 | 0,248 |
| 3Ni/ZSM5_meso | 397 | 0,100 | 0,244 |

Na Figura 2 é representada as análises de DRX para a ZSM-5 de partida e as amostras preparadas.

Os difratogramas das amostras foram semelhantes ao da respectiva zeólita comercial, mostrando as linhas da estrutura da zeólita ZSM-5.

As linhas de difração correspondentes ao Ni não foram observadas em nenhum dos catalisadores estudados, possivelmente devido ao baixo teor de níquel e/ou a alta dispersão das partículas metálicas.

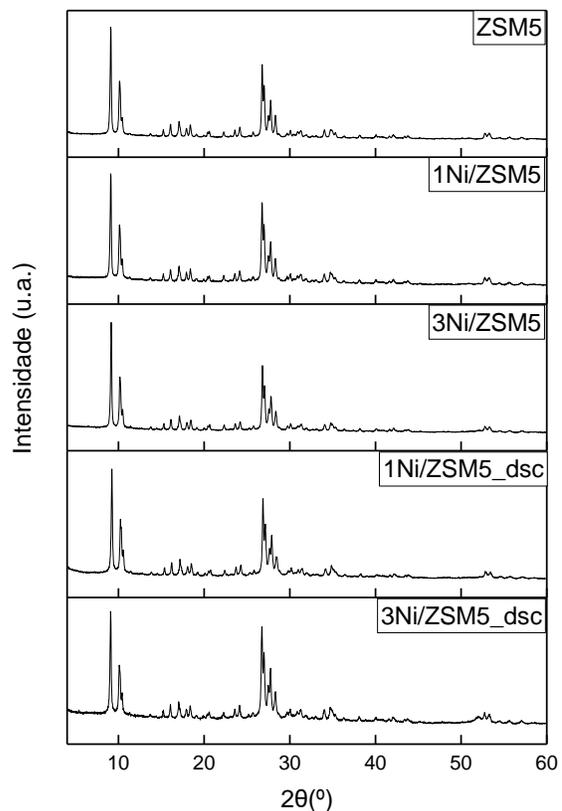


Figura 2 – Difratograma da zeólita de partida e das amostras preparadas.

CONCLUSÕES:

Os resultados das caracterizações mostraram que o tratamento alcalino para a formação de mesoporos foi eficiente e não alterou a estrutura da zeólita.

AGRADECIMENTOS:

Ao CNPq pela bolsa de estudos.

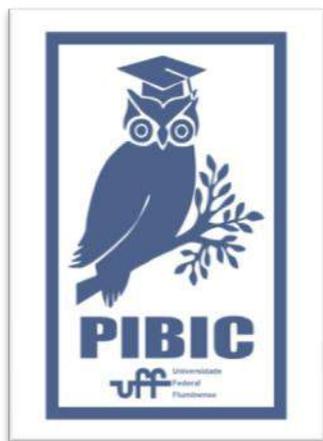
REFERÊNCIAS:

DAI, C; ZHANG, S; ZHANG, A; SONG, C; SHI, C; GUO, X. Journal of Materials Chemistry A, v. 3, p. 16461-16468, 2015.

FAKEEHA, A. H.; KHAN, W. U.; AL-FATESH, A. S. e ABASAEED, A. E. Chinese Journal of Catalysis, v. 34, p. 764–768, 2013.

LI, S. et al. Journal of Catalysis, v. 332, p. 25–30, 2015.

YANG, L.; GE, X.; WAN, C.; YU, F.; LI, Y. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 40, p. 1133–1152, 2014.





Grande área do conhecimento: Engenharia de operações e processos da produção.

Título do Projeto: APRENDIZAGEM BASEADA NA APLICAÇÃO DO KARAKURI NO ENSINO DE ENGENHARIA DE MÉTODOS

Autores: Indiara R. da Silva; Robisom Damasceno Calado.

Departamento/Unidade/Laboratório: Laboratório de Design Thinking, Gestão e Engenharia de Industrial (Lab DGE),

Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT). Universidade Federal Fluminense Campus de Rio das Ostras, RJ.

INTRODUÇÃO:

Para Kurokawa (1994), com o desenvolvimento da tecnologia, a humanidade tornou-se alienada à natureza. Segundo o autor, tal distanciamento está ligado a crítica de Jean-Jacques Rousseau e seu convite ao retorno à natureza. Nesse contexto, a proposta não é que se torne uma escolha dualista e excludente entre tecnologia e humanidade. Segundo Kurokawa (1994), o desafio é desenvolver uma filosofia que humanize a tecnologia.

Para Vergnaud (1996) é praticamente impossível estudar coisas separadamente. Campos conceituais não são independentes, de modo que, um conceito pode ser o canal para a compreensão de um outro campo conceitual (SANTANA, 2010). De acordo com Vergnaud (1982) um campo conceitual é um agregado de experiências e processamentos dessas experiências, ou seja, pensamentos conectados durante a aquisição de um novo conceito.

A Referência Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI) descreve que, observar e explorar o ambiente com a qualidade de curiosidade é um dos objetivos gerais da educação para o desenvolvimento de capacidades. Assim, é possível se perceber como integrante do meio ambiente, dependente dessa interação e agente transformador, do meio e de suas relações (BRASIL, 1998). Ao analisar a aprendizagem de um adulto, existem rupturas necessárias que envolvem hábitos e tendências de pensamento prévios (SANTANA, 2010).

Para Amaral (2013), em relação a empreendimentos, também é necessário pensar em um formato integrativo, que considere as relações ambientais e sociais vinculadas aos seus produtos e processos. O autor aponta que iniciativas sustentáveis são a chave para mantê-los no mercado. Considerando que sua sobrevivência depende de um equilíbrio entre todos os fatores conectados intrinsecamente à sua atuação. Ou seja, econômico, social e ambiental em concordância.

No Japão, a tecnologia é considerada uma extensão da humanidade. Essa relação de simbiose já era observada na tradição japonesa do período EDO, entre 1603 – 1868. Na forma de um deslumbre por bonecos autômatos chamados Karakuri, em 1798 foi publicada a *Miscelânea Ilustrada de Autômatos* de Hosokawa Yorinao que inclui um diagrama de um protótipo do robô: A boneca que carrega o chá, chamada Chahakobi Ningyo (imagem 1), que utiliza apenas recursos disponíveis na natureza para realizar movimentos (KUROKAWA, 1994).

Imagem 1: Chahakobi Ningyo



Chahakobi Ningyo / Tea Serving Doll

Fonte: Shobei (2019)

Em um contexto abrangente, Karakuri configura o uso de artefatos mecânicos que desempenham funções complexas com o auxílio de fenômenos disponíveis na natureza. O método apoia-se em agentes como massa, gravidade, atrito, força e plano inclinado, sem recursos energéticos externos (BHANU et al, 2018). Utiliza mecanismos como ligações, molas, manivelas, engrenagens, alavancas e cames, o que condiz com o desígnio da manufatura enxuta (OHNO, 1988).

Os protótipos Karakuri são dispositivos auxiliares para a automatização completa de um processo quando associados a tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O projeto tem como objetivo mudar a percepção frente a um problema e criar alternativas sustentáveis, eficazes e criativas de resolução. Nesse plano é importante considerar que o processo que compreende a introdução de um novo olhar e a formação de uma nova cultura é uma operação que se constrói a longo prazo.

O e-book: “Karakuri Kaizen para o ensino de engenharia de métodos” foi produzido com linguagem simples voltada para estudantes de engenharia. Na área da saúde, onde atua o Sistema Único de Saúde (SUS), foi desenvolvido um exemplar para despertar a visão Karakuri em profissionais de saúde.

CONCLUSÕES:

O projeto em questão é uma base de apoio para gerar uma mudança de paradigma necessária, visto que, o modelo atual de extração e descarte de recurso é insustentável.

Para manter o sistema atual e não comprometer as gerações futuras, o método Karakuri é um caminho para o equilíbrio entre o abastecimento das necessidades humanas e preservação dos recursos naturais.

BIBLIOGRAFIA

AMARAL, E. D. Ganhos ambientais e econômicos na redução de consumo de aço em uma indústria de autopeças pela aplicação da filosofia Kaizen. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental na Indústria) Universidade Federal de Santa Catarina, p. 89, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil / Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. — Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/rcnei_vol1.pdf> acesso em: 30 Julho, 2022.

BHANU, M. KUMAR, P. B. S. Global Karakuri Study. Chalmers University of Technology (master thesis), 2018.

CBL: CAMARA BRASILEIRA DE LIVROS. Livro Acessível. 2016 Disponível em: <http://cbl.org.br/imprensa/noticias/livro-acessivel>. Acesso em 13 março 2022.

IEA. What Is Ergonomics?. (2020). Disponível em: <<https://iea.cc/what-is-ergonomics/>>. Acesso em: 31 de agosto 2022.

KUROKAWA, Kisho. The Philosophy of Symbiosis: Kodansha International, Fasc:11 p.:178-185, Tokyo, Japan, 1997.

OHNO, T. Toyota production system: Beyond Large-Scale Production. 1ed. Productivity Press, 1988.

RANI, D.; SARAVANAN, A.K.; AGREWALE, M. R. & ASHOK, B. Implementation of Karakuri kaizen in material handling unit. SAE Technical Papers, 2015.

SANTANA, E. R. S. Estruturas aditivas: o suporte influencia a aprendizagem do estudante? Pontifícia católica de São Paulo PUC/SP. Tese. Doutorado em Educação Matemática. São Paulo, SP. 2010.

SHOBEI, T. What are Karakuri? Disponível em:<http://karakuri-tamaya.jp/en/knowledge.html> acesso em 01 setembro, 2022.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: Brun, J. Didática das matemáticas; Tradução por Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

VERGNAUD, G. a Classification of cognitive tasks and Operations of thought involved in addition and subtraction problems. In Addition and Subtraction: a cognitive perspective. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982.





Engenharias

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE METODOLOGIAS DE LIMPEZA DE RESÍDUOS DE CONCHA DE MEXILHÃO PARA A PRODUÇÃO DE AGREGADO MIÚDO

**Isabella Fontes da Fonseca, Camila Aparecida Abelha Rocha
TEC/TEC/LAMCO/UFF**

INTRODUÇÃO:

A maricultura é muito presente no município de Niterói, no Rio de Janeiro. Devido à sua intensa atividade, são produzidas grandes quantidades de resíduos de concha de mexilhão sem um descarte apropriado, causando diversos problemas ambientais, como a proliferação de insetos e roedores e o assoreamento do fundo do mar. Um possível destino para esses resíduos é a sua utilização como matéria-prima para a produção de agregado miúdo. Para isso, as conchas devem passar por processos de lavagem e secagem, removendo a matéria orgânica, pois sua presença interfere na resistência do produto final.

Tendo em vista que tais processos também causam impactos ambientais, o que tornaria sua produção desvantajosa, o presente estudo tem como objetivo comparar diferentes procedimentos de limpeza da concha de mexilhão para retirada da matéria orgânica viabilizando seu uso como agregado miúdo. Ao final, os dados levantados em cada método de limpeza foram comparados através da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida

(ACV) e posteriormente inseridos no software *SimaPro* para quantificação e análise do consumo de energia elétrica e água. Através do software, os impactos ambientais gerados foram calculados e discutidos, bem como a viabilidade do projeto e as possíveis soluções para os problemas encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

No total, foram realizados oito métodos de limpeza nas conchas de mexilhão, representados na Tabela 1. Cada método foi composto por uma triagem inicial para retirada manual da matéria orgânica, limpeza com água na betoneira e secagem na estufa. Para diminuir o consumo de água, a triagem inicial das amostras foi dividida em lavagem longa, lavagem curta e sem lavagem. A limpeza foi dividida e numerada de acordo com a utilização ou não de substâncias como detergente, cloro, desincrustante alcalino e água oxigenada, variando também a temperatura da água. Após essas etapas, as amostras foram colocadas em estufa e seu resultado foi apresentado na Figura

1. Por fim, as conchas foram trituradas para sua transformação em agregado miúdo.

| Método | Triagem | Limpeza |
|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | Sem lavagem | Água |
| 2 | Sem lavagem | Água e detergente |
| 3 | Sem lavagem | Água quente e detergente |
| 4 | Lavagem longa | Água |
| 5 | Lavagem curta | Água, cloro e detergente |
| 6 | Sem lavagem | Água e água oxigenada |
| 7 | Sem lavagem | Água |
| 8 | Sem lavagem | Água e desincrustante |

Tabela 1: Métodos de limpeza das conchas de mexilhão



Figura 1: Comparação dos resultados dos métodos de limpeza das conchas de mexilhão

Utilizando o software SimaPro, foi possível avaliar os métodos de acordo com o ciclo de vida de todas as fases, processos e produtos envolvidos na limpeza das conchas, com a finalidade de destacar o método menos impactante para o meio ambiente e a fonte causadora desse impacto. Os principais impactos ambientais analisados foram a eutrofização, o uso da água, a ecotoxicidade e a toxicidade em humanos.

Na limpeza das conchas de mexilhão foram utilizados produtos químicos como cloro, água oxigenada, desincrustante e detergente, que contribuem para o impacto da eutrofização, ocasionando a diminuição do oxigênio disponível para os organismos aquáticos e causando a mortandade de muitas espécies. Os métodos foram comparados na Figura 2.

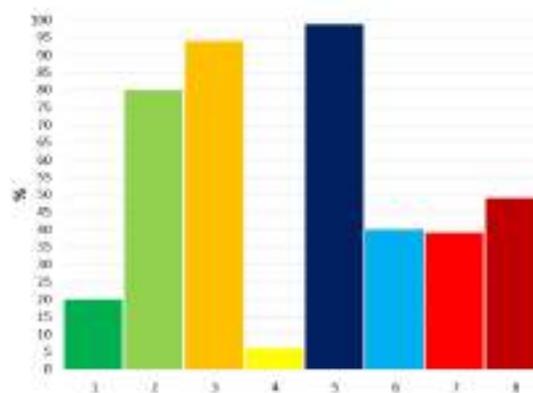


Figura 2: Gráfico de comparação do impacto da eutrofização

O impacto do uso da água foi representado na Figura 3 e avaliado de acordo com seu uso direto, considerando toda a água utilizada em laboratório, e o uso indireto, tratando-se da água envolvida nos processos e produtos envolvidos na limpeza das conchas.

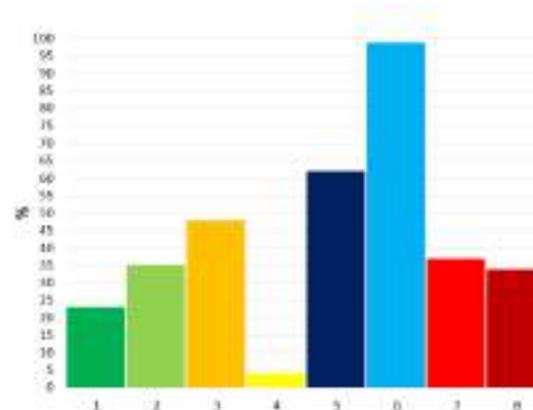


Figura 3: Gráfico de comparação do impacto do uso da água

Os produtos químicos utilizados na limpeza das conchas podem conter substâncias tóxicas que não são degradáveis e se acumulam no organismo de seres vivos. O lançamento desses produtos na natureza pode causar diversos problemas, provocando os efeitos ecotóxicos, representado na Figura 4.

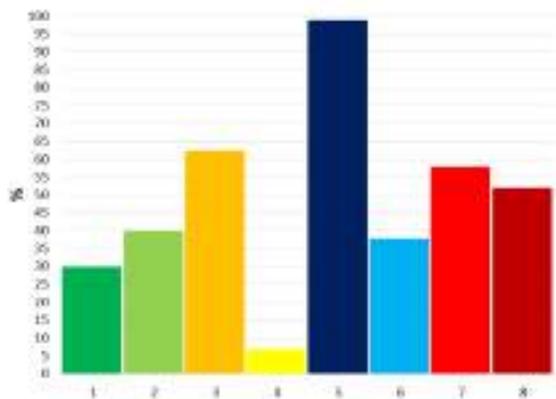


Figura 4: Gráfico de comparação do impacto dos efeitos ecotóxicos

Além disso, esses produtos químicos também impactam a saúde dos seres humanos. Para este estudo, foram avaliadas as substâncias com potencial cancerígeno. A Figura 5 compara os métodos de acordo com este impacto.

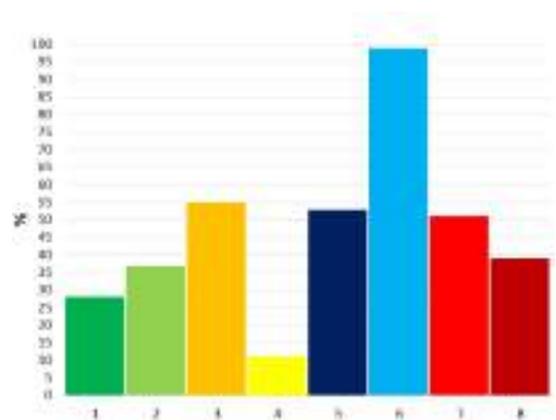


Figura 5: Gráfico de comparação do impacto dos efeitos tóxicos em humanos

CONCLUSÕES:

Quanto ao aspecto físico, o método 4 forneceu uma limpeza visualmente mais agradável e de possível uso para produção de agregado devido ao intenso trabalho de retirada inicial da matéria orgânica e lavagem. Ademais, de acordo com a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida através do software *SimaPro*, esse método foi o que apresentou os melhores resultados para os quatro impactos analisados. Entretanto, foi o método que apresentou maior gasto de água em laboratório, assim como maior tempo e trabalho manual para execução da triagem.

Desse modo, chegou-se à conclusão de que o Método 1 seria a forma mais acessível de realizar a limpeza em escala de produção. Isso porque seu resultado na ACV é o segundo melhor em todos os quatro impactos analisados e não foi necessária uma triagem inicial, somente limpeza com água na betoneira. O aspecto físico das conchas nesse método também estava em conformidade para uso como agregado. Para a diminuição do consumo de energia elétrica e água, sugere-se a secagem natural e a utilização de água proveniente das chuvas para estudos posteriores.



Engenharias

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS CATALÍTICOS EFICIENTES PARA A CONVERSÃO DO GÁS ASSOCIADO OFFSHORE EM COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS, USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Yanna Carolina Lopes Couto, Yago Miranda Benites, Andressa Andrade Alves da Silva e Lisiane Veiga Mattos

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

INTRODUÇÃO:

A presença de maiores teores de CO₂ no gás associado do pré-sal tornou-se um grande desafio, uma vez que o CO₂ dificulta o transporte desse gás para o continente, pois provoca a corrosão das tubulações. Recentemente, a conversão direta do gás associado em dimetil éter (DME), vem sendo considerada como uma alternativa promissora para a monetização desse gás, já que o DME é um combustível versátil, limpo, de fácil manuseio (pode ser usado como substituto do GLP ou do diesel) e com menor custo de fabricação do que o diesel. Além disso, o DME teria acesso à infraestrutura convencional de transporte de óleos, evitando os riscos e os elevados custos de investimento nos gasodutos, e iria diminuir as emissões de CO₂. Assim, a produção de DME a partir do gás de síntese vêm sendo desenvolvida em larga escala. O gás de síntese é produzido pela reação de reforma do gás associado. Porém, um dos grandes desafios desse processo consiste no desenvolvimento de catalisadores que sejam

resistentes à desativação pela formação de coque.

Entretanto, o projeto de catalisadores envolve a realização de muitos experimentos caros e demorados. Por outro lado, o desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial e dos computadores vem permitindo que, mesmo com muitas variáveis independentes, seja possível obter informações de forma rápida com um banco de dados suficientemente grande. Assim, o uso da inteligência artificial, em especial, das redes neurais, seria uma metodologia eficiente para selecionar catalisadores mais baratos, mais ativos e mais estáveis para a produção de gás de síntese a partir da reforma do gás associado. Dessa forma, o objetivo principal deste projeto consiste em aplicar a inteligência artificial no desenvolvimento de sistemas catalíticos mais eficientes para a conversão do gás associado offshore em combustíveis, como o dimetil-éter.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Inicialmente, foi realizado um levantamento dos dados da literatura sobre a composição dos catalisadores e as condições de operação da reforma do gás natural. A busca pelos artigos foi feita, usando-se as seguintes bases de dados: Web of Science; Scopus e Science Direct. Em seguida, foi feita a tabulação dos dados obtidos na literatura, usando-se planilhas Excel. Ao todo, foram analisados mais de 240 trabalhos em periódicos e em dissertações/teses, gerando 2140 dados. Os dados obtidos foram divididos em duas categorias:

(i) variáveis de entrada (inputs): composição e características texturais dos catalisadores (teor da fase ativa, tamanho de cristalito da fase ativa, composição do suporte e área específica); condições de preparo do catalisador (temperatura de calcinação e de redução) e condições de reação (composição da corrente de entrada; velocidade espacial; temperatura e pressão);

(ii) variáveis de saída (outputs): conversão inicial de metano; razão molar H_2/CO ; fator de estabilidade (E) e taxa de formação de carbono. O fator de estabilidade foi calculado de acordo com a equação abaixo (equação 1):

$$E = \ln(1 - X_{if}) / \ln(1 - X_i) \quad (1)$$

onde X_{if} = Conversão final de CH_4 e X_i = Conversão inicial de CH_4

As Tabelas 1 e 2 apresentam as faixas de valores/atributos nominais mais frequentes para as variáveis de input e output, respectivamente. Os dados apresentados mostram que as faixas de valores encontradas são bastante amplas,

evidenciando a heterogeneidade dos dados coletados.

Tabela 1. Faixa de valores das variáveis de entrada

| Variável | Valores/atributos nominais |
|--|--|
| Teor da fase ativa (% em peso) | 0,01 - 74,5 |
| Razão molar Ni/outro metal | 0 - 66,55 |
| Tamanho de cristalito da fase ativa (nm) | 1,4 - 1458 |
| Teor do promotor/dopante (% em peso) | 0 - 88 |
| Área específica (m^2/g) | 0 - 1265 |
| Fase ativa | Ni, Co, Pt e Pd |
| Suporte/Precursor | Al_2O_3 , CeO_2 , SiO_2 e zeólita MCM-41 |
| Promotor/dopante | Ce, La, Mg e Zr |
| Temperatura de calcinação (K) | 353 - 1473 |
| Temperatura de redução (K) | 523 - 1246 |
| Razão molar CH_4/CO_2 | 0,2 - 5 |
| WHSV (h^{-1}) | 0 - 5119,75 |
| Temperatura de reação (K) | 103 - 1273 |
| Pressão (atm) | 0,97 - 1,5 |

Tabela 2. Faixa de valores das variáveis de saída

| Variável | Faixa de valores |
|--|------------------|
| Conversão inicial de CH ₄ (%) | 0 - 100 |
| Razão molar H ₂ /CO | 0 - 65 |
| Formação do carbono (mg carbono/gcat.h) | 0 – 37.320 |
| Fator de estabilidade | 0- 229,11 |

CONCLUSÕES

Foi construído um banco com 2140 dados. Observou-se que 74% dos artigos não apresentaram dados suficientes para o cálculo da taxa de formação de carbono. Tal fato dificulta a elaboração de uma rede neural robusta, uma vez que essa informação é fundamental para o projeto do catalisador e determinação das condições de operação adequadas. Em relação aos atributos, conclui-se que os resultados mais frequentes foram Níquel (Ni) como fase ativa e o Óxido de Alumínio (Al₂O₃) como suporte/precursor. Esse fato evidencia a existência de um perfil de catalisador mais utilizado e mencionado pela literatura, apesar das taxas de formação de carbono serem insatisfatórias, segundo a maior moda.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq e à Faperj pelas bolsas concedidas.



Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: RESUMO DE GRANDES VOLUMES DE DADOS COM FILTRO DE BLOOM: UMA ABORDAGEM EFICIENTE PARA APRENDIZADO PROFUNDO COM REDES NEURAIAS CONVOLUCIONAIS EM FLUXOS DE REDE

Autores: Gabriel da Silva Vencioneck e Diogo Menezes Ferrazani Mattos

Departamento/Unidade/Laboratório: Engenharia de Telecomunicações (TET) / Escola de Engenharia/ Laboratório LabGen/MidiaCom

INTRODUÇÃO:

Em decorrência das ações de enfrentamento à pandemia da Doença Infecciosa de Coronavírus 2019 (COVID-19), com destaque aos esforços de estímulo ao afastamento social, uma epidemia de ataques virtuais foi desencadeada. Nesse novo cenário a ênfase destes ataques esteve direcionada ao setor da Saúde – o crescimento de ataques ao setor no período entre novembro de 2020 e janeiro de 2021 foi quase o dobro ao registrado em outros setores. As motivações para tais ataques são por questões financeiras ou político-ideológicas e têm seu modo de operação diverso, variando desde sequestro de dados (*ransomware*) até a divulgação de informações falsas e ciberespionagem relacionadas à Doença. Tal foco no setor da Saúde advém pelo interesse na obtenção de registros médicos de pacientes, além do posicionamento estratégico das equipes da Saúde durante a pandemia de COVID-19. A vontade por parte de atacantes em obter tais dados aliado à crença de boa parte dos profissionais de que há carência de pessoal

e de conhecimentos em cibersegurança em suas companhias, possibilita que aproximadamente metade dos profissionais responsáveis pela segurança dos sistemas computacionais criam que ferramentas de aprendizado de máquina sejam soluções viáveis para atender às necessidades da segurança da informação.

Considerando o cenário apresentado, o projeto propõe a aplicação de filtros de Bloom para a geração de resumos de dados bidimensionais a partir de fluxos em uma janela de uso da rede de modo a formar um mapa de bits, como base em uma abordagem eficiente de Aprendizado Profundo com Redes Neurais Convolucionais. Tal abordagem visa executar a classificação de fluxos de redes em unidades de processamento gráfico para garantir a eficiência no uso do *hardware*.

O principal desafio da pesquisa no que se refere à aplicação de aprendizado profundo em dados de rede é a representação dos fluxos através de matrizes multidimensionais adequadas à

operação de convolução. O projeto propõe a representação de tais fluxos em uma janela através de uma forma compacta e bidimensional fornecida pelo Filtro de Bloom.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A pesquisa foi realizada considerando um conjunto de dados reais baseados na coleta de dados das redes de acesso de banda larga fixa de uma grande operadora atuante na cidade do Rio de Janeiro e teve seus resultados avaliados em quatro etapas: (i) verificação da proporção de fluxo de ameaça e de tráfego normal contido nas janelas, (ii) avaliação do comportamento do treinamento do modelo em relação à épocas consideradas na rede neural, (iii) treinamento de um modelo por dia do conjunto de dados, com o objetivo de verificar a convergência das métricas de avaliação e, por fim, (iv) a avaliação de um modelo incremental de aprendizado profundo que refina o modelo com os dados obtidos a cada dia.

A proposta é baseada na geração de imagens de resumo representativas das janelas de fluxos de redes através da agregação com Filtro de Bloom. O protótipo desenvolvido para avaliar a proposta da pesquisa considera um Filtro de Bloom simplificado com apenas uma função *hash* e agindo, então, como uma tabela *Hash*. A Figura 1 representa a janela com a agregação por Filtro de Bloom, em escala de cinza.

No modelo em que o aprendizado de um dia é descartado no dia seguinte, aprendizado em lote, mudanças no comportamento estacionário

entre diferentes dias da semana não afetam a classificação.

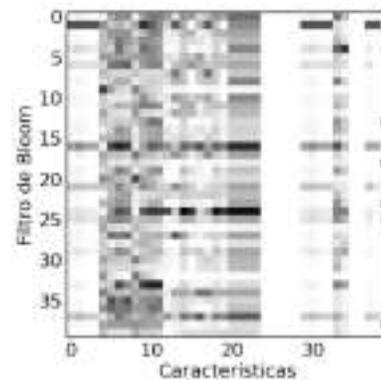


Figura 1: Representação da janela com a agregação por Filtro de Bloom.

Verifica-se que a taxa de fluxos suspeitos de conter ameaças em relação ao total varia entre 0 e 0,60 para mais de 75% das janelas analisadas entre os dias 25 de fevereiro e 3 de março de 2017, Figura 2.

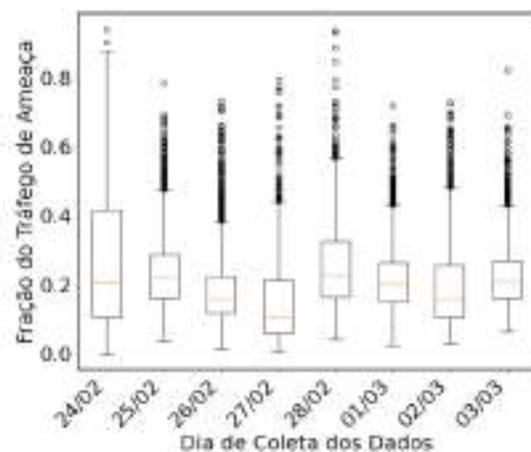


Figura 2: Fração de fluxos de ameaça nas janelas ao longo dos dias. A mediana e próxima a 0,20.

A Figura 3 mostra que as métricas variam entre os dias de coletas dos dados com resultados consistentes de alta precisão e alta revocação.

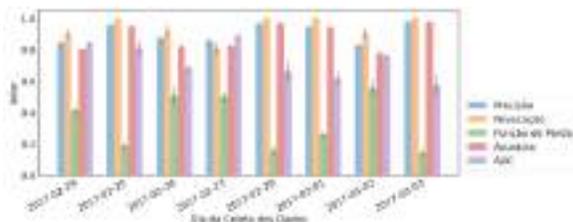


Figura 3: Evolução das métricas de classificação ao longo dos dias da semana.

Comparando a Figura 3 com a distribuição de fluxos de ameaça em relação ao total por janela, Figura 2, verifica-se o fato de que ambos os dias que apresentam queda na taxa de fluxos de ameaça nas janelas, sendo que o dia 27 de fevereiro é o dia do conjunto de dados com o maior número de janelas com baixa taxa de fluxos de ameaça. Tal resultado ratifica o fato de que a rede proposta tem melhor desempenho ao reconhecer janelas com maior número de ameaças.

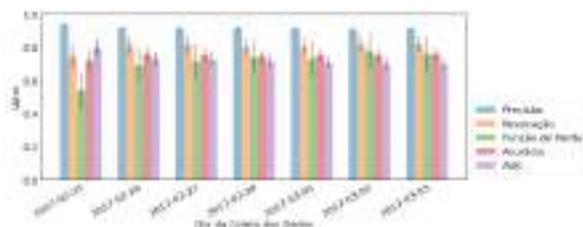


Figura 4: Evolução das métricas de classificação ao longo dos dias da semana ao usar classificador incremental. O treinamento é realizado com o conjunto de dados consolidado de todos os dias anteriores.

Na última etapa foi realizada a avaliação de um modelo incremental cujos dados de treinamento são referentes aos dias anteriores e os dados de teste, ao dia avaliado. Ao comparar os dados das Figuras 3 e 4, verifica-se que o modelo incremental tende a ter desempenho mais previsível, já que o modelo é treinado com maior quantidade de dados.

CONCLUSÕES:

O modelo treinado apresentou alta precisão e revocação tanto no treinamento em lote quanto no treinamento incremental. O modelo incremental apresentou precisão superior a 0,90 e revocação próxima a 0,80 para a detecção de janelas com taxa de ameaças superior a 20% do tráfego total, para um intervalo de confiança de 95%.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem a colaboração de Martin Andreoni Lopez no desenvolvimento da proposta. Este trabalho foi realizado com recursos do CNPq, FAPERJ, RNP, CAPES, CGI/FAPESP(2018/23062-5) e Prefeitura de Niterói/FEC/UFF (Edital PDPA 2020).



Engenharias

APLICAÇÃO DE MANUFATURA ADITIVA POR FDM (FUSED DEPOSITION MODELING) NO ESTUDO DA CONFECÇÃO DE WHISPERPHONE

Yuri de Paula Roberto de Campos¹, Denise Hirayama¹

¹Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais/

Escola de Engenharia Metalúrgica de Volta Redonda/ Laboratório de Materiais Poliméricos

INTRODUÇÃO:

Durante o processo de alfabetização existem diversas metodologias, estratégias e técnicas de ensino que podem ser empregadas visando à melhora no processo de aprendizagem. Dentre estas formas de auxílio no aprendizado, há recursos tradicionais e tecnológicos, que estão à disposição do professor no seu dia-a-dia na sala de aula, e tem como principal objetivo propiciar aprendizado com qualidade e competência.

Neste contexto, o “WhisperPhone”, ou Sussurrofone, é uma das ferramentas empregadas no auxílio do aprendizado, trata-se de uma estratégia educativa que apresenta eficiência no desenvolvimento fonológico de crianças que possuem dificuldade de atenção e leitura. Esta mídia sonora apresenta funções semelhantes a um telefone. Este permite a captação individual da voz, a ampliação e o retorno desse som somente para quem está utilizando. Além disso, esse recurso possibilita que todos os estudantes participem de uma atividade de leitura oral ao mesmo tempo, e que cada um escute somente a si mesmo, sem se incomodar com os demais sons.

A geometria e a espessura das paredes são parâmetros que têm uma forte influência sobre a

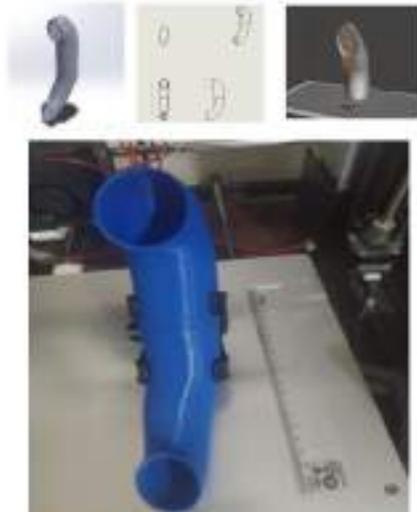
propagação sonora do instrumento, alterando sua performance em relação a intensidade e ao timbre. Diante disso, uma forma mais adequada de viabilizar o uso do Sussurrofone, que apresente maior eficiência sonora e adaptabilidade as dimensões para quem o utilize, seria por meio da Manufatura Aditiva

O presente projeto tem como objetivo estudar diferentes modelos de WhisperPhone produzidos através da manufatura aditiva por FDM (Fused Deposition Modeling), a fim de obter um aparelho com a melhor eficiência acústica utilizando a metodologia de superfície de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Comparação entre os WhisperPhone 3D (manufatura aditiva) e Sussurrofone artesanal

Na Figura 1 tem-se os protótipos do WhisperPhone 3D, respectivamente, com a união por cola adesiva (a), por rosca (b) e o sussurrofone artesanal em menor dimensão, os *plotters* dos softwares utilizados.



(a)



(b)



(c)

Figura 1. WhisperPhone 3D finalizado:(a) união por cola adesiva, (b) sistema de rosca e (c) sussurrofone artesanal.

Na confecção sussurrofone artesanal verificou-se que a área inferior da peça apresenta imperfeições pontiagudas que poderiam causar riscos ao usuário do equipamento. Enquanto o whisperphone unido com uso do sistema de rosca e isento do uso de cola adesiva, mostra-se como forma mais seguro para o manuseio do usuário

A Figura 2 apresenta o gráfico dos valores das intensidades (dB), em função da frequência (Hz), para cada tipo de peça confeccionada.

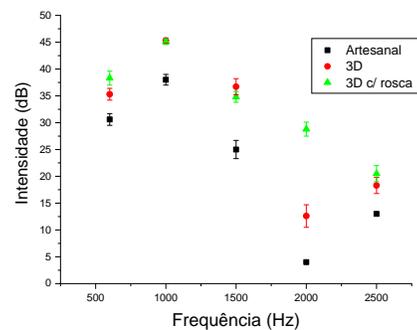


Figura 2. Intensidade sonora em função da frequência para os diferentes modelos de Whisperphone

Observa-se uma semelhança em relação ao comportamento das intensidades aferidas, inclusive todos apresentam maior valor de intensidade na frequência de 1000 Hz. Os WhisperPhones 3D obtiveram resultados superiores e muito próximos, e na frequência de 2000 Hz o equipamento com rosca apresentou resultado superior.

Influência dos parâmetros na emissão sonora

Na Figura 3 apresenta-se a análise a intensidade sonora em função da altura do Whisperphone.

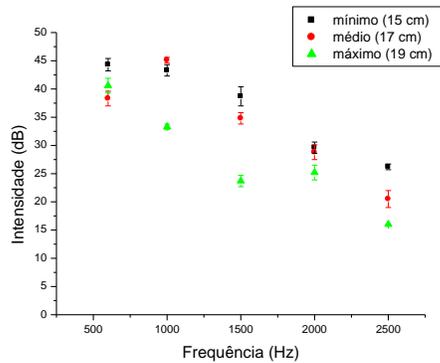


Figura 3. Intensidade sonora em função da frequência, na análise da altura.

Para este parâmetro (altura) observou-se variações significativas nos seus valores, principalmente, com relação à altura de 19 cm que, no geral, apresentou captação de sinais sonoros com menor intensidade quando comparada as medidas de 15 e 17 cm.

Os estudos da espessura e o diâmetro do Whisperphone indicaram que a variação de espessura não altera de forma significativa a intensidade sonora, enquanto diâmetros internos menores do equipamento tendem a aumentar a intensidade sonora.

Planejamento de experimento (DOE)

Na Figura 4 tem-se uma das análises de superfície de intensidade por diâmetro e altura na frequência de 600 Hz (a) e 2000 Hz (b).

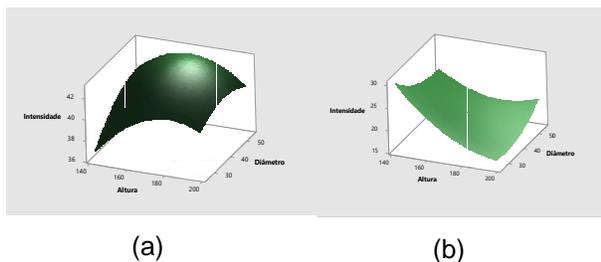


Figura 4. Superfície resposta da Intensidade para diâmetro e altura

Após a aplicação do DOE, pelo método de superfície de resposta, e utilizando o artifício otimizador de resposta, constatou-se que os valores de altura da peça 141,75 mm para e diâmetro interno de 25,86 mm, são os que apresentam melhor respostas. Com exceção para 600 Hz, cujo ideal se encontra nos valores de 172,57 mm de altura e 46,12 mm de diâmetro

CONCLUSÕES:

A obtenção do WhisperPhone 3D, pelo processo de manufatura aditiva, se mostrou plenamente viável. Os softwares, as impressoras e as matérias primas se mostraram adequados; os parâmetros de impressão garantiram uma peça com boa homogeneidade e o uso do software Ultimaker Cura 3D gerou melhor desempenho. O fato de produzir um aparelho bipartido, unido por sistema de rosca, se mostrou conveniente, apresentando melhor percepção da intensidade sonora do que o sussurrofone elaborado de forma artesanal; o que representa um resultado muito promissor.

Os parâmetros altura e diâmetro interno apresentaram alterações significativas na intensidade sonora dos Whisperphone. A dimensão do Whisperphone apresenta intensidade sonora otimizando dependendo da frequência a ser analisada.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia de Metalurgia e Materiais pelo apoio ao projeto.



ENGENHARIAS

TÍTULO DO PROJETO: CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E TÉRMICA DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS MODIFICADOS

AUTORES: JOÃO REIS, FERNANDO EBOLI E KAREN DE ABREU

ENGENHARIA MECÂNICA/ LABORATÓRIO DE MECÂNICA

TEÓRICA A APLICADA

INTRODUÇÃO:

A produção de artefatos de todos os tipos, a partir de matéria plástica ou borrachosa é incalculável nos dias de hoje, devido à versatilidade de aplicação desses materiais. Essa produção em larga escala trouxe consigo vários problemas de natureza tanto ambiental quanto econômica, devido à quantidade de rejeito não degradável que é produzido e abandonado nos lixões das cidades, quando não é jogado sem critério algum nos rios e mares. O desenvolvimento de metodologias para reutilização e reciclagem desses materiais constitui, portanto, um desafio para as autoridades governamentais, para os empresários que produzem esses rejeitos e para os pesquisadores da área.

Os polímeros podem ser divididos em duas categorias importantes: termoplásticos e termorrígidos. Os termoplásticos amolecem quando aquecidos e podem ser moldados e então resfriados para obter a forma desejada. A princípio, este processo pode ser repetido tanto por reaquecimento direto ou através de um prévio tratamento de moagem dos fragmentos do produto. Materiais termorrígidos como as borrachas sofrem processo de reticulação

durante processamento e moldagem e não são capazes de serem remoldados novamente por aquecimento. Desta forma, os materiais termoplásticos são geralmente mais facilmente recicláveis do que materiais borrachosos.

A literatura se ocupa de vários tipos de rejeitos tanto termoplásticos quanto termorrígidos. Entretanto, aqueles originados de sobras dos materiais poliméricos utilizados na indústria de vestuário íntimo, como lycra, nylon e poliéster, não tem sido muito citado na literatura, embora também constituam materiais recicláveis economicamente viáveis e vantajosos. Os polímeros utilizados na confecção de vestuário íntimos possuem alta resistência mecânica, o que certamente resultará em peças recicladas bastante resistentes, podendo ser utilizadas na fabricação de inúmeros componentes para a indústria de construção civil, indústria automobilística, entre outras.

O presente trabalho visa à incorporação de resíduos sólidos, como filler e/ou substituição de parte do material agregado por areia de fundição já utilizada no processo industrial e a utilização de resinas recicladas do PET como aglomerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Utilizou-se garrafas de PET trituradas em substituição à areia de fundição utilizada como agregado na produção do concreto polimérico nas frações mássicas de 5,10,15 e 20% em peso.

Foram realizados ensaios de compressão e flexão para determinar as propriedades mecânicas.

As figuras abaixo apresentam os resultados obtidos dos ensaios de compressão e flexão.

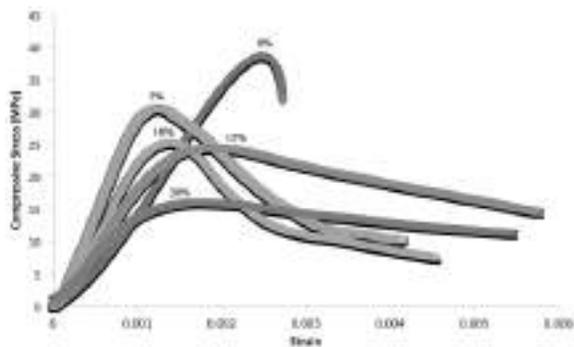


Figura 1 – Resultado dos ensaios de compressão do Concreto polimérico com resina epóxi

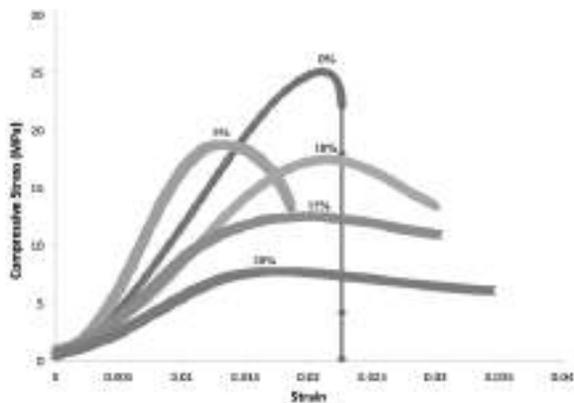


Figura 2 – Resultado dos ensaios de compressão do Concreto polimérico com resina poliéster

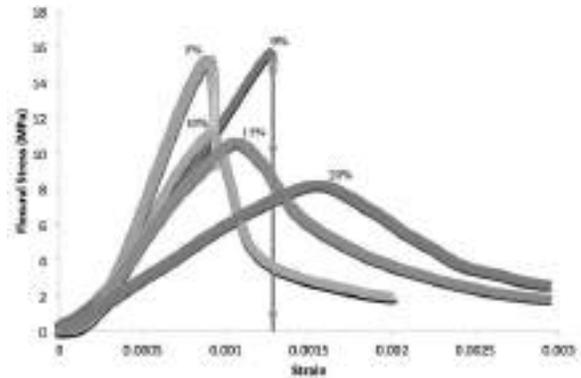


Figura 3 – Resultado dos ensaios de flexão do Concreto polimérico com resina epóxi

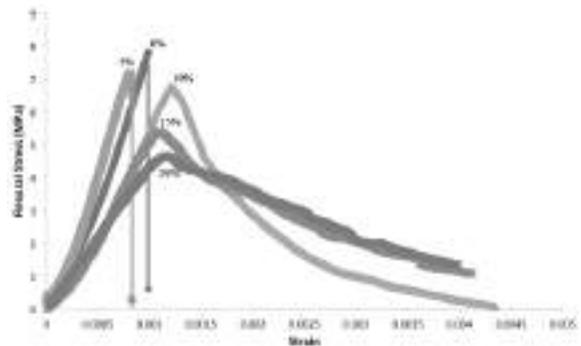


Figura 4 – Resultado dos ensaios de flexão do Concreto polimérico com resina poliéster

De acordo com as figuras apresentadas podemos observar uma diminuição da resistência tanto a compressão quanto à flexão do concreto polimérico quando substituímos a areia de fundição por PET reciclado triturado, porém observa-se também um incremento significativo da rigidez e do módulo de elasticidade.

CONCLUSÕES:

Esta pesquisa apresentou a análise de argamassas poliméricas, tanto epóxi e poliéster insaturado, fabricado com resíduos de PET triturado como substitutos de agregado fresco

sem qualquer tratamento especial, exceto lavagem e trituração. Testes de flexão e compressão foram realizados para se obter o comportamento mecânico do material.

A introdução de resíduos de PET triturados contribui para reduzir o peso específico das argamassas poliméricas testadas, altera significativamente o comportamento à flexão e à compressão. O módulo de elasticidade é adversamente afetado que aumenta até um determinado nível de teor de resíduos triturados PET, dependendo do material ligante. O material torna-se mais dúctil e apresenta uma falha menos frágil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET. Sexta Edição do Censo da Reciclagem do PET no Brasil, 2010:22 December [in Portuguese].

La Mantia FP, Vinci M. Recycling poly(ethyleneterephthalate). *Polym Degr Stabil* 1994;45:121–5.

La Mantia FP, Vinci M. Recycling of carbonated beverages bottles. *Polym Rec* 1994;1:33.

Rebeiz KS. Precast use of polymer concrete using unsaturated polyester resin based on recycled PET waste. *Constr Build Mater* 1996;10:215–20.

Byung-Wan J, Seung-Kook P, Jong-Chil P. Mechanical properties of polymer concrete made with recycled PET and recycled concrete aggregates. *Constr Build Mater* 2008;22:2281–91.

Abdel-Azim A. Unsaturated polyester resins from poly(ethylene terephthalate) waste for polymer ABIPET. Sexta Edição do Censo da Reciclagem do PET no Brasil, 2010:22 December [in Portuguese].

La Mantia FP, Vinci M. Recycling poly(ethyleneterephthalate). *Polym Degr Stabil* 1994;45:121–5.

La Mantia FP, Vinci M. Recycling of carbonated beverages bottles. *Polym Rec* 1994;1:33.

Rebeiz KS. Precast use of polymer concrete using unsaturated polyester resin based on recycled PET waste. *Constr Build Mater* 1996;10:215–20.

Byung-Wan J, Seung-Kook P, Jong-Chil P. Mechanical properties of polymer concrete made with recycled PET and recycled concrete aggregates. *Constr Build Mater* 2008;22:2281–91.

Abdel-Azim A. Unsaturated polyester resins from poly(ethylene terephthalate) waste for polymer



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 reprodutível.

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.



Grande Área do Conhecimento: Engenharias

ESTUDO DE CLASSIFICADORES PARA MONITORAMENTO NÃO INTRUSIVO DE CARGAS ELÉTRICAS COM DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS INTELIGENTES

Luan Maciel Matos Silva e Rainer Zanghi

Departamento de Engenharia Elétrica/Laboratório de Eletrônica

INTRODUÇÃO:

Grandes consumidores, que possuem quantidade de capital elevada, inserem medidores em sua rede elétrica para que sejam capazes de receber informações precisas do consumo de suas cargas, porém o pequeno consumidor não pode arcar com um custo alto para poder fazer o mesmo. A metodologia escolhida para visualização do consumo em baixo custo foi a aplicação do NILM (*Non Intrusive Load Monitoring*), desenvolvida por Hart [1]. Consiste em realizar medições sem que haja necessidade de interromper o circuito. Inserindo apenas um medidor por fase junto ao disjuntor da instalação, é possível medir toda a corrente de um circuito, uma alternativa mais barata. O objetivo geral desta pesquisa é investigar algoritmos de classificação que possam identificar eventos de liga e desliga de cada carga no sinal medido.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Neste trabalho, é utilizada a base de dados (BD) REDD [3]. A figura 1 mostra como a base é organizada, contendo os valores da *epoch* [4] e

da corrente rms coletados a cada segundo. Foi decidido organizar a BD REDD no formato janela deslizante (JD).

```
1303132929 224.19
1303132930 225.57
1303132931 226.09
1303132932 222.74
1303132933 222.20
1303132934 222.11
1303132935 223.14
1303132936 223.17
```

Figura 1 Primeiros 8 termos do main da base REDD

```
224.19, 224.19, 225.57, 225.57, 226.09, 0.0
224.19, 225.57, 225.57, 226.09, 226.09, 0.0
225.57, 225.57, 226.09, 226.09, 222.74, 0.0
225.57, 226.09, 226.09, 222.74, 222.74, 0.0
226.09, 226.09, 222.74, 222.74, 222.2, 0.0
226.09, 222.74, 222.74, 222.2, 222.2, 0.0
```

Figura 2 REDD convertido para JD

A BD no formato JD é ilustrada na Figura 2, onde cada tupla (linha da tabela) é composta por 5 amostras ou medições. Cada um dos primeiros 5 valores é repetido 2 vezes, para adequar o tempo entre amostras da BD REDD (1s) ao tempo da BD JD (0,5s).

O processo foi realizado na linguagem *Python*, na plataforma do *Google Collab*. O programa recebe os arquivos da BD REDD [3] de três aparelhos desagregados e outro da medição agregada. Em sua saída, tem como resultado 6 arquivos, com três diferentes BDs (1, 2 e 3

aparelhos) para cada um dos dois métodos de balanceamento utilizados: *undersampling* (subamostragem) e *oversampling* (sobre amostragem)[5].

Com as BDs organizadas, foi iniciado o processo de treinamento e análise dos classificadores *Naive Bayes*, *J48* e o *Multilayer perceptron* (MLP), utilizando o software WEKA [6]. O algoritmo que induz o classificador é inicialmente treinado com um conjunto de tuplas da BD e outras são separadas para validar o aprendizado. Essa separação foi feita utilizando duas técnicas, *Cross Validation* (CV) e *Percentage Split* (PS).

| JD1 (results: CV(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 46.1445 % | 51.1% | 47.4% | 48.1081 % | 51.3% | 48.7% |
| MLP | 41.9547 % | 51.1% | 44.4% | 50.7933 % | 49.4% | 43.3% |
| J48 | 89.001 % | 89.1 % | 89.1 % | 87.8081 % | 89.0% | 89.0% |

| JD2 (results: CV(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 40.1446 % | 34.4% | 40.4% | 30.1736 % | 38.0% | 33.2% |
| MLP | 34.0382 % | 34.4% | 34.4% | 34.4 % | 34.4% | 34.4% |
| J48 | 89.0048 % | 89.4% | 89.4% | 86.6288 % | 89.0% | 89.0% |

| JD3 (results: CV(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 50.1747 % | 57.1% | 55.4% | 50.8024 % | 56.7% | 51.0% |
| MLP | 49.4382 % | 50.7% | 49.4% | 49.4288 % | 50.0% | 49.0% |
| J48 | 89.1305 % | 89.1% | 89.1% | 88.0017 % | 89.2% | 89.0% |

| JD4 (results: PS(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 44.1111 % | 50.0% | 48.7% | 44.1111 % | 49.1% | 48.1% |
| MLP | 32.1251 % | 37.0% | 32.2% | 34.1465 % | 34.1% | 34.1% |
| J48 | 89.4474 % | 89.4% | 89.4% | 87.4417 % | 89.4% | 89.4% |

| JD5 (results: PS(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 40.1772 % | 36.0% | 40.0% | 30.8474 % | 33.2% | 30.0% |
| MLP | 30.3471 % | 33.0% | 33.0% | 33.7688 % | 33.0% | 33.0% |
| J48 | 89.0178 % | 89.0% | 89.0% | 87.7917 % | 89.0% | 89.0% |

| JD6 (results: PS(10)) | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------|---------------|
| | Accuracy | Precision | Sensibilidade | Specificity | F1-score | Sensibilidade |
| Naive Bayes | 40.1772 % | 37.1% | 38.2% | 37.8017 % | 37.1% | 37.0% |
| MLP | 30.3471 % | 34.1% | 34.2% | 33.0274 % | 34.0% | 34.0% |
| J48 | 89.0178 % | 89.2% | 89.2% | 88.0349 % | 89.0% | 89.0% |

Figura 3 Resultados da classificação das 3 bases

Inicialmente os resultados não foram satisfatórios pois a BD se encontrava desbalanceada. Então, foi feito o balanceamento da base, o que resultou nos dados obtidos na Figura 3. Os melhores

resultados foram da árvore de decisão J48 em todas as BDs.

```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  d  e  f  g  --- classified as
14874  58  41  191  353  55  19 | a = 0.0
  0 156371  0  0  0  0  0 | b = 1.0
  0  0 15511  0  0  0  0 | c = 2.0
  0  0  0 15446  0  0  0 | d = 3.0
  2  0  0  0 15617  0  0 | e = 4.0
  0  0  0  0  0 15532  0 | f = 5.0
  0  0  0  0  0  0 15746 | g = 6.0
    
```

Figura 4 Matriz de confusão da base JD3

Na Figura 4 é observado a matriz de confusão do J48 induzido para a base de dados JD3, que evidencia a eficaz separação do classificador. Os classificadores induzidos por este algoritmo se mostraram muito complexos para implementação em dispositivos de baixo custo. Por exemplo, para a base JD3, a árvore induzida possuía 653 folhas e o tamanho igual a 1305. O processo de classificação com as bases balanceadas via “undersample” não produziu resultados satisfatórios, isso se deve ao produto final do balanceamento ter reduzido drasticamente a quantidade de tuplas por evento.

CONCLUSÕES:

Na pesquisa realizada, foi feito um fluxo de processamento de dados da BD REDD [3] para NILM, contendo valores agregados e desagregados de corrente rms, para indução de classificadores de eventos liga/desliga no sinal agregado. Nestas BDs, as tuplas foram rotuladas com os eventos liga/desliga dos aparelhos e com evento indicando repouso. O melhor classificador foi obtido com o algoritmo J48, entretanto a árvore de decisão se tornou

muito grande e complexa, para que possa ser inserida em um dispositivo de baixo custo. Acredita-se que a aplicação da prática do NILM e os algoritmos de classificação são uma forma economicamente viável de realizar medições. Em trabalhos futuros, pretende-se gerar uma nova BD em um sistema teste controlado para mitigar problemas de ruído da BD REDD.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço primeiramente ao professor Rainer Zanghi pela ajuda e acompanhamento em todo o desenvolvimento do projeto, principalmente pelo conhecimento passado. Agradeço a minha avó, Heloísa Helena Campos Maciel, e a minha mãe, Eloá Maciel Garcia por toda a educação e oportunidades que me ofereceram. Por fim a bolsa da CNPQ pelo incentivo que auxiliou no estudo realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] G. W. Hart, "Nonintrusive appliance load monitoring," in Proceedings of the IEEE, vol. 80, no. 12, pp. 1870-1891, Dec. 1992, doi: 10.1109/5.192069.
- [2] S. Darby, "The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption: A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays," Environmental Change Institute, University of Oxford, Oxford, 2006
- [3] J. Z. Kolter, M. J. Johnson, "REDD: A Public Data Set for Energy Disaggregation Research", Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA, 2011

[4] Epoch "Epoch & Unix Timestamp Conversion Tools"[Online]. Disponível em:

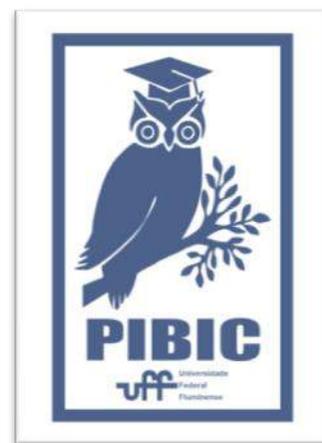
<https://www.epochconverter.com>

[5] A. L. Duca: *How to balance a dataset in python* ,[Online], Disponível em:

<https://towardsdatascience.com/how-to-balance-a-dataset-in-python-36dff9d12704>

[6]WEKA, disponível em:

<https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>





Engenharia

NANOPARTÍCULAS DE NÍQUEL SUPORTADO POR NANOESPUMA DE CARBONO COMO CATALISADORES PARA ELETRO-OXIDAÇÃO DA UREIA

Camilla Melo Alves¹, Mengying Ma¹, Caio Machado Fernandes², Mengfei Li¹, Angela Caroliny 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]. A pesquisa em catálises necessita de suportes com alta área superficial específica e nanopartículas ou átomos ativos depositados sobre estes suportes. Pode-se utilizar como suporte carbono de densidade ultrabaixa e nanopartículas metálicas ou átomos depositados que sobre este atuam como fase ativa. Au, Pt, Pd, Ni, Co, por exemplo, são metais utilizados como fase ativa. [2,3]. Recentemente foi relatado que o nanopartículas de Ni suportado por tecido de C pode ser usado como catalisador para eletro-oxidação da ureia [4] e a utilização de nanopartículas de Ni, como fase ativa, já foram bem caracterizadas. Há diversas maneiras possíveis de preparar materiais nanoestruturados. Entre elas está a deposição por laser pulsado (PLD), que se constitui um poderoso método para preparar nanomateriais. Recentemente em nosso

laboratório preparamos nanoespumas de MnOx para utilização em eletrodo de supercapacitores [5]. Outro exemplo das nanoestruturas preparadas são as nanoespumas de Carbono [6,7]. Neste trabalho planejamos preparar nanopartículas de Ni suportado por nanoespuma de C como catalisador para eletro-oxidação de ureia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Várias amostras foram preparadas por meio de deposição por PLD na atmosfera de argônio variando a pressão de 1,0 para 2.0 Torr. Em sequência, a espectroscopia e o MEV foram feitos para a obtenção da análise morfológica a qual podemos observar pelas figuras 1, 2 e 3 abaixo. Através das imagens é perceptível que quando há aumento da pressão a amostra fica mais porosa. A maior porosidade gera maior área específica superficial e isso beneficia as aplicações como catalisadores e supercapacitores. Com os resultados obtidos,

podemos entender que a melhor condição para preparar as nanoespuma de C é na pressão de 2,0 Torr.

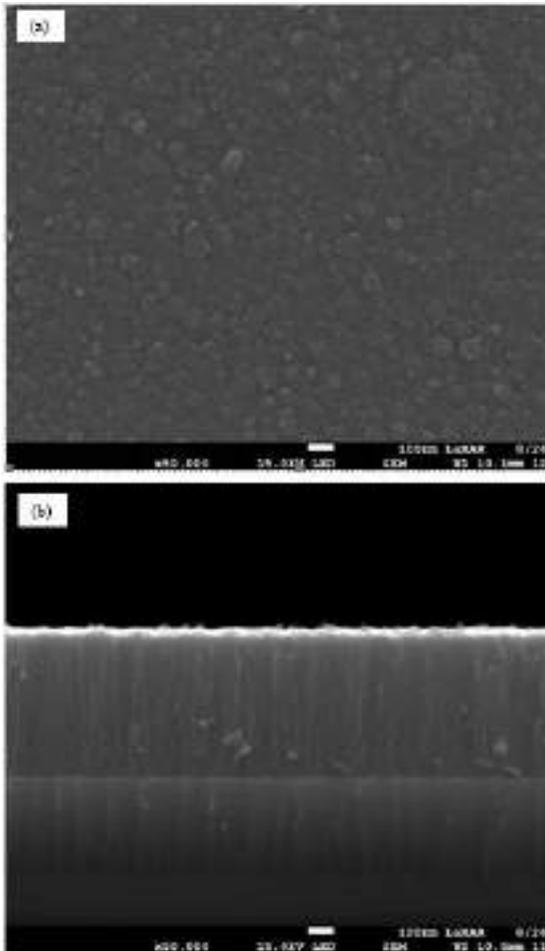


Figura 1. Imagens de MEV para a amostra de C depositada na pressão 1,0 Torr. (a) Superfície e (b) Seção transversal.

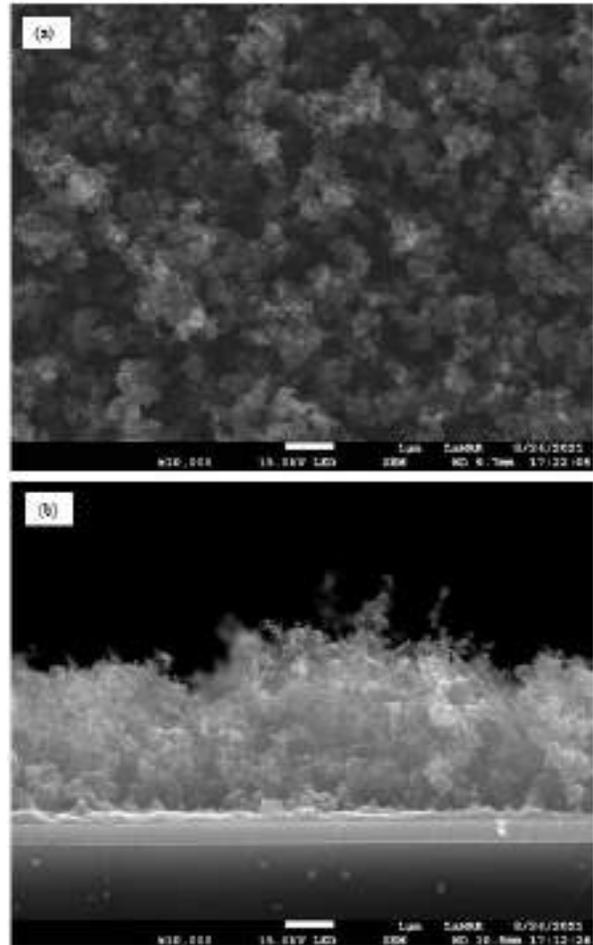


Figura 2. Imagens de MEV para a amostra de C depositada na pressão 1,5 Torr. (a) Superfície e (b) Seção transversal.

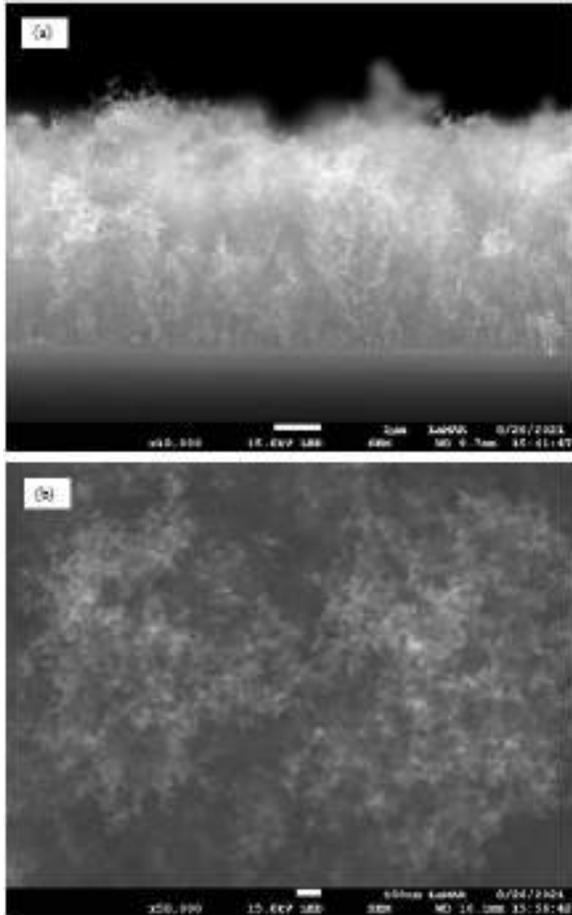


Figura 3. Imagens de MEV para a amostra de C depositada na pressão 2,0 Torr. (a) Superfície e (b) Seção transversal.

Devida a alta resistividade, o resultado de Voltametria Cíclica mostrou-se com baixa atividade catalítica e, por esta razão, para aumentar a condutividade foi-se necessário mudar o suporte para o tecido de carbono que se mostrou mais eficiente. Podemos observar através dos resultados abaixo:

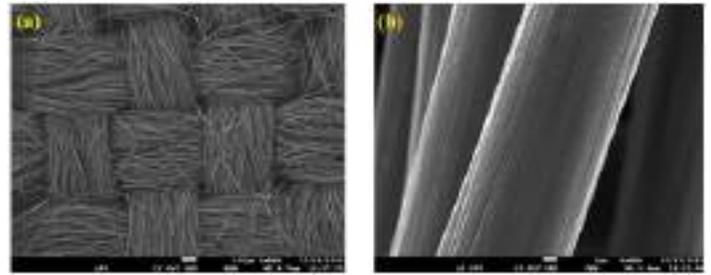


Figura 4. Imagem em MEV de (a) baixa magnificação e (b) alta magnificação.

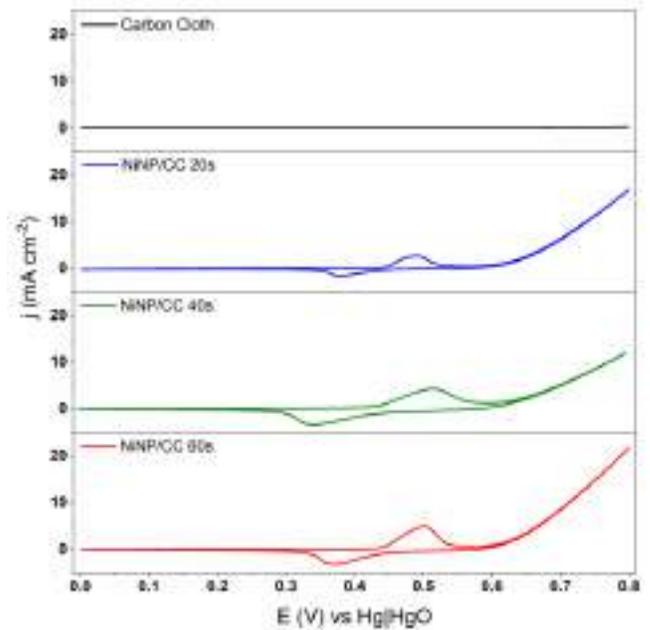


Figura 5. Voltametria Cíclica do tecido de carbono com nanopartículas de Ni com tempo de deposição diferente em 1 mol L⁻¹ KOH na temperatura ambiente.

CONCLUSÕES:

Foram feitas amostras de C em diferentes pressões de argônio no sistema PLD. Os resultados de MEV mostram que a melhor pressão de argônio para preparação de nanoespuma de C por PLD é 2,0 Torr.

Devida a alta resistividade, o resultado de Voltametria Cíclica mostrou-se com baixa atividade catalítica e, por esta razão, para aumentar a condutividade foi-se necessário mudar o suporte para o tecido de carbono que se mostrou mais eficiente. Com isso, as nanopartículas de níquel também foram suportadas com sucesso em tecido de carbono via deposição de laser pulsado em três tempos diferentes de deposição (20s, 40s e 60s). Os materiais sintetizados foram aplicados como catalisadores para a reação de eletro-oxidação da uréia em meio alcalino.

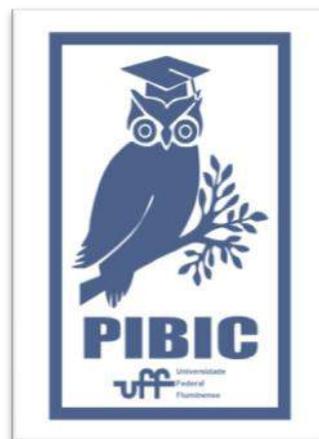
O MEV mostra que as nanopartículas preparadas com 20s de deposição de níquel formaram menor aglomeração de nanopartículas e se dispersaram melhor em tecido de carbono, por outro lado, 60s de deposição de níquel resultaram em maior aglomeração de nanopartículas.

Os resultados obtidos através da Voltametria Cíclica em tecido de carbono mostram que a densidade de corrente normalizada por área geométrica é máxima em amostras de 60s, porém a densidade de corrente normalizada por área ativa eletrônica é máxima em amostras de 20s.

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.





Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: IMPACTOS ENERGÉTICOS DA ADAPTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE GERADORES FOTOVOLTAICOS COMO ELEMENTOS DE FACHADAS E COBERTURAS DE EDIFICAÇÕES URBANAS

Autores: Mamadou Gning e Gilberto Figueiredo Pinto Filho

Departamento/Unidade/Laboratório: Engenharia Civil/Escola de Engenharia/Laboratório Aplicações Fotovoltaicas

INTRODUÇÃO

Em virtude da alta demanda energética notada nos edifícios, considera-se a contribuição das edificações à eficiência energética como chave fundamental em médio e longo prazo.

O sistema fotovoltaico (FV) adaptado ou integrado ao edifício surge como uma tecnologia viável para melhorar o desempenho energético do edifício e reduzir os efeitos ambientais causados pela geração de eletricidade. É importante que a integração FV ao edifício acompanhe a eficiência na utilização dos recursos energéticos.

O objetivo geral do trabalho é avaliar os processos termoenergéticos referentes à adaptação e à integração de geradores FV às edificações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desempenho de uma célula FV depende principalmente de sua temperatura e da irradiância incidente. A temperatura de da célula (T_c) é influenciada pelas propriedades óticas dos componentes dos módulos, pela eficiência

elétrica das células, pela temperatura ambiente, pelo vento, pelas propriedades de transferência de calor, pelo albedo e, finalmente, pela radiação incidente [1]. Percebe-se grande interesse em propor e validar modelos para estimar T_c . Uma breve revisão literária de um conjunto de correlações empregadas para o cálculo da T_c pode ser encontrada nos trabalhos [2] e [3].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Simulou-se o desempenho energético de um modelo de edifício em um caso base (sem FV), com gerador FV integrado à cobertura (Modelo 2) e, com gerador FV integrado à fachada (Modelo 3). O objeto de estudo foi simular um protótipo virtual representando uma sala de aula em Niterói/RJ.

As simulações foram realizadas na plataforma *EnergyPlus*, versão 8.7, com arquivo climático disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para prever a geração fotovoltaica, foram utilizados os modelos: “Equivalent One-Diode”, baseado no circuito equivalente de 1 diodo, e o “Decoupled NOCT Conditions” para computar T_c . Detalhes sobre esses modelos podem ser encontrados nos trabalhos de [4].

Para a T_c , a diferença entre os modelos 2 e 3 chegou a atingir cerca de $2,8^\circ\text{C}$, às 12:00h, como pode ser visto na Fig. 1. Apesar dos geradores possuírem inclinações distintas (Modelo 2 em 25° e Modelo 3 em 47°), a produção energética anual dos modelos foi próxima. Assim, o microclima associado ao entorno de adaptação do gerador FV acabou por elevar a T_c e reduzir a eficiência do modelo 2.

Como [5] já havia demonstrado, a eficiência de conversão reduz 0,06% a cada aumento de 1°C na T_c . Aqui, embora a máxima irradiância atingida pelos módulos (733 W/m^2) não seja igual a de referência (STC), os resultados apontaram os mesmos efeitos da T_c na eficiência de conversão.

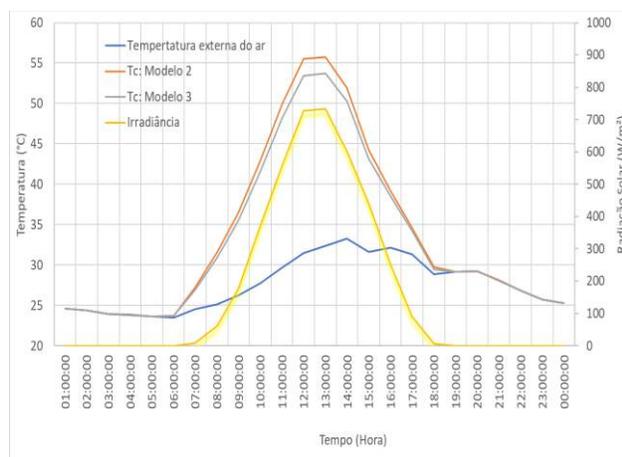


Figura 1: Temperatura ambiente, T_c e irradiância (11/02).

Nota-se um acréscimo de $0,48^\circ\text{C}$ na temperatura interna da zona do Modelo 3, às 12h00, comparado ao Modelo 2, como pode ser visto na Fig. 2. Apesar das variações nas temperaturas de ar na zona do Modelo 2 em comparação ao Modelo 3 parecerem pouco expressivas, acredita-se que a variação observada poderá ser

significativa em larga escala com modelos complexos.

Estudos realizados em [6] demonstram que em zonas com clima relativamente quente que necessitam alta carga anual de resfriamento, a aplicação parcial de módulos FV nos telhados de edifícios reduz consideravelmente o consumo anual de energia por resfriamento. [7] mostra que módulos FV incorporados em laje de edifícios diminuem em 6% a temperatura média interna da laje em comparação à temperatura interna da laje do ambiente sem sombreamento. Nota-se ainda maior estabilidade térmica dos ambientes internos cobertos por módulos FV.

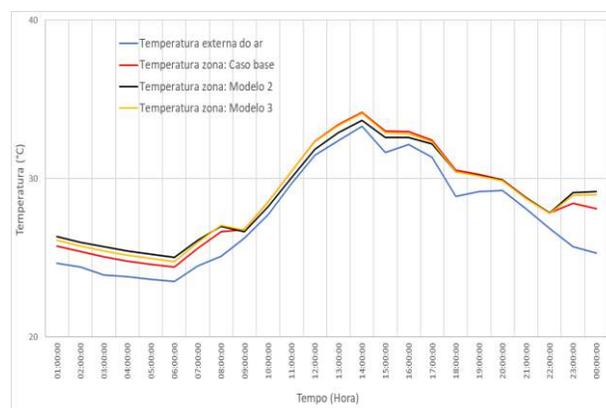


Figura 2: Temperatura média ar na zona (11/02).

Observa-se uma tendência muito similar ao que se prospectou na literatura, pois o caso base apresentou temperatura média do ar na zona térmica mais alta do que na mesma zona térmica dos Modelos 2 e 3 nos horários de maior irradiância incidente. Entretanto, as variações não são significativas. Por hipótese, ambos os modelos com o gerador FV apresentam um vácuo de ar e isto pode reduzir os mecanismos de transferência de calor a atuarem da forma que deveriam.

CONCLUSÕES

O trabalho mostrou que as trocas térmicas, devido ao acréscimo de temperatura ao considerar as propriedades termo-fluidas do material FV, impactam o desempenho do ambiente e do sistema FV. Verificou-se uma redução na temperatura média do ar interno, o que pode impactar na temperatura radiante a que os usuários estão submetidos.

Além disso, é importante destacar que os diferentes modelos de adaptação de sistemas FV adotados influenciaram mais nas questões da eficiência do sistema FV, relacionado à geração de energia elétrica, do que no desempenho térmico, relacionado aos ganhos térmicos para o ambiente simulado.

A maior radiação solar incidente acarretou em um aumento nos ganhos térmicos da zona, além de elevar a T_c e, conseqüentemente, reduzir a eficiência do sistema FV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOA, Y. B. et al., 2017 Thermal analysis of a BIPV system by various modelling approaches. *Solar Energy*, v. 155, p. 1289–1299.

[6] Dominguez, A. et al., 2011. Effects of solar photovoltaic panels on roof heat transfer. *Solar Energy*, v. 85, n. 9, p.2244-2255.

[3] Gning, M. et al., 2022. Representação termoenergética de geradores fotovoltaicos relacionados com o ambiente construído. IX CBENS.

[4] Rodrigues, T. T. V., 2018. A influência térmica de sistemas fotovoltaicos integrados a fachadas no desempenho energético de edificações. Dissertação-UFV.

[5] Rahman, M. et al., 2015. “Effects of Various Parameters on PV-Module Power and Efficiency”, *Energy Conversion and Management*, 103: 348-58.

[2] Santos, L. O. et al., 2020. Modelos para a temperatura de operação de módulos fotovoltaicos: uma revisão das correlações e variáveis pertinentes. VIII CBENS.

[7] Ramalho, et al., 2020. Análise da influência de módulos FV no desempenho térmico de uma edificação. VIII CBENS

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à UFF pelo apoio prestado na realização das pesquisas no âmbito do PIBIC 2021/2022.





GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO - 3.08.00.00-5

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TÍTULO DO PROJETO: AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS NA
PERSPECTIVA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS SUSTENTÁVEL**

**AUTORES: VERÔNICA RAMOS DA COSTA E PRISCILLA
CRISTINA CABRAL RIBEIRO**

**DEPARTAMENTO/UNIDADE/LABORATÓRIO: DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE/ ENGENHARIA DE RECURSOS
HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE/ ESCOLA DE ENGENHARIA**

INTRODUÇÃO

Segundo Carvalho *et al.* (2010) e Rao e Holt (2005), a *Green Supply Chain Management* (GSCM) tem como propósito reduzir os impactos ambientais dentro da empresa visando o seu melhor desenvolvimento no desempenho ambiental, econômico e operacional.

A gestão de risco na GSCM tem como finalidade identificar, analisar, monitorar e obter a criação de estratégias para solucionar os imprevistos que acontecem dentro da empresa e auxiliar ao consumo inadequado (Hallikas *et al.*, 2020; Rostamzadeh *et al.*, 2017; Adbel-Basset & Mohamed, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, a pesquisa bibliográfica foi realizada com base na revisão de literatura, que teve seu início com buscas nas bases Scopus e Web of Science, com alguns filtros e *strings*.

Na segunda etapa, na estruturação do texto com base nos artigos pesquisados houve a formação do roteiro de perguntas, baseado nos construtos da revisão de literatura, com uma escala tipo *Likert* para as perguntas fechadas. A

coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, conduzidas pela plataforma Google Meet. Foram selecionados quatro entrevistados que trabalham em empresas de grande porte no mercado brasileiro, nos setores de óleo e gás (E1; E4), automotivo (E2) e varejo de moda (E3), com formação de nível superior e nos cargos de gerência ou coordenação. Na etapa de análise de dados, houve uma contraposição entre teoria e campo.

Assim, identificou-se as três dimensões na GSCM (social, econômica e ambiental) e seus indicadores para medir o nível de sustentabilidade das empresas. Depois, foi estudada a gestão de risco das empresas.

Na primeira parte da pesquisa de campo, na análise sobre o quanto a empresa é sustentável, na dimensão ambiental, as empresas foram consideradas mais alinhadas com a Certificação da ISO 14001 e com possibilidade de melhorias em Logística Reversa. Foi possível perceber que as empresas estão preocupadas com a Eficiência Energética. Na dimensão social, as empresas têm sido mais sustentáveis por meio da Segurança no Ambiente de Trabalho, por

estarem preocupadas com a saúde dos seus funcionários, tendo em vista que suas condições físicas e mentais interferem no seu bem estar e, conseqüentemente, na produtividade das empresas. Por outro lado, elas precisam investir mais na Saúde Ocupacional. Na dimensão econômica, as empresas se destacam no Custo de Transporte e precisam minimizar o Custo da matéria-prima.

Nas dimensões, dentre os entrevistados, a empresa que o E4 atua está mais forte na dimensão ambiental do que as demais, na dimensão social, a empresa do E3, e na dimensão econômica a E2 e a E4 empataram.

Com base nos estudos e no questionário das perguntas fechadas sobre o Risco de Gestão, pode-se perceber que na dimensão ambiental, o indicador que impactou mais as cadeias das quatro empresas foi a Energia Renovável, enquanto a Qualidade do solo foi aquele que produziu o menor impacto. Na dimensão econômica, o indicador que mais impactou as cadeias foi o Custo e os demais obtiveram pontuações iguais, mas menores. Na dimensão social, a Segurança no Trabalho impactou mais as empresas, ao passo que o indicador que menos impactou as empresas foi o Equidade social e de gênero.

CONCLUSÕES

Percebeu-se com a revisão de literatura que a dimensão social possui poucos artigos, podendo ser mais explorada.

Na dimensão ambiental, todas as três empresas poderiam buscar um conhecimento sobre Energia Renovável. Para a empresa do varejo de moda, é preciso observar os riscos da

dimensão ambiental. Na dimensão social, as empresas precisam reduzir os acidentes de trabalho e melhorar a qualidade de vida do trabalhador. Na dimensão econômica, apesar de as empresas estarem preocupadas com os Custos, esse indicador ainda é um risco para a sua cadeia.

A pesquisa pode ser mais aprofundada com atualização da revisão de literatura e pesquisa de campo em outras empresas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa que possibilitou que a aluna pudesse participar do desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ADBEL-BASSET, Mohamed; MOHAMED, Rehab. A novel plithogenic TOPSIS-CRITIC model for sustainable supply chain risk management. **Journal of Cleaner Production**, v. 247, p. 119586, 2020.

CARVALHO, Helena; AZEVEDO, Susana Garrido; CRUZ-MACHADO, Virgilio. Supply chain performance management: lean and green paradigms. **International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling**, v. 2, n. 3-4, p. 304-333, 2010.

HALLIKAS, Jukka; LINTUKANGAS, Katrina; KÄHKÖNEN, Anni-Kaisa. The effects of sustainability practices on the performance of risk management and purchasing. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121579, 2020.

RAO, Purba; HOLT, Diane. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25

n. 9, p. 898-916, 2005.

ROSTAMZADEH, Reza et al. Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach.

Journal of Cleaner Production, v. 175, p. 651-669, 2018.



Engenharias

SISTEMA COMPUTACIONAL PARA AUXILIAR A MONTAGEM DE QUADROS DE HORÁRIO ESTUDANTIS PERSONALIZADOS: UMA ABORDAGEM VIA MODELAGEM MATEMÁTICA NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PARTE 2

Kelly Alonso Costa – VEP/ EEIMVR – UFF (Professora)

Tiago Araújo Neves – VCE/ EEIMVR – UFF (Professor)

Marcelo Lira Brandão – VEP/ EEIMVR – UFF (Aluno Bolsista)

INTRODUÇÃO:

O fenômeno de retenção e a evasão no ensino superior têm sido objetos de estudo nos últimos 15 anos e ganharam maior visibilidade nas pesquisas devido à complexidade desse fenômeno. Uma das possíveis razões para estes problemas é a dificuldade dos alunos em montar seus horários de maneira eficiente. A modelagem e a análise de decisão fornecem resultados para alocação de tempo, espaço, recursos, em aplicações na matemática, estatística e engenharia e pode ser uma solução viável para construir horários em instituições de ensino. Os problemas relacionados à montagem de quadros de horários no contexto educacional pertencem às classes de problemas NP-Completo ou NP-Difícil, de árdua solução mesmo com o uso de computadores. O Problema de Construção de Horário Personalizado (PCHP) consiste em encontrar o melhor conjunto de turmas para um aluno, considerando as disciplinas que já concluiu e as disciplinas e turmas disponíveis no semestre em curso, priorizando as disciplinas obrigatórias e importantes para a sua progressão no programa. Este trabalho tem como objetivo adaptar o problema às peculiaridades da UFF e

tentar uma abordagem que garanta a otimalidade. A versão Parte 1 (2020) do projeto, utilizava um cálculo matricial que envolvia multiplicação de matrizes e vetores para achar a solução. A versão Parte 2 (2021) utiliza a modelagem por grafo que é mais eficiente e elegante. O objetivo da formulação matemática é maximizar o número total de intervalos de tempo utilizados em uma semana (carga horária semanal) considerando as disciplinas/turmas disponíveis, a relevância de uma disciplina nas cadeias de disciplinas do curso e as disciplinas já concluídas pelo(a) aluno(a).

Seja $S \subset V$ o conjunto de disciplinas que já foram cursadas pelo aluno, e VR o conjunto de disciplinas que podem ser cursadas pelo aluno, ou seja, o subconjunto de $V - S$ em que não existem arcos incidentes definido como:

$$VR = \{i: i \in V - S, \exists (j, i) \in E, j \in V - S\} \quad (3)$$

Seja q limite de horas que o aluno pode cursar semanalmente. Seja c_i a carga horária da disciplina i . Seja L_i o conjunto de turmas da disciplina i . Seja T o conjunto de horários do quadro. Seja h uma constante que assume 1

se a turma k da disciplina i possui um encontro que ocupa o horário t . Seja x_{ik} uma variável binária que assume 1 se a turma k da disciplina i é selecionada para o quadro e 0 caso contrário.

A seguinte formulação pode ser usada para modelar o PCHP:

$$\max \sum_{i \in VR} \sum_{k \in L_i} p_i c_i x_{ik} \quad (4)$$

s. a.

$$\sum_{k \in L_i} x_{ik} \leq 1, \forall i \in VR, \quad (5)$$

$$\sum_{i \in VR} \sum_{k \in L_i} c_i x_{ik} \leq q, \quad (6)$$

$$\sum_{i \in VR} \sum_{k \in L_i} h_{ikt} x_{ik} \leq 1, \forall t \in T, \quad (7)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\}, \forall i \in VR, \forall k \in L_i. \quad (8)$$

A função objetivo (4) maximiza a prioridade e a carga horária das disciplinas escolhidas. As restrições (5) garantem que no máximo uma turma de cada disciplina seja escolhida. A restrição (6) assegura o limite máximo de horas semanais. As restrições (7) impedem o choque de horários e as restrições (8) tratam da integralidade e não negatividade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Como instâncias do problema foram utilizados casos reais de um dos cursos presenciais de Engenharia de Produção. Para a resolução das instâncias do problema, foi utilizado o software CPLEX 12.6 e um computador com processador

i7 de primeira geração, 8 GB de memória principal, Sistema Operacional Linux.

Serão mostrados os resultados obtidos para o caso de um aluno que não finalizou várias disciplinas em seus devidos períodos e tem a várias opções para cursar. Os dados são do segundo semestre de 2019. Cada turma é representada por uma letra, que indica a disciplina, e um número de identificação. As disciplinas (e letras correspondentes) que poderiam ser cursadas são: Desenho (d); Física 3 (f); Física Exp. 3 (x); Eq. Diferenciais Ordinárias (e); Resist. dos Materiais I (r); Termodinâmica clássica (t); Processos Industriais (c); administração Financeira (a); Metodologia de desenvolvimento de produtos (m); Planejamento Elétrico Aplicado a Eng. de Produção (p); Sistemas Enxutos (s); Empreendedorismo (b); Análise de Investimento (i); e Tópicos Especiais em Engenharia de Petróleo (o). A distribuição das turmas ao longo da semana é mostrada na Figura 1.

| Hor. | seg. | Ter. | Qua. | Qui. | Sex. |
|------|-------|----------|----------|-------------|----------------|
| 8 | | f1-f2 | f1-f2 | x1 | d1-b1 |
| 9 | | f1-f2 | f1-f2 | x1 | d1-b1 |
| 10 | f3 | t1 | | f3-e3-r1-t1 | d1-b1-x4-e3-r1 |
| 11 | f3 | t1 | | f3-e3-r1-t1 | d1-b1-x4-e3-r1 |
| 12 | | | | | d1 |
| 13 | | | | | |
| 14 | r3-t3 | i1-o1 | d2-r2-r3 | x2-e1-t2 | d3-x5-e1-t2 |
| 15 | r3-t3 | i1-o1 | d2-r2-r3 | x2-e1-t2 | d3-x5-e1-t2 |
| 16 | t3 | i1-o1-r2 | d2 | x3 | d3-c1 |
| 17 | t3 | o1-r2 | d2 | x3 | d3-c1 |
| 18 | e2 | e2-a1 | d2 | s1 | d3-p1-c1-m1 |
| 19 | e2 | e2-a1 | | s1 | p1-c1-m1 |
| 20 | | a1 | | s1 | p1-m1 |
| 21 | | a1 | | s1 | p1-m1 |

Figura 1 – Distribuição de turmas entre horários/dias da semana.

solução ótima pode ser encontrada em menos de um segundo.

A Figura 2 mostra o resultado obtido para o cenário exposto. A formulação conseguiu montar um quadro de horários válido escolhendo 8 disciplinas (das 14 possíveis) totalizando 32 horas semanais. Note que 32 horas é o limite imposto por norma do curso.

| Hor. | Seg. | Ter. | Qua. | Qui. | Sex. |
|------|------|------|------|------|------|
| 8 | | f2 | f2 | | d1 |
| 9 | | f2 | f2 | | d1 |
| 10 | | t1 | | t1 | d1 |
| 11 | | t1 | | t1 | d1 |
| 12 | | | | | d1 |
| 13 | | | | | |
| 14 | r3 | i1 | r3 | e1 | e1 |
| 15 | r3 | i1 | r3 | e1 | e1 |
| 16 | | i1 | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | s1 | m1 |
| 19 | | | | s1 | m1 |
| 20 | | | | s1 | m1 |
| 21 | | | | s1 | m1 |

Figura 2 – Solução obtida pelo modelo matemático.

O tempo médio para a resolução dos casos reais é de 0,35 segundos, mostrando que a solução do PCHP via método exato é viável.

CONCLUSÕES:

O trabalho realizado até agora mostra que o estudo atingiu com sucesso seus objetivos. Os fatos provaram que é factível resolver o PCHP por um método exato. A modelagem por grafo possibilitou sensivelmente a simplificação do modelo utilizado na versão anterior, além de reduzir o número de cálculos necessários na fase de pré-processamento. A partir dos resultados preliminares, pode-se dizer que a aplicação deste método em casos práticos é viável, e a



Engenharias

EVITANDO PERDA DE ORDEM GLOBAL COM O DESENVOLVIMENTO DE DISCRETIZAÇÕES ESPACIAIS MELHORADAS PARA PONTOS PRÓXIMOS AO CONTORNO

João Pedro M. M. Lira

Departamento/Unidade/LARE

INTRODUÇÃO:

Problemas de valor inicial cujas equações de governo são modeladas usando equações diferenciais parciais muitas vezes utilizam esquemas com alta ordem de precisão na discretização espacial do domínio, sejam eles explícitos ou compactos. Além disso, esses esquemas precisam ser modificados nas regiões próximas ao contorno, e no contorno, para não utilizar pontos fora do domínio. Contudo, esses esquemas adicionais relativos ao contorno precisam ter a suas ordens de precisão reduzidas para que a marcha do problema no tempo não se torne numericamente instável. Isso reduz significativamente a ordem de precisão global do esquema resultante. No presente projeto, novos esquemas para a região do contorno contendo um maior número de pontos na discretização espacial serão desenvolvidos para gerar esquemas adicionais que possuem não apenas a mesma ordem de precisão do esquema usado para o domínio, como também os mesmos erros de truncamento difusivo (de amplitude) e 2) dispersivo (de fase) dominantes. Dessa forma, se esperar eliminar, ou pelo menos minimizar, a perda de estabilidade numérica da marcha no tempo

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

1 Discretizações de Contorno

Foram desenvolvidas discretizações de contorno para esquemas de 4 e 6 ordens para a primeira e a segunda derivada. O erro de truncamento dos esquemas desenvolvidos possui os primeiros N termos equivalentes as discretizações centradas, onde $\overline{N} \in [0,6]$ para as derivadas de 4 ordem e $\overline{N} \in [0,10]$ para derivadas de 6 ordem.

Os esquemas foram desenvolvidos a partir de combinações lineares do polinômio de Taylor descrito em diferentes pontos.

1.1 Discretizações

A Eq. (1) ilustra a aproximação centrada de quarta ordem para a primeira derivada.

$$\left. \frac{du}{dx} \right|_i = \frac{u_{i-2}/6 - 4u_{i-1}/3 + 4u_{i+1}/3 - u_{i+2}/6}{2\Delta x} + \left[\frac{\Delta x^4}{30} \frac{d^5u}{dx^5} + \frac{\Delta x^6}{120} \frac{d^7u}{dx^7} + O(\Delta x^9) \right] \quad (1)$$

A Eq. (1) pode ser utilizada para obtenção para os esquemas de contorno com os primeiros dois termos do erro de truncamento equivalente a Eq. (1).

$$\left. \frac{du}{dx} \right|_i = \frac{1}{\Delta \Delta x} \sum_{j=1}^7 B_j \cdot u_k + O(\Delta x^4) \quad (2)$$

Tabela 1. Coeficientes da Eq. (2)

| l | 1 | 2 | Nx | Nx-1 |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| k | j | j | i+1-j | i+2-j |
| A | 60 | 60 | 60 | 60 |
| $\overline{B_1}$ | -140 | -5 | 140 | 5 |
| $\overline{B_2}$ | 320 | -105 | -320 | 105 |
| $\overline{B_3}$ | -355 | 215 | 355 | -215 |
| $\overline{B_4}$ | 280 | -180 | -280 | 180 |
| $\overline{B_5}$ | -140 | 105 | 140 | -105 |
| $\overline{B_6}$ | 40 | -35 | -40 | 35 |
| $\overline{B_7}$ | -5 | 5 | 5 | -5 |
| $\overline{O(\Delta x^4)}$ | $\frac{\Delta x^4 d^5 u}{30 dx^5}$ |
| | $\frac{\Delta x^6 d^7 u}{252 dx^7}$ | $\frac{5\Delta x^6 d^7 u}{63 dx^7}$ | $\frac{\Delta x^6 d^7 u}{252 dx^7}$ | $\frac{5\Delta x^6 d^7 u}{63 dx^7}$ |

1.2 Análise das discretizações

Fez-se uso de funções periódicas para análise de comportamento do erro e ordem, onde o domínio foi limitado a um número inteiro de períodos.

A seguir são apresentados os resultados para a aproximação completamente avançada de 4 ordem da primeira derivada, dado pela Eq. (2) quando ... A função utilizada para o estudo é descrita pela Eq. (3).

$$\overline{F(x)} = \text{Cos}(x + 1,5\pi) ; x \in [0, 2\pi] \quad (3)$$

Na figura 2 é possível de observar o erro absoluto do esquema ao ser aplicado no contorno para diferentes malhas, sendo o domínio dado pela aproximação de 4 ordem centrada. Para efeito de comparação a figura 1 apresenta o mesmo para um contorno periodico.

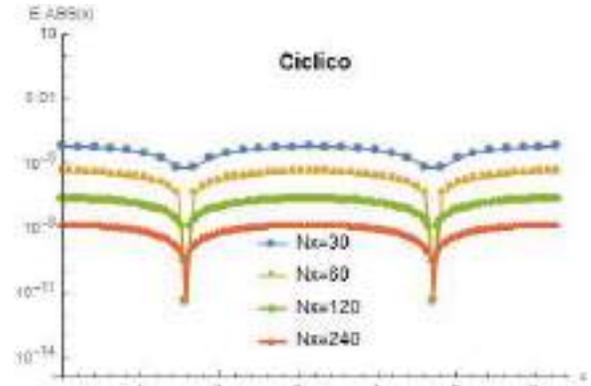


Figura 1. Erro absoluto contorno periodico

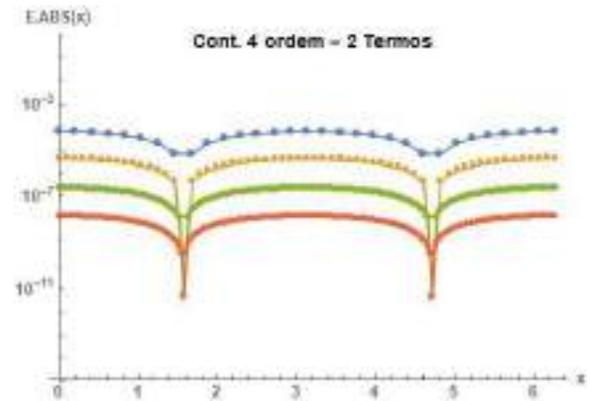


Figura 2. Erro absoluto com contornos de 4 ordem e 2 termos equivalentes

Ao comparar os erros das diferentes discretizações avançadas, que podem ser utilizadas no contorno nota-se uma estabilização do erro conforme se aumenta o número de termos equivalentes. O comportamento evidenciado na figura 3, também foi observado em maior ou menor grau, para os demais esquemas.

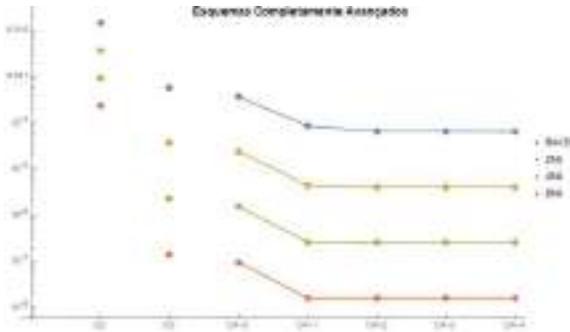


Figura 3. Erro absoluto por discretização de contorno, esquemas completamente avançados

A análise de ordem da discretização sendo aplicada no contorno e no domínio são dados pelas figuras 4 e 5, respectivamente.

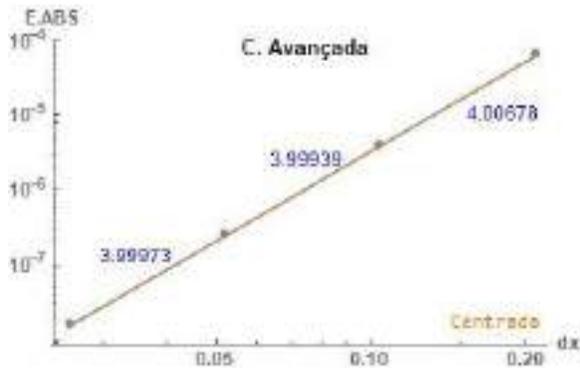


Figura 4. Ordem de esquemas de 4 ordem com 2 termos equivalentes aplicados no contorno.

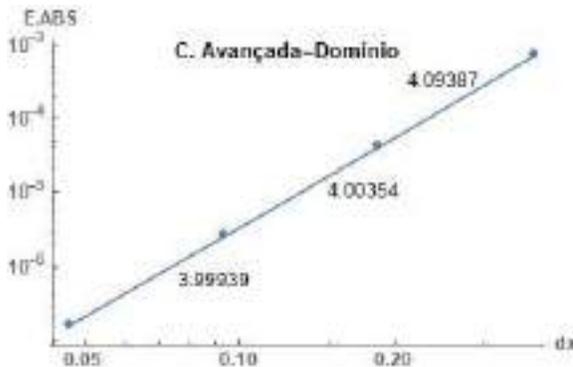


Figura 5. Ordem de esquemas de 4 ordem com 2 termos equivalentes aplicados no domínio.

2 Estabilidade

Com o intuito de verificar o comportamento da estabilidade numérica do métodos

desenvolvidos fez-se uso de uma modelo de difusivo-convectivo, Eq(3).

$$\frac{\partial T}{\partial t} + U \frac{\partial T}{\partial x} = V \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (3)$$

Inicialmente, o estudo partiu da análise da estabilidade sem as considerações de contorno avaliando o modulo do fator de amplificação (Ganho) do modelo de acordo com o criterio de Newton/Vonn Neuman, Eq (4). Dadas as caracteristas do modelo, utilizou-se de um Vnn fixo buscando a região de trasição de estabilidade foi feita atravez do valor de Cfl.

$$|G| \leq 1 \quad (4)$$

$$Vnn = \frac{v \Delta t}{dx^2} \quad (5)$$

$$Cfl = \frac{U \Delta t}{dx} \quad (6)$$

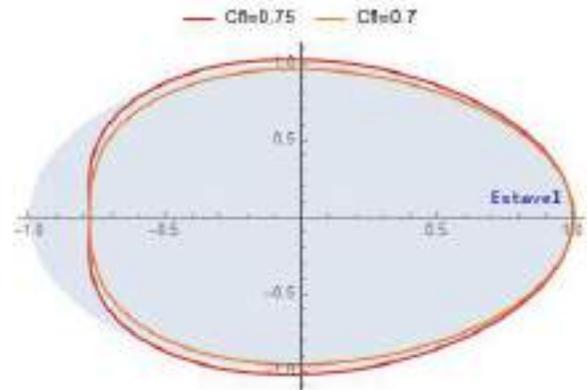


Figura 5. Análise do CFL max. para um metodo de 4 ordem estavel da o Vnn=1/3

Ao incrementar as condições de contorno na análise, o Ganho equivalente e dado pelo autovalor da matriz do sistema equações dos pontos da malha. Esta análise será feita para as seguintes de contorno: periódico, ordem reduzida e mesma ordem.

Para cada umas das condições apresentadas anteriormente torna-se necessario um estudo de sensibilidade da precisão e convergencia de malha.

A validação do estudo será feita através da simulação direta (DNS) de um modelo que atenda as características do problema proposto pela Eq (3).

Observações finais:

O próximo é finalizar os estudos de sensibilidade dos esquemas de ordem reduzida. Seguindo do estudo de estabilidade para os esquemas de mesma ordem e da implementação do DNS da Eq. (4), que servirá para validação dos passos anteriores e iludir sobre o comportamento numérico real das funções de fechamento de contorno.

Com isso, é esperado que se observe um incremento no CFL máximo do esquema reduzindo a instabilidade numérica e aproximando-se do comportamento dos esquemas de contorno periódico.

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer ao meu professor, Leonardo S. de B. Alves, pela orientação e ajuda. Assim as instituições da Universidade Federal Fluminense e a CNPq por possibilitarem este trabalho.





Grande área do conhecimento: Engenharia Civil

Título do Projeto: APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM PRÉDIOS RESIDENCIAIS UTILIZANDO SENSORES DE VAZÃO.

Autores: Mariana Silva de Salles e Orlando Celso Longo

Departamento/Unidade/Laboratório: Escola de Engenharia UFF

INTRODUÇÃO:

A proposta deste estudo é apresentar um método para minimizar o consumo de perda d'água potável e o custo da implementação de um sistema inteligente. A implementação de um sistema de medição individual de água nos edifícios antigos se deu ao conceito mundialmente conhecido por *Smart Cities*, pois utilizamos conhecimentos de sensores para a coleta de dados e estudos das informações obtidas. Dessa forma, teremos o conhecimento da Engenharia Civil contribuindo para o desenvolvimento de uma cidade inteligente como implementação de projetos tecnológicos que estão imersos no cotidiano brasileiro.

Na lei brasileira N° 13.312, sancionada em 2016, está previsto a obrigatoriedade de um sistema de medição individualizada de água nos prédios residenciais. Esta lei previa solucionar o problema de escassez de recursos hídricos no Brasil, visto que existe uma preocupação ambiental para amenizar os desperdícios de águas. Todavia, a lei previa a adesão desse sistema em todas as construções, até mesmo as antigas existentes. Com isso, houve um

estudo sobre como solucionar e implementar um sistema de medição individual nas construções antigas.

Portanto, neste contexto, a presente pesquisa propõe um estudo de uma alternativa simples e acessível para que se torne uma aplicação viável a adesão nos prédios antigos à Lei 13.312/2016, alcançando, assim, economia de água. Além disso, este estudo apresenta viés social e ambiental, pois corrobora no desenvolvimento humano sustentável. Em outras palavras, o projeto apresenta soluções viáveis para o crescimento proveniente de uma *Smart City*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Seguindo o conceito relacionado ao termo *Smart Cities*, houve uma pesquisa sobre o uso do sensor para o presente estudo. Com isso, para o desenvolvimento do estudo foi necessário uma análise prévia em relação aos sensores com tecnologia de ponta que estão disponíveis no mercado, capaz de atender todas as nossas expectativas ao estudo de medição individual de água. Dessa forma, a viabilidade

do estudo foi desenvolvida por meio da utilização da placa de prototipagem Arduino e do sensor de vazão YF-S201.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de projeto capaz de projetar, suportar, fabricar dispositivos eletrônicos e *software*. Este dispositivo foi desenvolvido para proporcionar mais praticidade num projeto de tecnologia avançada que interage com o mundo físico, segundo os seus criadores. No caso do sensor de vazão, modelo YF-S201, temos um medidor de fluxo de água que mensurou melhor a proposta deste estudo. Para o seu funcionamento é necessário instalá-lo na tubulação hidráulica da residência para medir a passagem de água naquele local. A seguir temos uma foto do sensor de vazão.



Imagem 1: Autora

Como podemos observar na Imagem 1, temos o sensor de vazão YF-S201 e a placa de Arduino. No sensor de vazão, temos a região entrada de água que está conectada na tubulação e por onde passará a água. Nesta passagem será calculada a vazão por meio de uma bobina existente dentro do sensor, através dessa bobina que será medido o fluxo. Em

outras palavras, o sensor lerá essa frequência por meio de pulsos PWN. O PWN significa Modulação por Largura de Pulso, onde consiste no controle da potência por meio da técnica on-off. A seguir temos um esquemático do sensor YF-S201.



Imagem 2: DATAQ

Após realizar o estudo teórico do sensor de vazão e do Arduino, foi dado início os experimentos empíricos com o uso desses equipamentos para observarmos seu funcionamento. Para a parte prática temos o desenvolvimento do código e os testes. Na primeira parte se encontrava no IDE (*Integrated Development Environment*) onde é o ambiente de desenvolvimento dos códigos computacionais que serão executados e inseridos na placa Arduino.

Foram inúmeros testes realizados até alcançarmos o código que correspondesse ao esperado neste estudo. Com isso, tivemos que colocar o sensor debaixo d'água e analisar os resultados para em seguida serem feitos os ajustes necessários para nossa pesquisa sobre medição individual de água. O código final trabalhado nesse estudo é uma adaptação do código de BC Robotics. Dessa forma, foi possível dar continuidade aos experimentos.



ENGENHARIAS

SERAFIN: SENSORIAMENTO REMOTO PARA PREVENÇÃO E DIAGNÓSTICO DE CATÁSTROFES DEVIDAS A PRECIPITAÇÕES INTENSAS

GUILHERME DA SILVA ESTEVES FERREIRA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
TELECOMUNICAÇÕES/ESCOLA DE ENGENHARIA/
LABGEN-MÍDIACOM

INTRODUÇÃO

As frequentes tragédias causadas pelas fortes chuvas trazem prejuízos econômicos e de vidas humanas à nação. Sistemas de alerta antecipado podem mitigar os efeitos dessas tragédias, mas são complexos porque eventos extremos que provocam catástrofes naturais têm uma natureza caótica [1], necessitando de informações de *nowcasting* (previsão em futuro próximo) regional. A previsão de chuvas fortes tradicionalmente é feita por meio de modelos matemáticos, que não são apropriados para o *nowcasting* regional devido à baixa resolução temporal e espacial [2]. Assim, uma abordagem alternativa é necessária para complementar as predições numéricas, o que pode ser feito por classificadores que preveem a ocorrência de chuva e regressores que preveem o volume de chuva [3].

Este trabalho avalia o desempenho de 10 algoritmos de regressão para previsão do volume de chuva. A avaliação é feita de forma comparativa, contrapondo os coeficientes de determinação R^2 e *Root Mean Square Error* (RMSE) obtidos para cada modelo gerado. Os resultados mostram que os algoritmos *Random*

Forest (RF) e Regressão Polinomial de Grau 3 são candidatos promissores para compor um sistema inteligente de alerta e previsão de chuvas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utiliza-se um conjunto de dados disponível na página *web* do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para gerar os modelos de regressão. Inicialmente, busca-se entender a correlação entre as características existentes e o volume de precipitação registrado. Considera-se primeiramente a cidade de Belém/PA devido ao comportamento climático bem definido. A Figura 1 mostra o mapa de calor da correlação entre as variáveis. Há uma certa correlação entre o nível de precipitação (variável dependente - VD) e as variáveis independentes (VI) temperatura do ar (bulbo seco) horária, temperatura mínima na hora anterior, umidade relativa máxima na hora anterior, umidade relativa do ar horária e rajada máxima de vento. Entende-se que gerar um modelo que inclua essas características deve levar a um bom resultado. Nota-se também que há alguma correlação entre as VIs.

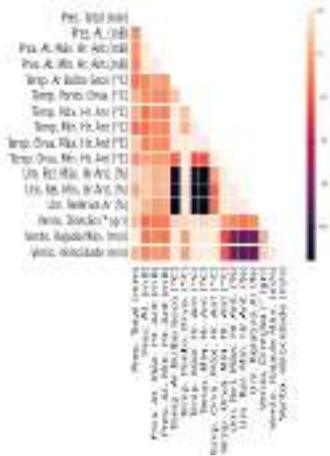


Figura 1: Mapa de calor da correlação entre as variáveis do conjunto de dados.

Seleciona-se as cidades de São Paulo, Belém, Curitiba, Goiânia e Salvador, com comportamentos climáticos distintos, para treinar e testar 5 modelos de regressão. Utiliza-se a proporção de dados de treino/teste de 80%/20%. Realiza-se o treino/teste 10 vezes para cada cidade, para cada algoritmo, utilizando amostras aleatórias para formar o conjunto de treino e de teste. O espaço temporal dos dados é de 13 anos, com registros a cada hora. São utilizadas 15 características, incluindo aquelas que apresentam alguma correlação com o volume de precipitação.

As Figuras 2 e 3 mostram os valores médios de R^2 e RMSE obtidos para o conjunto de teste, com um intervalo de confiança de 95%. Os valores médios de R^2 são menores que 0,62, indicando que a variável dependente não tem relação linear com as variáveis independentes. Já os valores médios RMSE são baixos, sendo limitados a menos de 2 mm de volume de chuva em uma janela de 1 hora. Os menores erros são encontrados para os algoritmos RF e Polinomial de Grau 3 (Poly 3). O algoritmo RF durante o treino apresenta R^2 de

aproximadamente 0,9 para todas as cidades, um bom resultado que não é observado no teste. Isso indica a possibilidade de sobreajuste aos dados para esse modelo.

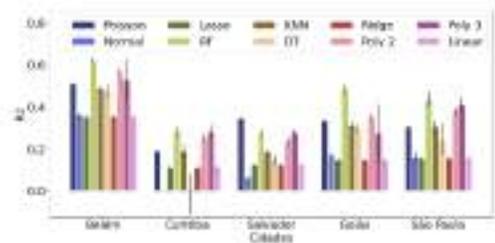


Figura 2: Média do coeficiente de determinação, R^2 .

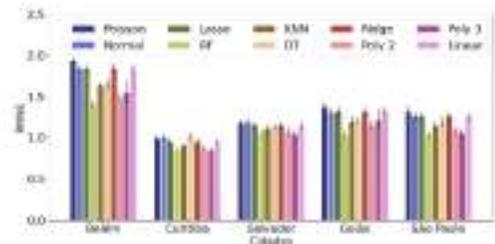


Figura 3: Média da raiz do erro quadrático médio, RMSE.

CONCLUSÕES

Este artigo avaliou 10 algoritmos de regressão visando gerar modelos para previsão de volume de chuva em uma janela de tempo de 1 hora. Os algoritmos foram aplicados a dados de 5 cidades que possuem diferentes comportamentos climáticos. Os resultados mostraram que os algoritmos RF e Poly 3 apresentaram os melhores resultados, podendo ser considerados bons candidatos para realizar a previsão. No entanto, os modelos precisam ser refinados, visto que houve indícios de sobreajuste para o modelo RF obtido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PIBIC/UFF pelo financiamento do bolsista, e ao CNPq, à CAPES, à FAPERJ, à FAPESP (2018/23062-5), à Prefeitura Municipal de Niterói/FEC/UFF (Edital PDPA 2020) e à RNP pelo financiamento parcial do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S.-H. Moon, Y.-H. Kim, Y. H. Lee, and B.-R. Moon, "Application of machine learning to an early warning system for very short-term heavy rainfall," *Journal of Hydrology*, vol. 568, pp. 1042–1054, 2019.

[2] A. Kumar, T. Islam, Y. Sekimoto, C. Mattmann, and B. Wilson, "Convcast: An embedded convolutional lstm based architecture for precipitation nowcasting using satellite data," *PLOS ONE*, vol. 15, no. 3, pp. 1–18, 03 2020.

[3] J. A. Weyn, D. R. Durran, and R. Caruana, "Can machines learn to predict weather? using deep learning to predict gridded 500-hpa geopotential height from historical weather data," *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, vol. 11, no. 8, pp. 2680–2693, 2019.



Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E INDÚSTRIA DE PETRÓLEO: O ESTADO DA ARTE DOS TEMAS E DAS APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Autores: Gabriel de Castro Macedo (Bolsista), Geraldo de Souza Ferreira (orientador)

Departamento/Unidade/Laboratório: TEQ - Departamento de Engenharia Química e Petróleo – ESCOLA DE ENGENHARIA

INTRODUÇÃO:

A Inteligência Artificial (IA) é a tecnologia de uso geral mais importante da época contemporânea, sendo considerada a força motriz central para a quarta geração da revolução industrial, também chamada de indústria 4.0 (KUANG et al, 2021). Sua disseminação, vem gerando valor para diversas indústrias, criando um ambiente propício para inovação e crescimento (BRYNJOLFSSON & MITCHELL, 2017).

As empresas têm implantado uma cultura orientada por dados, seguindo um caminho estratégico de gestão do conhecimento, como a GE. As empresas de petróleo, embora atribuam valor significativo ao uso de inteligência artificial, estão em um estágio menos avançado na adoção de ferramentas digitais, quando comparadas a outras indústrias, como a de aviação (BAILIE & CHINN, 2018).

A indústria do petróleo engloba atividades que envolvem altos riscos, e é muito dinâmica em decorrência de fatores de competitividade associados ao seu caráter estratégico, à geopolítica, e em função da

oscilação do mercado, como também da importância de seus produtos e da elevada ordem de valores envolvidos nas atividades realizadas (KAPTEIJN & MÜSSIG, 2003).

Com a ampliação da capacidade de equipamentos para geração, transmissão, recepção e tratamento de grande quantidade de dados em tempo real, as operações integradas, que fazem usos de dados em tempo real, com tecnologias colaborativas e fluxos de trabalho multidisciplinares, começam a se destacar. Estas operações têm como objetivo agregar maior valor ao negócio, por meio da implantação e da adoção das tecnologias digitais, marcando o movimento da indústria em direção ao conceito de Petróleo e Gás 4.0 (LU et al, 2019).

Nas atividades operacionais de exploração e produção, as empresas de petróleo estão em fronteiras tecnológicas avançadas, e são rápidas para adotar novas tecnologias. No entanto, continuam com uma postura mais conservadora e possuem aversão ao risco com relação à expectativa de mudar seus modelos de negócios em direção à implantação de uma cultura de empresa orientada por dados.

Nesse sentido, mesmo a indústria de petróleo sendo um ramo de empresas conservadoras diante da possibilidade de modificações culturais estratégicas, a adoção das inovações da transformação digital tem ocorrido, auxiliando na tomada de decisões e trazendo novas possibilidades a este mercado (D'ALMEIDA et al, 2022). A adoção das novas tecnologias se associa ao fato de os novos campos de petróleo serem complexos por estarem em águas ultra profundas em regiões offshore, abaixo de espessas camadas de sal (Pré-Sal, no Brasil), ou por estarem em locais com condições ambientais adversas (a Plataforma do Ártico),

No presente trabalho buscou-se conhecer o contexto atual da adoção da inteligência artificial pela indústria de petróleo. Dando-se ênfase à produção de petróleo, de modo a se construir um painel de apoio à identificação das principais aplicações e desafios enfrentados pelas empresas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Após o estudo e fichamento de conteúdos relacionados à produção de petróleo em referências bibliográficas clássicas (JAHN et al, 2008) foram usadas as palavras-chaves “artificial intelligence”, “oil industry” e “production” para pesquisas nas bases ScienceDirect, Scopus, Engineering Village e Web of Science (Figura 1).

Foram encontrados 380 artigos, cujos metadados foram tratados por meio do VOSViewer para identificação de similaridades entre os trabalhos dos autores.

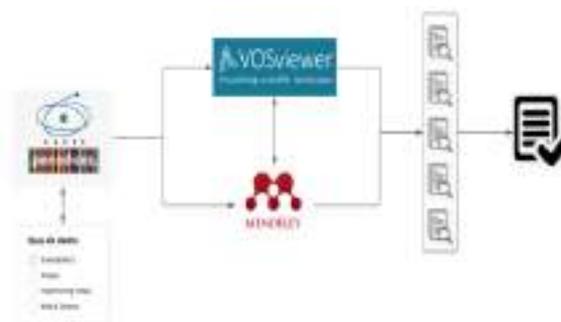


Figura 1. Metodologia usada para acesso aos artigos.

A análise feita com o VOSviewer (Figura 2), com artigos publicados entre 2010 a 2022, permitiu avaliar a evolução temporal dos assuntos gerais abordados, aqui descritos em três grupos principais, com destaque para os temas:

- - metodologia, conhecimento, informação, automação, sistema de suporte a decisão e sistemas inteligentes (em lilás);
- - produção, tecnologia, algoritmos, inteligência artificial, redes neurais artificiais, estimação, classificação; pressão, temperatura (em verde);
- - melhoria, empregos, acidentes, segurança, erros, acurácia, fluidos, blockchain, penetração, campo de petróleo, impactos, covid (em verde-amarelado e amarelo)

A leitura das palavras listadas permite inferir que no âmbito da indústria de petróleo os trabalhos com aplicação de inteligência artificial estão evoluindo de uma tendência de abordagem mais geral, de domínio do saber, para assuntos mais específicos e com uso de tecnologias mais recentes (blockchain) e desafios contemporâneos (covid).

Após leitura dos títulos e, posteriormente, do resumo dos artigos da pesquisa foram feitas seleções e identificados treze trabalhos mais alinhados ao escopo da pesquisa.



Figura 2. Grupamentos temporais de assuntos

Dentre os achados decorrentes da sistematização dos artigos, destacam-se usos da IA para: identificação de processos dentro da cadeia produtiva que podem ser alterados na busca por redução de riscos e avanços existentes (KOROTEEV; TEKIC, 2021); produção sustentável e a indústria de petróleo; previsão de preço do petróleo diante da produção (SHAFIEE et al, 2019); programação da produção de petróleo, usando redes neurais (KUANG et al, 2021); previsão de incrustações (D'ALMEIDA et al, 2022); aplicações de transformação digital na otimização; automatização de dados, modelagem e alarme (CHOUBEY & KARMAKAR, 2020); associação entre universidades e empresas para busca de solução de problemas existentes (BALAJI,2018).

Dessa forma, os estudos permitiram mapear o estágio da aplicação e da influência da IA na indústria de petróleo

Estas aplicações da IA advêm da utilização de fontes de dados das próprias empresas que desenvolvem a P&DI e buscam a aplicação, possível através de softwares capazes de projetar, prever e embasar possíveis melhores caminhos a serem seguidos, diante de experiências anteriores.

CONCLUSÕES:

O mapeamento bibliográfico e o estudo realizado alcançaram resultados condizentes com os objetivos iniciais do projeto. A pesquisa permite concluir que, mesmo a indústria de petróleo sendo conservadora, ela tem-se mostrado cada vez mais receptiva a novas tecnologias, principalmente, diante das possibilidades de gerar maiores retornos, otimizar os processos e trazer mais segurança para as operações.

As pesquisas mostram que o campo de estudo é muito dinâmico, recomendando-se pesquisas adicionais para acompanhar a rápida evolução da aplicação das novas tecnologias à indústria de petróleo.

O presente projeto tem relevância no contexto brasileiro, em especial devido ao fato de ser crescente a procura das universidades pelas empresas de petróleo para a busca conjunta de soluções para problemas complexos do dia a dia das empresas.

AGRADECIMENTOS:

Ao programa CNPq/PIBIC pelo financiamento, à Universidade Federal Fluminense pelo apoio e ao professor orientador do projeto de que fez o

acompanhamento ao longo da realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BAILIE, B.; CHINN, M. Effectively harnessing data to navigate the new normal: overcoming the barriers of digital adoption. In: Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, Proceedings... 30 April–3 May, 2018. OTC-28699-MS. <https://doi.org/10.4043/28699-MS>.

BALAJI, K.; RABIEI, M.; CANBAZ, C. H.; AGHARZAYEVA, Z.; TEK, S.; BULUT, U.; TEMIZEL, C. Status of Data-Driven Methods and their Applications in Oil and Gas Industry. 2018. p. 11–14. <https://doi.org/10.2118/190812-MS>.

BRYNJOLFSSON, E.; MITCHELL, T. What can machine learning do? Workforce implications. *Science* 2017; 358 (6370):1530–4 80.

CHOUBEY, S.; KARMAKAR, G. P. Artificial intelligence techniques and their application in oil and gas industry. *Artificial Intelligence Rev*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09935-1>.

D'ALMEIDA, A. L.; BERGIANTE, N. C. R.; DE SOUZA FERREIRA, GERALDO; LETA, FABIANA RODRIGUES; DE CAMPOS LIMA, CLAUDIO BENEVENUTO; LIMA, GILSON BRITO ALVES. Digital transformation: a review on artificial intelligence techniques in drilling and production applications. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY*, v. 119, p. 5553-5582, 2022.

JAHN, F.; COOK, M.; GRAHAM, M. *Hydrocarbon exploration and production*. Aberdeen, UK: Elsevier, 2008.

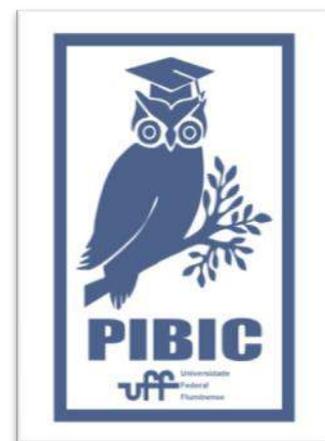
KAPTEIJN, K. A.; MÜSSIG, S. Smart fields: how to generate more value from hydrocarbon resources. *Oil Gas European Magazine* 29 (3):136-140, September 2003.

KOROTEEV, D.; TEKIC, Z. Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future. *Energy and AI*. 2021, 3 (10041)

KUANG, L.; LIU, H.; REN, Y.; LUO, K.; SHI, M.; SU, J.; LI, X. Application and development trend of artificial intelligence in petroleum exploration and development. *Petroleum Exploration and Development*. 48 (1), February 2021.

LU, H.; GUO, L.; AZIMI, M.; HUANG, K. Oil and gas 4.0 era: a systematic review and outlook. *Comput Ind* 2019;111(June):68–90. doi:10.1016/j.compind.2019.06.007.

SHAFIEE, M; ANIMAH, I; ALKALI, B; BAGLEE D. Decision support methods and applications in the upstream oil and gas sector. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 2019; 173: 1173–86. doi:10.1016/j.petrol.2018.10.050.





ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA

ESTUDO DETALHADO DE ATRITO E DESGASTE ENTRE CORPOS DE PROVA DE AÇO, UTILIZANDO PARTÍCULAS DE CARBONO TIPO DIAMANTE DISPERSAS EM ÓLEO

CAUE DE SOUZA COUTINHO NOGUEIRA, DANTE FERREIRA FRANCESCHINI FILHO

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA/ INSTITUTO DE FÍSICA/
LABORATÓRIO DE PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS.**

INTRODUÇÃO:

Os revestimentos à base de Carbono Tipo Diamante (DLC – Diamond-Like Carbon) tem sido intensamente utilizados na indústria como redutores de atrito e desgaste. Entre os filmes DLC, os filmes de carbono amorfo hidrogenado (a-C:H) depositados por descargas de plasma em hidrocarbonetos, como metano e acetileno, são os mais usados. Recentemente foi relatado na literatura que o coeficiente de atrito entre superfícies revestidas por DLC pode ser alterado pela presença de partículas de DLC resultantes do desgaste do revestimento no óleo utilizado no lubrificante. Particularmente, observou-se que esta presença de partículas pode conduzir ao regime superlubrificação, com coeficientes de atrito muito baixos.

O objetivo do presente trabalho é o estudo do coeficiente de atrito entre superfícies de aço, revestidas ou não por DLC, utilizando fluidos lubrificantes com aditivo baseado em flocos de DLC. A preparação do aditivo é realizada por meio da deposição de filmes DLC por meio de plasmas de metano, sobre os fluidos utilizados como lubrificante.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Aos aditivos à base de DLC foram produzidos por meio de deposição por plasma de metano sobre películas de óleo para bombas de vácuo Edwards Ultragrade 19 e graxa de vácuo Apiezon M, as quais são adicionadas a óleo mineral comercial, compondo o fluido lubrificante.

As amostras obtidas pela deposição por plasma foram analisadas por espectroscopia, evidenciando espectros com bandas D e G do carbono, com parâmetros (posição, razão de intensidades e largura das bandas) característicos de DLC.

Após diluição em hexano as amostras, foram analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura de Alta resolução. As imagens obtidas mostraram que o filme depositado se quebrava em flocos, com tamanhos na faixa de centenas de nm a dezenas de μm .

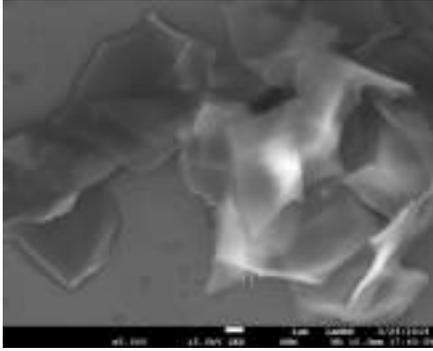
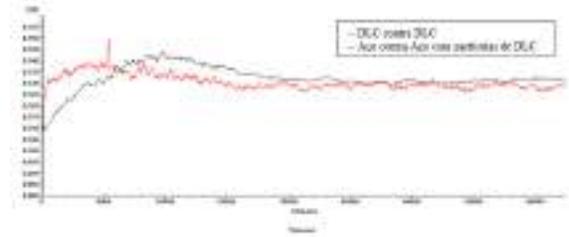


Figura 1 - Flocos de DLC obtidos

Foram produzidas amostras de fluido lubrificante pela adição ao óleo mineral base de óleo de bombas de vácuo Edwards Ultragarde 19 e graxa de vácuo Apiezon M, com e sem partículas de DLC. As amostras obtidas mostraram dispersão total no lubrificante, mesmo as contendo partículas de DLC.

Foram realizados testes de determinação de coeficiente de atrito (COF) entre pares aço-aço aço revestido com DLC- aço revestido com DLC, com força normal de 10 N, com a duração aproximada de 24 horas.

Todas as misturas lubrificantes apresentaram significativa redução de COF em relação ao óleo mineral puro. Com relação à adição de partículas de DLC à mistura lubrificante, observa-se que este resulta em aumento do COF para a mistura óleo mineral/Apiezon. Por outro lado, a adição de partículas de DLC resulta em redução do COF no caso da mistura óleo mineral/Edwards.



Por fim, observa-se que a mistura de flocos de DLC em óleo mineral/Edwards possuem valores muito próximos do par DLC contra DLC.

CONCLUSÕES:

Foi estudada a utilização de lubrificantes aditivados por DLC produzido por meio de deposição por descargas de plasma de metanos sobre substratos de óleos e graxas. Alguns dos resultados mostram-se promissores, pois obtém-se COF em flocos de DLC em óleos próximos ao COF de contrapartes de DLC depositados diretamente na superfície. O que permite a obtenção de regimes de atrito baixo mesmo em sistema que não possibilitam a deposição direta.

Agradecimentos:

Os autores gostariam de registrar agradecimentos à UFF, ao CNPq, à Petrobrás/ANP. e ao INES (Instituto Nacional de Engenharia de Superfícies) pelo suporte ao presente trabalho.



Engenharia Química

USO DE FOTOCATALISADORES PARA A VALORIZAÇÃO DE BIOMASSA

Paloma Sardinha Peixoto e André Von-Held Soares

Departamento de Engenharia Química / Laboratório

Interdisciplinar de Soluções Ambientais (LISA-TEQ) e

Laboratório de Reatores, Cinética e Catálise (RECAT-TEQ)

INTRODUÇÃO

O estudo da fotocatalise para a valorização da biomassa se intensificou nos últimos anos principalmente por conta do foco em energias renováveis relacionadas à sustentabilidade. Essa área, embora inicial, traz diversos retornos econômicos, acadêmicos e sociais quando estudados em todas suas vertentes.⁴ O intuito do trabalho é, de maneira geral, executar a montagem de uma unidade de fotoeletrocatalise, além da síntese de materiais compósitos de catalisadores de cobre, visando realizar testes com soluções aquosas de glicerol para processos de fotorreforma. Por essas unidades serem reatores químicos que utilizam energia luminosa em dispositivos eletroquímicos de modo a induzir reações não espontâneas, tem-se o intuito de se obter compostos de interesse industrial com a produção de energia química.²

Dessa forma, o projeto se divide em 3 partes principais: a síntese dos materiais compósitos à base de cobre com fotoatividade para processos de reforma da biomassa, no caso do projeto: Óxido de Níobio (Nb_2O_5), Dióxido de Titânio

(TiO_2) e Nitretos de Carbono (PCN); a caracterização dos materiais sintetizados, analisando seu potencial enquanto catalisadores e, por fim, o teste dos mesmos em reações de degradação fotocatalítica.

A nióbia é muito presente em estudos fotoeletrocatalíticos devido a sua alta estabilidade, tolerância à água e baixa toxicidade, apesar da absorção da luz limite a aplicação do UV na região.³ O PCN, também muito utilizado em reações fotoeletrocatalíticas, apresenta estabilidade, pequena faixa de 2.7V e baixo custo, apesar de, quando puro, apresentar baixa eficiência catalítica por conta da sua rápida recombinação e pequena superfície de área, podendo ser beneficiado pelo TiO_2 .¹

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, 11 materiais foram sintetizados, com o intuito de interligar todas as possibilidades possíveis de análise, utilizando o cobre como fase ativa, por meio da impregnação úmida e da impregnação seca a partir da solução aquosa de Nitrato de Cobre, focando-se na calcinação dos materiais que seriam base para a pesquisa: Nb_2O_4 , Ureia e TiO_2 .

Após essa etapa, a construção dos catalisadores teve início por meio da impregnação de Nitrato de Cobre. Tendo em vista o baixo rendimento do nitreto de carbono, realizou-se um teste por meio da impregnação seca e por meio da impregnação úmida, considerando a necessidade de calciná-lo novamente junto a sua fase ativa. Como a primeira entregou melhores resultados, seguiu-se com esse compósito para demais etapas.

Para compreensão posterior da atividade fotoeletrocatalítica no catalisador 10%Cu/PCN/Nb₂O₅, realizou-se os seguintes testes de caracterização no material: EDS, MEV, ASAP, DRX e XPS, uma caracterização na fita de cobre, considerando a presença de carbono no PCN e outra para fita de carbono.

A análise no EDS de 10%Cu/PCN/Nb₂O₅ demonstra forte presença de Nióbia e de Cobre em pontos concentrados da amostra. Muito possivelmente o PCN, por ter um rendimento inferior quando sob aquecimento, está em menor percentual. Além disso, a impregnação úmida para adição da solução de nitrato de cobre pode ter influenciado na aglutinação do cobre na partícula, sendo notado pela influência maior do mesmo no canto esquerdo da imagem.

Outro viés importante de se observar foi a presença de oxigênio. Isso se deu pelo fato do cobre ter oxidado quando em contato com o meio ambiente, visto que é um composto de fácil reação com o ar.

A Microscopia Eletrônica de Varredura na amostra de 10%Cu/PCN/Nb₂O₅ a 10µm

referente à analisada com EDS reflete o acúmulo de Nióbia nas partículas centrais.

Pelo ASAP, a amostra contém 0,002093 cm³/g de volume de microporo e 0,088735 cm³/g de mesoporo, sendo majoritário. Sua área superficial é de 21,7221 m²/g.

A Difração de Raio X foi realizada sobre partícula de 10%Cu/PCN/Nb₂O₅ com seu pico em 30.000°. Seu padrão confirma o resultado pelo DRS a partir da presença da Nióbia na composição da amostra.

Já com o XPS, os valores apresentados estão em consonância com o EDS realizado, o qual apresentou picos com relação também a presença do Cu, O e Nb, sendo justamente os compostos com maiores presenças no XPS.

CONCLUSÕES

Os primeiros resultados têm se mostrado promissores quando analisados por meio da caracterização dos compostos. Além disso, a análise do XPS com os compostos de PCN, Nb₂O₅ e o catalisador 10%Cu/Nb₂O₅/PCN refletem o comportamento esperado para a reação, visto que seguem os picos médios padrão e energia liberada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WANG, M.; WANG, H.; REN, Y.; WANG, C.; WENG, Z.; YUE B.. Construction of g-C₃N₄-mNb₂O₅ Composites with Enhanced Visible Light Photocatalytic Activity. **Nanomaterials**, vol. 8, 427. 2018.

2. HUANG, C. - W.; NGUYEN, B. - S.; WU, J. C.-S. ; NGUYEN, V. - H.. A current perspective for photocatalysis towards the hydrogen production from biomass-derived organic substances and water. **International Journal of Hydrogen Energy**, vol. 45, 18144-18159. 2020.
3. GUO, S.-Q.; ZHANG, X.; ZHOU, Z.; GAO, G.; LIU, L. Facile preparation of hierarchical Nb₂O₅ microspheres with photocatalytic activities and electrochemical properties. **Journal of Materials Chemistry A**, vol. 2, 9236-9243. 2014.
4. SORATHIYA, K.; MISHRA, B.; KALARIKKAL, A.; REDDY, K. P.; GOPINATH, C. S.; KHUSHALANI, D. Enhancement in rate of photocatalysis upon catalyst recycling. **Scientific Reports**, vol. 6, 1–9. 2016.

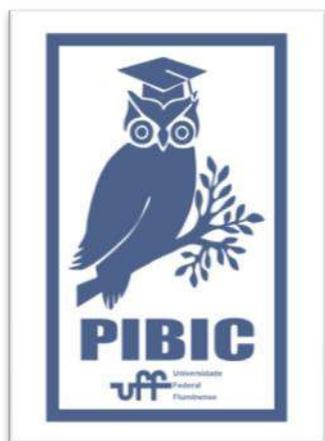


Imagem 1: Imagem PIBIC



Grande área do conhecimento: Engenharias
APLICAÇÃO DO SCADABR PARA MONITORAMENTO DE
SISTEMAS DE CONTROLE FEEDBACK SIMULADO EM
AMBIENTE PYTHON
Heitor Thurler Cardoso e Lizandro de Sousa Santos
Departamento de Engenharia Química /Escola de Engenharia

INTRODUÇÃO:

Na indústria de processos químicos há muitos instrumentos que têm a função de medir, monitorar e controlar as principais variáveis do sistema. Controlar e supervisionar todos esses instrumentos de modo manual é geralmente inviável, dependendo do número de variáveis, que pode ser centenas.

Um Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados (SCADA, do inglês *Supervisory Control and Data Acquisition*) tem como objetivo automatizar esse tipo de atividade dentro de uma atividade industrial. As principais funções do sistema SCADA são: supervisão, operação, controle, aquisição e registro de dados, visualização e disponibilizar sistemas de comunicação com o operador do processo industrial.

Softwares SCADA comerciais normalmente têm custo bastante elevado, o que inviabiliza a automação aplicada a projetos de pequeno porte. ScadaBR é um software livre, gratuito e de código-fonte aberto, para desenvolvimento de aplicações de engenharia (MIRANDA, 2021). O software traz liberdade aos desenvolvedores de sistemas, possibilitando implementar aplicações com interface 100% web, permitindo

acessar e controlar dispositivos e processos através de computadores, tablets e smartphones.

Com base na revisão que engloba o uso de sistemas SCADA em engenharia de processos químicos, observa-se que há poucas aplicações acadêmicas na área de engenharia química envolvendo o uso desses sistemas. Os principais motivos são principalmente o elevado custo dos softwares comerciais disponíveis e dificuldade de aquisição ou desenvolvimento de plantas de processos químicos de pequena escala.

A proposta inicial deste trabalho foi desenvolver um sistema integrado ScadaBR-Python, para implementar modelos de processos químicos com aplicação de sistemas de controle PID. Foram abordados dois processos industriais (LOPES, 2019), o primeiro modelo abordou o controle de temperatura em um tanque agitado e o segundo o controle de concentração em um reator CSTR (CHEN et al., 1995; ENGELL e KLATT, 1993). Deste modo por meio do uso ScadaBR foi realizada a supervisão, operação, controle, aquisição e registro de dados das simulações implementadas em linguagem Python.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Utilizando um servidor com script em Python pode ser realizada uma conexão do ambiente de simulação e o ScadaBR. Apesar do protocolo de comunicação Modbus utilizado ter limitações a respeito da quantidade de variáveis por servidor, esta limitação pode ser superada através da criação de diversos servidores caso necessário. Tanto o ScadaBR quanto o Python têm a capacidade de trabalhar com diversos servidores. Pode-se utilizar e demonstrar as principais ferramentas do ScadaBR entre elas o acompanhamento em tempo real das variáveis através do desenvolvimento de interface homem-máquina, geração de gráficos e relatórios, e a inserção de alarmes e de botões funcionais.

Foram desenvolvidas duas telas supervisórias para cada processo simulado. As Figuras 1 e 2 representam as telas principais para o tanque agitado com aquecimento e o CSTR respectivamente. Nessas telas, é possível alterar o valor do set point, adicionar distúrbio ao sistema e visualizar em tempo real a resposta do sistema às mudanças realizadas.

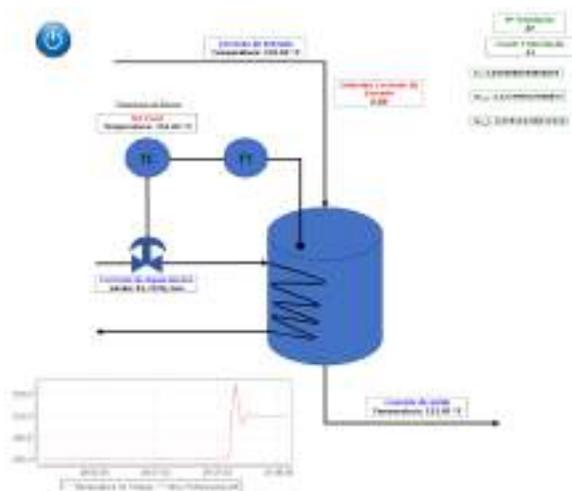


Figura 1 – Tanque Aquecido implementado no SCADABR

Como segunda tela supervisória para cada simulação foi desenvolvido o diagrama de blocos para cada sistema, nesta tela ainda estão presentes dois gráficos representando a variável controlada e a variável manipulada ao longo do tempo. Assim como na primeira tela é possível alterar o valor do set point e adicionar distúrbio ao sistema.

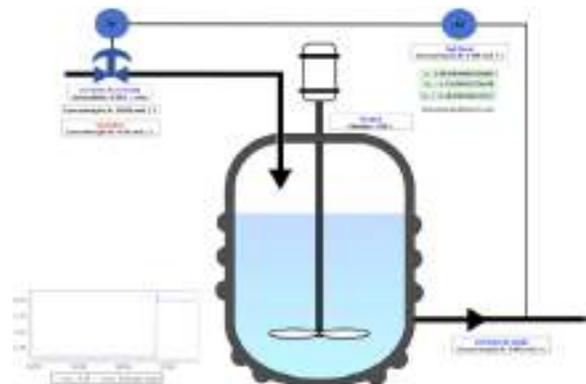


Figura 2 – Reator CSTR implementado no SCADABR.

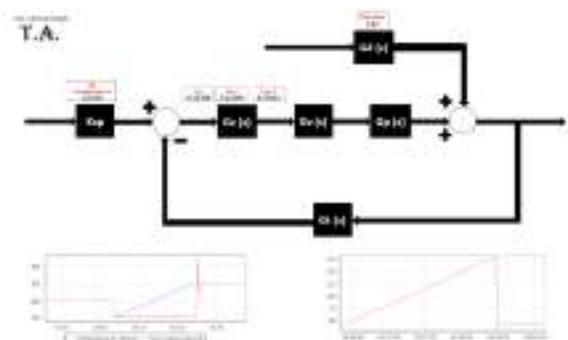


Figura 3 – Diagrama de Blocos do Tanque Aquecido implementado no SCADABR.



Grande área do conhecimento: Engenharias
Título do Projeto: LOGÍSTICA DE DOAÇÃO DE
ÓRGÃOS: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES
FEDERATIVAS BRASILEIRAS POR MEIO DA ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Autores: João Victor Canelas de Accioly e Profa. Dra.
Níssia Carvalho Rosa Bergiante

Escola de Engenharia/Dept. Engenharia de Produção

INTRODUÇÃO:

O transplante de órgãos é muitas vezes a única e prudente alternativa para o tratamento de algumas doenças consideradas terminais e capazes de garantir a qualidade de vida dos pacientes (ABTO, 2019). É um ato nobre que pode salvar vidas e ser a oportunidade de um recomeço para as pessoas que necessitam de doação (BRASIL, 2021).

A Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO) através do seu documento de Registro Brasileiro de Transplantes (RBT), identificou que o país, desde 2013, registrava maiores quantidades de doações efetivas, uma vez que nesse ano a taxa foi de 13,2 por milhão de pessoas (p.m.p) e em 2019 alcançou 18,1 p.m.p, um avanço de 37% (ABTO, 2020).

No entanto, a pandemia do Covid-19 inverteu a direção da função que estava projetada para alcançar a taxa de 20 p.m.p em 2020 (ABTO, 2020) e decresceu ao atingir a marca de 15,8 p.m.p, o mesmo índice do primeiro semestre de 2017. Segundo o RBT (2021) disponibilizado no primeiro semestre de 2021, a redução tem duas causas principais: a lotação e excesso trabalho

nos centros de terapia intensiva (CTI) e a contraindicação do Sistema Nacional de Transplantes (SNT) pelo risco pelo risco de transmissão do coronavírus (RBT, 2021).

A falta de um sistema logístico bem estruturado, eficiente e eficaz é um dos muitos motivos que geram as perdas de órgãos para transplantes. Pequenas melhorias em todo o fluxo de processos desde a chegada do paciente na lista de espera até o pós-operatório podem garantir a efetivação dos transplantes e que vidas sejam resguardadas (ANDRIOLI, 2015).

O fato é que o método atual de transplante de órgãos ainda possui muitos problemas sistêmicos que deveriam ser analisados em mais detalhes (PULLEN, 2019). São muitas as dinâmicas de transplante dos órgãos, como, por exemplo, o tempo de isquemia – tempo limite que o órgão sobrevive sem circulação sanguínea -, o armazenamento durante seu transporte e se a equipe é experiente ou não na realização da cirurgia.

Ademais, cada Unidade Federativa é responsável pelo gerenciamento do programa de transplantes de órgãos no país (BRASIL, 2021) e os recursos, como hospitais propícios

para transplantes, equipes médicas qualificadas e afins, não são distribuídas proporcionalmente pelo Brasil. Portanto, por se tratar de um estudo complexo e com muitas variáveis, vale a pena transformá-lo em modelos matemáticos e analisar quais Unidades Federativas são mais eficientes considerando os recursos disponíveis que elas possuem.

O objetivo do presente trabalho é analisar a eficiência da logística de transplantes de órgãos das Unidades Federativas brasileiras através de um modelo da Análise Envoltória de Dados. Para tanto, serão identificadas variáveis do Diagrama Causal desenvolvido por Alves (2021) que representa a cadeia logística de transplantes de órgãos no país para serem tratadas como inputs ou outputs no modelo DEA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Foram definidas as DMUs, as variáveis necessárias e o modelo e a orientação que seria utilizado para efetivar a análise. Para efetivar o estudo, os dados utilizados como base da análise serão de janeiro a dezembro de 2019 e todos foram coletados, com exceção das quantidades de hospitais especializados que advém da base do DataSUS, da Associação Brasileiras de Transplantes de Órgãos (ABTO), a fim de reduzir conflitos de informação e por serem fonte de dados de diversos trabalhos acadêmicos, pesquisas científicas e artigos publicados pela própria esfera governamental. Para o presente estudo serão consideradas seis variáveis, sendo quatro inputs e dois outputs. Os

inputs selecionados foram os CIHDOTTs, as Centrais Estaduais de Transplantes + OPOs – pois possuem as mesmas funções –, Hospitais disponíveis para os procedimentos específicos e as Equipes disponíveis por Estado para realizar transplantes. Esses inputs devem passar por uma ficha de cadastro no Sistema Único de Saúde (SUS) todo ano para serem considerados recursos do estado a qual foram registrados. Portanto, para este estudo, serão considerados os valores cadastrados no DataSUS para cada input selecionado no ano de 2019.

Já os outputs identificados foram a quantidade de mortes na lista de espera e a quantidade de transplantes realizados no período. Para os outputs foi realizada a soma das quantidades de cada mês – de janeiro a dezembro de 2019 – encontradas no relatório de 2019 da ABTO para gerar os dados utilizados no modelo DEA. Cabe ressaltar que o output mortes na lista de espera é indesejável, pois a intenção é sempre atender a todas e todos na lista e assim minimizar a quantidade de falecimento. Portanto, para utilizar DEA, tal output será considerado como input com o intuito de que este não seja mais maximizado.

As variáveis selecionadas para o modelo DEA foram identificadas a partir do Diagrama Causal da Logística do Transplante de Órgãos (Alves, 2021) desenvolvido através do System Dynamics. Enquanto na imagem a seguir as fontes dos inputs são demarcadas em verde, as fontes dos outputs são demarcadas em vermelho. Os “CIHDOTTs disponíveis” e “Hospitais para Transplantes” possuem como fonte do Diagrama Causal a variável “Capacidade necessária por doação” que,

segundo Alves (2021), é a infraestrutura necessária para realizar as cirurgias. Já a “Central Estadual de Transplantes + OPOs disponíveis” possuem a “Ocupação da central estadual” como referência e, ainda para Alves (2021), essa variável significava se os profissionais das centrais estavam sobrecarregados ou ociosos. As “Equipes médicas disponíveis” possuem como diretriz o “Número de equipes médicas disponíveis”. O “Número de mortes na lista de espera” possui a variável “Lista de espera” como orientação e a variável “Transplantes Realizados com sucesso” presente no Diagrama Causal é fonte para a variável DEA “Transplantes realizados”. Além disso, como já mencionado, variáveis relacionadas a custo e transporte foram desconsideradas por imprecisão e falta de dados.

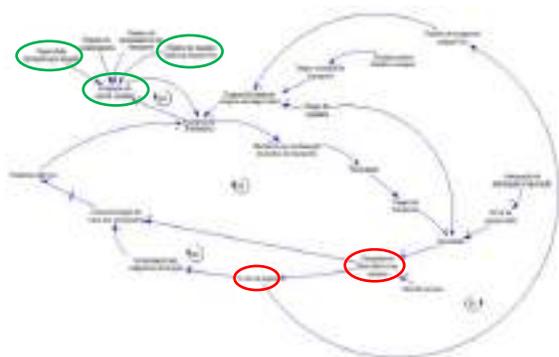


Imagem 1: Diagrama Causal (Modelo SD) da Logística do Transplante de Órgãos desenvolvido por Alves (2021)

A partir da primeira modelagem realizada por meio de DEA, é perceptível que 11 estados brasileiros são definidos como eficientes na fronteira padrão, ou seja, possuem pelo menos

um recurso ótimo, e podem ser referências para as DMUs ineficientes, já que tiveram como resultado 1, ou 100%, na modelagem. Entretanto, ao compreender que um tipo de transplante necessita de menos esforços e recursos e, conseqüentemente, favorece mais pessoas em um mesmo intervalo, percebe-se que tal modelagem realizada gerou resultados mascarados e, portanto, definiu eficiências que podem não retratar a realidade.

Nesse sentido, com o intuito de responder tal questionamento, foi definida a seguinte forma de avaliação: ao invés de analisar o resultado global, deve-se analisar cada tipo de transplante separadamente. Mitiga-se, assim, a influência de um organismo transplantado sob outro e proporciona maior compreensão sobre quais distritos, de fato, são referência em cada tipo de transplante e, conseqüentemente, ajuda na definição dos benchmarks para as fracamente eficientes e/ou ineficientes para que estas possuam boas referências considerando suas reais necessidades. Assim, como já exposto, será apresentada a modelagem, os resultados e as análises referentes ao transplante de rim.

Foi escolhido o modelo CCR (proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978)), orientado a output, para determinar as eficiências e, posteriormente, foi estabelecido um ranking através da eficiência composta normalizada. Os resultados indicam que cinco Unidades Federativas, distribuídas por todas as regiões brasileiras, à exceção do Sudeste, podem ser consideradas eficientes. Para as Unidades determinadas como ineficientes, indicou-se benchmarks, e os respectivos alvos, os quais poderiam se traduzir em oportunidades de

melhoria e aumento da capacidade de transplantes realizados, mantendo-se os recursos já disponíveis, de modo a atender a atual fila de espera.

CONCLUSÕES:

Compreende-se que a partir da Análise Envoltória de Dados e Dinâmica de Sistemas é possível criar relações entre variáveis e realizar avaliações de parte dessa logística para identificar oportunidades de melhorias e favorecer os resultados relacionados aos transplantes de órgãos no Brasil. Seria importante analisar práticas de gestão das DMUs eficientes para além dos números, mas não foram encontradas notícias ou estudo científicos que abordassem o tema. Assim, identifica-se a oportunidade de mais publicações e trocas de conhecimento entre as Centrais Estaduais sobre as ações que cada uma utiliza a fim de melhorar o Sistema Nacional de Transplantes como um todo.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos o apoio financeiro do CNPq durante a vigência PIBIC 2021/2022.

REFERÊNCIAS:

ABTO. *Diretrizes básicas para captação e retirada de múltiplos órgãos e tecidos da Associação Brasileira de Transplante de Órgãos / [coordenação executiva Roni de Carvalho Fernandes, Wangles de Vasconcelos Soler ; coordenação geral Walter Antonio Pereira].* São Paulo : ABTO - Associação Brasileira de Transplante de Órgãos, p. 1–144, 2009.

ABTO. *Registro Brasileiro de Transplantes (RBT) - Dimensionamento dos Transplantes no Brasil e em cada estado (2012-2019).* São Paulo, 2019.

ALVES, Isabela Chaves. *Logística do processo de transplante de órgãos: modelagem baseada em Dinâmica de Sistemas (DS).* Graduação em Engenharia de Produção, Projeto Final, Universidade Federal Fluminense, 2021.

ANGULO MEZA, L.; ESTELLITA LINS, M. P. *Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis.* *Annals of Operations Research*, New Jersey/USA, v. 116, p. 225-242, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Doação de Órgãos: transplantes, lista de espera e como ser doador.* 2020. Disponível em: <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/doacao-de-orgaos#:~:text=Os principais passos para doar, feita após a autorização familiar. Acesso em: 20 out. 2021.>

BRASIL. *Saúde e Vigilância Sanitária: Inscrever-se na lista nacional de espera para transplante de órgãos e córneas.* 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/inscrever-se-na-lista-nacional-de-espera-para-transplante-de-orgaos. Acesso em: 17 nov. 2021.>

ESPAÑA. *Espanha realiza quase 5 mil transplantes de órgãos em 2021.* Disponível em: <http://www.ont.es/Paginas/Home.aspx. Acesso em: 26 jul. 2022.>

PULLEN, Lara C. *Tackling the Growing Problem of Transporting Organs.* *American Journal of Transplantation*, v. 19, p. 1603–1604, 2019.



Engenharias

AVALIAÇÃO DE INTENSIFICAÇÃO DE PROCESSOS DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA ENVOLVENDO SEPARAÇÃO DE BENZENO

Ana Paula Ribeiro Paiva

Diego Martinez Prata

Escola de engenharia/ Departamento de Engenharia

Química e de Petróleo

INTRODUÇÃO:

Processos de separação constituem uma das operações unitárias que mais consomem energia nas indústrias. Assim, trabalhos recentes têm abordado estratégias de intensificação a fim de reduzir não somente o consumo energético, mas também os consequentes custos operacionais e impactos ambientais, das quais se destacam: a destilação por múltiplo efeito, recompressão de vapor, destilação reativa, destilação com parede dividida, entre outras (MANGILI *et al.*, 2019).

Nesse contexto, a simulação do processo de separação Benzeno-Monoclorobenzeno (BEN-MCB) e de sua intensificação, visando melhoria do desempenho ambiental (a partir da redução de consumo hídrico, energético e emissão de CO₂) e econômico (custos operacionais) foi realizada e é apresentada neste trabalho.

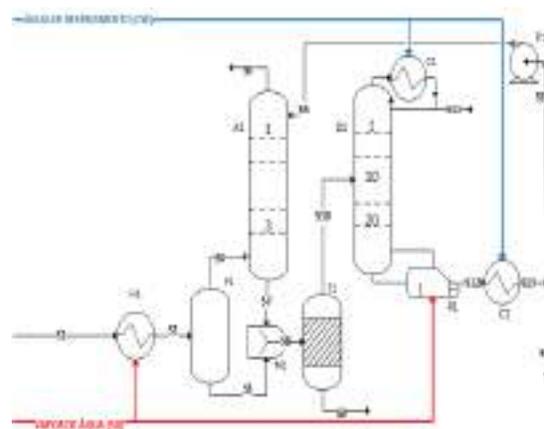
METODOLOGIA:

Neste trabalho considerou-se o processo de separação convencional proposto por Seider *et al.* (2008), conforme Figura 1.

Inicialmente foi realizada a simulação da planta de separação BEN-MCB convencional (PO), bem como da planta de utilidades, com o intuito de se

obter dados mais fidedignos de consumo de água, emissão de CO₂ e custo de utilidades.

Imagem 1: Fluxograma da purificação BEN-MCB.



Todas as simulações computacionais foram realizadas no software UniSim R390, cuja licença é fornecida à UFF pela empresa Honeywell.

Todos os parâmetros utilizados na simulação do PO foram baseados no trabalho de Seider *et al.* (2008), utilizando o modelo termodinâmico Wilson. A simulação da planta de utilidades (PU) foi desenvolvida com base na proposta de Mangili *et al.* (2019), utilizando-se de heurísticas de perda de água encontradas na literatura e o modelo termodinâmico UNIQUAC (SEIDER *et al.*, 2008; TURTON *et al.*, 2008).

Posteriormente foi realizada a simulação da planta de separação com integração energética

(PIE) entre as correntes S12 e S1, visando reduzir o consumo de utilidades no aquecedor H1 e cooler C2.

Ademais, foi proposta a integração energética combinada à otimização do processo, ou seja, a planta de separação com integração energética otimizada (PIEO), considerando a corrente de saída do trocador de calor e a razão de refluxo do processo como variáveis. A otimização foi realizada em ambiente Python com base no algoritmo *multi-start* que se utiliza do método Nelder-Mead.

Finalmente, foram propostas mais duas modificações: a planta de separação com intensificação da coluna de destilação por duplo-efeito (PDE) e a planta de separação com intensificação da coluna combinada à integração energética das correntes S12 e S1 (PDEI). A intensificação de duplo-efeito foi realizada simulando-se duas colunas (A e B, na qual a coluna A opera a pressão menor que B) pelo método *shortcut* para determinar o número de estágios, estágio de alimentação e razão de refluxo mínimo das duas colunas de destilação que substituem D1. Para atender aos requisitos necessários a pressão de operação da coluna A foi reduzida até que a corrente de fundo da seção A e a corrente de topo da seção B atendessem a diferença mínima de 10°C. Concomitantemente, a razão entre as correntes de entrada foi modificada de forma a tornar as energias do refeedor da seção A e do condensador da seção B numericamente iguais, permitindo a integração energética.

Com os resultados foram calculados os indicadores de consumo de água (WC), emissão de CO₂ (CDE) e custo específico de utilidades

(UC) que posteriormente foram normalizados e utilizados na construção do gráfico tipo radar de Índice Comparativo de Ecoeficiência. Com a área de cada polígono obtêm-se a diferença em termos de ecoeficiência através da Equação 1, onde S* representa a área formada pelo processo que apresenta o pior cenário ambiental e S a área formada pelos processos propostos.

$$ICE = 1 - \frac{S}{S^*} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Em relação aos consumos energético e de água, todas as modificações proporcionaram redução em comparação com o processo original, como pode-se observar nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Imagem 2: Gráfico de comparação do consumo energético da caldeira das plantas simuladas

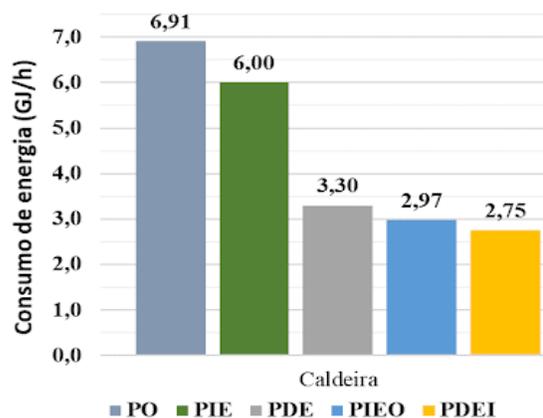
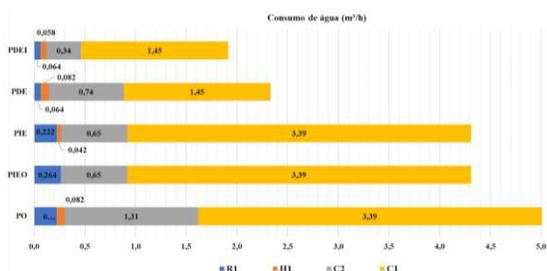


Imagem 3: Gráfico de comparação do Consumo de Água das plantas simuladas



Os indicadores ambientais calculados são listados na Tabela 1, sendo WC ($m^3/ton_{produto}$), CDE ($ton_{CO2}/ton_{produto}$) e UC ($U\$/ton_{produto}$).

Tabela 1: Resultados dos indicadores das plantas

| Indicador | Processos | | | | |
|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | PO | PIE | PIEO | PDE | PDEI |
| WC | 1,98 | 1,59 | 0,78 | 0,86 | 0,70 |
| CDE | 0,154 | 0,124 | 0,066 | 0,068 | 0,057 |
| UC | 14,13 | 11,45 | 6,06 | 6,29 | 5,25 |

A partir dos valores normalizados dos indicadores foi obtido o gráfico apresentado na Figura 4, já a porcentagem de aumento da ecoeficiência de cada planta com base na área dos gráficos é apresentada na Tabela 2.

Imagem 4: Radar do ICE das plantas



Tabela 2: Ecoeficiência dos processos

| | PO | PIE | PIEO | PDE | PDEI |
|-----------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Área do gráfico | 1,997 | 1,587 | 1,781 | 0,859 | 0,705 |
| ICE (%) | 0 | 34,8 | 82,5 | 80,5 | 86,6 |

CONCLUSÕES:

O projeto de pesquisa propôs a intensificação da planta de separação de BEN-MCB com o intuito de aumentar a eco-eficiência do processo convencional encontrado na literatura.

Os resultados mostraram que a integração energética possibilitou uma melhora de 35% da eco-eficiência do processo, enquanto o processo integrado com otimização proporcionou um aumento de 82%. Já para as propostas de duplo-efeito e duplo-efeito com integração, obteve-se um aumento de 80% e 87% respectivamente. Tais melhorias puderam ser observadas por conta das reduções no consumo de água e energia, na emissão de CO_2 e no custo de utilidades.

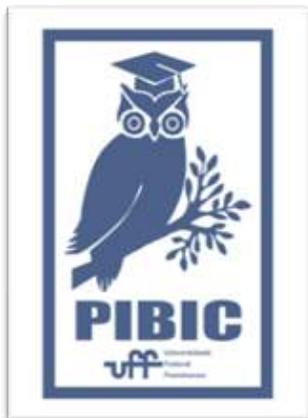
AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao PIBIC, ao CNPq e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS:

- 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.
- SEIDER, W. D.; LEWIN, D. R.; SEADER, J. D.; WIDAGDO, S.; GANI, R.; NG, K. M. *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 3 ed., 2008, 728 p.
- TURTON, R.; BAILIE, R. C.; WHITING, W. B.; SHAEIWITZ, J. A. *Analysis, Synthesis, and Design of*

Chemical Processes. Upper Saddle River, N.J.:
Prentice Hall PTR, 3 ed., 2008. 1144 p.





Engenharias

**HIDROGENÓLISE DO GLICEROL SOBRE
CATALISADORES BASEADOS EM RUTÊNIO E COBRE
SUPPORTADOS EM ZSM-5**

Julia Nobrega Greca e Fabio Barboza Passos

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo /

Universidade Federal Fluminense – Niterói / RECAT - Laboratório de Reatores, Cinética e Catálise

INTRODUÇÃO:

Com o aumento populacional mundial, a necessidade de energia elétrica e meios de transporte aumentam cada vez mais, ambos os fatores são significativos na intensificação do efeito estufa terrestre, uma vez responsáveis por uma porcentagem considerável das emissões de dióxido de carbono. Tanto as energias quanto os combustíveis renováveis são possíveis soluções para que haja uma diminuição dessas emissões e consequentemente uma atenuação do aquecimento global. Sob esse viés, ressalta-se a utilização do biodiesel como uma alternativa para o diesel, o derivado de petróleo mais consumido no Brasil.

Durante a produção do biodiesel há a formação do glicerol como subproduto, e buscam-se alternativas para a conversão do glicerol em outros produtos, um dos caminhos estudados é a sua hidrogenólise, para a transformação em propanodíóis. A partir da hidrogenólise do glicerol, os principais produtos obtidos são o 1,3-propanodiol; e o

1,2-propanodiol. Neste trabalho, foram estudados os catalisadores bimetálicos Ru-Cu suportados em ZSM-5, visando altas taxas reacionais e conversões para o 1,3-propanodiol.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

FISSORÇÃO DE NITROGÊNIO

Foi possível obter as características texturais dos materiais sintetizados, como a área específica pelo método de BET e o volume de poros, que podem ser vistos na Tabela 1. O volume de microporos foi obtido pelo método t-plot e o volume total corresponde ao volume de nitrogênio adsorvido quando P/P_0 é aproximadamente 0,99, sendo o volume de mesoporos é a diferença entre o volume total e o volume de microporos.

Tabela 1 – Área específica e volume de poros obtidos por Fississorção de Nitrogênio

| Amostra | Área Específica (m ² /g) | Volumen de Microporos (cm ³ /g) | Volumen de Mesoporos (cm ³ /g) | Volumen Total de Poros (cm ³ /g) |
|-----------------|-------------------------------------|--|---|---|
| HZSM-5-80 | 408 | 0,114 | 0,139 | 0,253 |
| HZSM-5-23 | 407 | 0,111 | 0,085 | 0,196 |
| Ru/HZSM-5-80 | 413 | 0,098 | 0,144 | 0,241 |
| Ru/HZSM-5-23 | 348 | 0,112 | 0,085 | 0,196 |
| Cu/HZSM-5-80 | 419 | 0,098 | 0,141 | 0,239 |
| Cu/HZSM-5-23 | 347 | 0,119 | 0,081 | 0,200 |
| Ru-Cu/HZSM-5-80 | 419 | 0,097 | 0,133 | 0,230 |
| Ru-Cu/HZSM-5-23 | 348 | 0,113 | 0,082 | 0,191 |

Tabela 1 – Área específica e volume de poros obtidos por Fississorção de Nitrogênio

A microporosidade das zeólitas pode causar limitações difusionais, as quais são mitigadas pelo controle do tamanho do cristalito e da mesoporosidade dos catalisadores. Maior atividade catalítica é alcançada quando há uma diminuição das partículas e existência de mesoporos, contribuindo para o aumento da superfície externa dos catalisadores. Assim, o suporte com razão 80 possui maior vantagem em relação ao com razão 23 ao apresentar tanto uma área específica quanto um volume de mesoporos maior, indicando assim uma provável presença de cristais maiores, sendo assim o suporte que apresenta menos empecilhos difusionais para reagentes e produtos.

ESPECTROSCOPIA DE FOTOELÉTRONS EXCITADOS POR RAIOS-X

Visando à obtenção dos teores dos elementos na superfície dos materiais, bem como as energias de ligação as quais eles se encontram, foi realizada a análise de espectroscopia de fotoelétrons excitados por raio-X (XPS). As tabelas 2 e 3 representam, respectivamente, os teores mássicos dos metais e as razões Ru/Cu obtidas experimentalmente assim como as teóricas obtidas durante a etapa de preparação (nominal); e as energias de

ligação para os elementos identificados nos catalisadores.

| Material | Ru | Cu | Al | Si | O | Ru/Cu SPS | Ru/Cu Nominal |
|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------------|------------------|
| HZSM-5-80 | 0,00% | 0,00% | 1,98% | 91,85% | 41,73% | - | - |
| HZSM-5-23 | 0,00% | 0,00% | 0,26% | 40,81% | 51,23% | - | - |
| Ru/HZSM-5-80 | 1,09% | 0,00% | 2,44% | 47,81% | 49,69% | - | - |
| Ru/HZSM-5-23 | 0,00% | 0,00% | 11,21% | 39,40% | 40,25% | - | - |
| Ru-Cu/HZSM-5-80 | 1,82% | 0,00% | 6,71% | 47,30% | 43,31% | 1,89 | 0,83 |
| Ru-Cu/HZSM-5-23 | 0,70% | 2,09% | 20,81% | 33,20% | 35,88% | 2,94 | 0,63 |

Tabela 2 – Teores mássicos e razão Ru/Cu molar para os catalisadores

| Material | Ru (ppm) | Cu (ppm) | Al (ppm) | Si (ppm) | O (ppm) |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|---------|
| HZSM-5-80 | - | - | 74,9 | 185,9 | 832,8 |
| HZSM-5-23 | - | - | 75,9 | 185,9 | 832,7 |
| Ru/HZSM-5-80 | 482,9 | - | 75,2 | 184,1 | 832,2 |
| Ru/HZSM-5-23 | 487 | - | 74,8 | 181,9 | 832,2 |
| Ru-Cu/HZSM-5-80 | 483,3 | 933,5 | 75,6 | 183,9 | 833,3 |
| Ru-Cu/HZSM-5-23 | 481,4 | 932,7 | 75,2 | 185,3 | 832,3 |

Tabela 3 – Energias de ligação para os elementos dos catalisadores

A energia do rutênio para o orbital 3p_{3/2} se encontra próxima ao valor observado pela literatura para a espécie Ru⁺⁴, até mesmo nos catalisadores bimetálicos, indicando que essa energia não é modificada pelo cobre, e assim é provável que não haja uma forte interação eletrônica entre os metais. Desta maneira, afirmou-se que o Ru é impregnado na forma de RuO₂ e posteriormente reduzido a Ru⁰, tal redução é dependente do grau de interação das espécies com o suporte. Essa interação das nanopartículas de Ru, no presente trabalho, é baixa, sobretudo para os catalisadores suportados em HZSM-5-23, fato indicado pela associação dos resultados de DRX e XPS.

As energias de ligação encontradas para o cobre correspondem às espécies Cu⁰,

Cu^+ e Cu^{2+} , sendo o valor mais baixo encontrado em HZSM-5-23 geralmente associado à espécie Cu^{2+} , facilmente reduzida a uma mistura de Cu^0 e Cu^+ , cuja proporção é relevante para a atividade e seletividade catalíticas da hidrogenólise do glicerol.

TESTES CATALÍTICOS

A Tabela 4 apresenta os resultados para os testes dos catalisadores preparados em reação com glicerol PA em reator batelada. Os catalisadores foram avaliados em termos de conversão do glicerol assim como seletividade para diversos produtos identificados por cromatografia gasosa.

| Catalisador | Conversão | Seletividade | | | | | |
|-----------------|-----------|-----------------|--------|-----|--------|-------|--------|
| | | Propilenoglicol | Acetal | ED | 1,3-PD | 1-PGD | Outros |
| Ru/HZSM-5-58 | 23% | 55% | 0% | 47% | 1% | 0% | 14% |
| Ru/HZSM-5-13 | 22% | 29% | 7% | 41% | 2% | 0% | 14% |
| Cu/HZSM-5-18 | 13% | 10% | 17% | 1% | 17% | 18% | 10% |
| Cu/HZSM-5-13 | 0% | 10% | 17% | 0% | 10% | 20% | 0% |
| Ru-Cu/HZSM-5-80 | 2% | 10% | 0% | 90% | 4% | 1% | 10% |
| Ru-Cu/HZSM-5-23 | 2% | 14% | 0% | 7% | 20% | 1% | 0% |

Solução 10% (m/m) de glicerol em água; 0,08 g de catalisador por g de glicerol;

T = 180 °C; P = 2,5 MPa; t = 12 horas; 500 rpm

^aOutros: Acetona, metanol, etanol, 2-propanol

Tabela 4 – Testes Catalíticos

CONCLUSÕES:

A partir dos testes catalíticos pode-se concluir que a diluição do rutênio afetou a capacidade de adsorção do glicerol, afetando significativamente a atividade dos catalisadores bimetalicos. O cobre aumenta a seletividade para propanodióis. Já o rutênio apresenta alta conversão, porém há bastante formação de produtos de degradação, os quais são associados com a atividade das nanopartículas



do Ru. O catalisador bimetalico

Ru-Cu/HZSM-5-23, de maior acidez, atingiu boa seletividade para propilenoglicol e 1,3-PDO, os maiores valores obtidos para os catalisadores testados

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer ao professor orientador Fabio Passos, bem como ao PIBIC pela oportunidade de participação neste projeto.



ENGENHARIAS – ENGENHARIA CIVIL
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE CARGAS EM
PONTES
FREITAS, Layani P.; PERLINGEIRO, Mayra S.P.L
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL (TEC) / ESCOLA DE
ENGENHARIA / LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS

INTRODUÇÃO:

O crescimento populacional acarretou a ampliação da infraestrutura urbana, o que leva à construção de novas rodovias, e a necessidade de pontes e viadutos. Desta forma, a busca por métodos construtivos mais rápidos leva as construtoras a optarem pela eliminação das transversinas intermediárias nas superestruturas das pontes. Entretanto, estes elementos são responsáveis pela distribuição transversal das cargas para análise das longarinas, além de possuir papel fundamental na solidarização das lajes com as longarinas (Batista, 2013).

Com relação à análise da distribuição transversal de cargas nas longarinas, existem os métodos clássicos (Engesser-Courbon, Leonhard e Homberg-Weinmeister) que são utilizados quando há presença de transversinas no meio do vão. Na ausência das transversinas intermediárias, em tabuleiros curvos é necessária a aplicação de modelos computacionais.

Visando desenvolver um estudo sobre o tema, busca-se averiguar a partir de métodos de cálculo usualmente utilizados em estruturas de pontes ou viadutos com vão retilíneo, as

solicitações decorrentes da ação de cargas móveis.

METODOLOGIA:

Realizou-se pesquisa exploratória referente à análise da distribuição transversal em pontes aplicando os métodos clássicos e o método dos elementos finitos com o uso do programa, visando a análise comparativa dos métodos em pontes com diferentes características. Como base científica para o embasamento deste trabalho, foram consultados documentos referentes à análise da distribuição transversal em pontes.

Para desenvolver o estudo da distribuição transversal de carga, considerou-se o processo de análise estrutural do tabuleiro de uma ponte ou viaduto dividido em etapas, onde a primeira etapa se deu com a aplicação do método de Engesser-Courbon, visando obter a distribuição transversal de cargas sobre o tabuleiro da estrutura estudada. Na segunda etapa, aplicou-se o Método dos Elementos Finitos (MEF) por meio de programa computacional.

Com o resultado das linhas de influência obtidas pelos dois métodos, foi possível realizar a comparação entre elas, a fim

de certificar a aplicabilidade de ambos os métodos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

Piorno (2016), comparou os métodos tradicionais de análise da distribuição transversal, sendo estes os métodos de Engesser-Courbon, Leonhardt e Homberg-Weinmeister, com o método de elementos finitos com o auxílio de programa computacional em uma ponte com cinco longarinas. Ao final, Piorno (2016) observou que os resultados obtidos pelos métodos convencionais se aproximam dos encontrados pelo método dos elementos finitos.

Pedrosa (2015) analisou a distribuição transversal de cargas no *software* SAP2000 para diferentes geometrias idealizadas, além de comparar a distribuição obtida através do modelo computacional com o método de Engesser-Courbon. Conclui-se que os métodos se aproximam, na maioria dos casos.

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso desenvolvido no presente trabalho trata-se da ponte sobre o Riacho Caiçara, pertencente à rodovia BR-104/PE. Esta é retilínea e constituída de cinco vigas pré-fabricadas protendidas com 1,70 m de altura, igualmente espaçadas de 2,50 m, que vencem um vão de 29,4 m. A seção transversal apresenta 12,0 m de largura, com espessura de laje de 0,20. Nas seções de apoio e no meio do vão são empregadas transversinas com 0,25 m de espessura. As Imagens 1, 2 e 3 apresentam a estrutura.

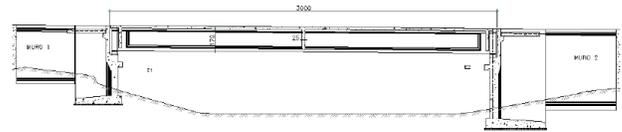


Imagem 1: Elevação em corte (unidades em centímetro).

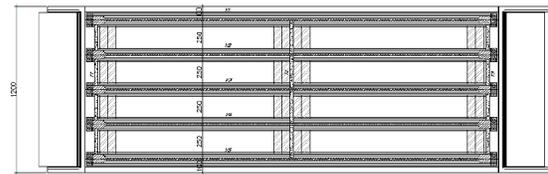


Imagem 2: Planta em corte inferior (unidades em centímetro).

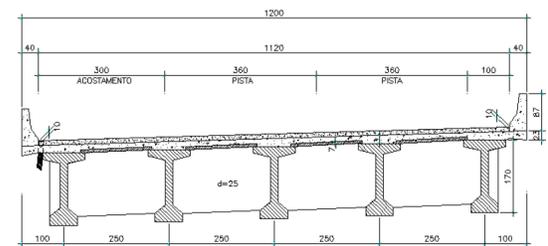


Imagem 3: Seção transversal do meio do vão (unidades em centímetro).

A modelagem computacional foi realizada com o auxílio de programa computacional baseado no MEF, onde as vigas, transversinas e longarinas foram modeladas como elementos de casca. A Imagem 4 apresenta o modelo da ponte estudada.

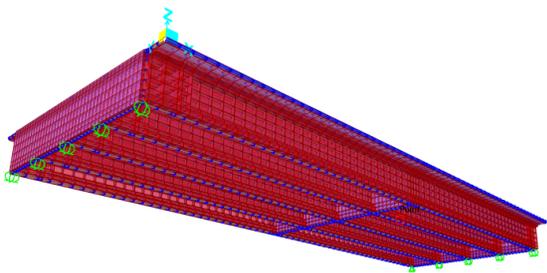


Imagem 4: modelo da ponte.

RESULTADOS:

Afim de avaliar a aplicabilidade do método computacional para análise da distribuição transversal das cargas em pontes, realizou-se a comparação entre o método de Engesser-Courbon com o método dos elementos finitos. Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam as linhas de influência para as vigas 1, 2 e 3 para os dois métodos aplicados.

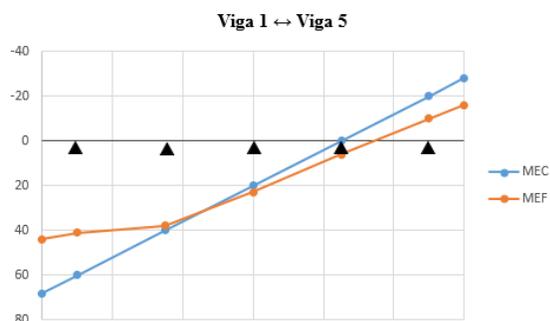


Gráfico 1: Comparação - Linhas de influência Viga 1

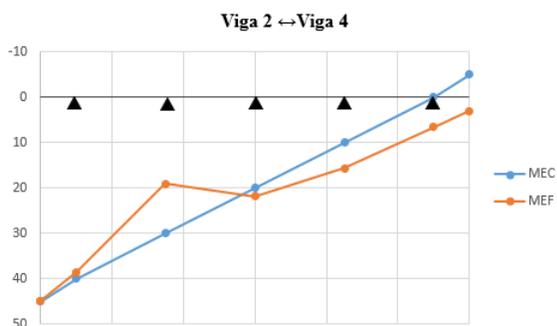


Gráfico 2: Comparação - Linhas de influência Viga 2

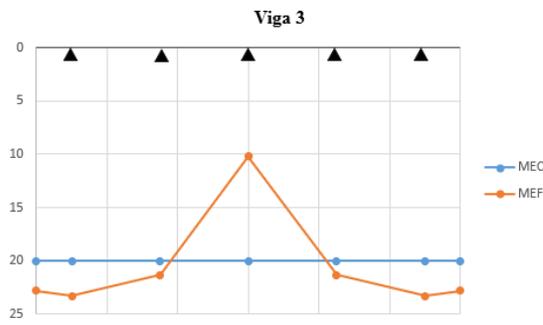


Gráfico 3: Comparação - Linhas de influência Viga 3

Analisando os resultados, é possível observar que não há divergência significativa entre eles. O maior diferença entre os valores ocorre nas vigas 1, 2 e 3 quando a carga é posicionada sobre a viga em que se deseja calcular a linha de influência. As solicitações foram calculadas no meio da viga, onde há a transversina intermediária, o que acarreta num aumento da rigidez da estrutura.

CONCLUSÕES:

Os resultados aqui obtidos não foram diferentes dos que já foram encontrados por outros autores. Conclui-se que o método dos elementos finitos – MEF – com a modelagem computacional apresenta resultados compatíveis e próximos aos encontrados com a aplicação do método de Engesser-Courbon, validando a eficiência do MEF. Como recomendação de trabalhos futuros, verifica-se a necessidade da avaliação do comportamento do método dos elementos finitos a partir da modelagem computacional em pontes com tabuleiros curvos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7188:2013 – *Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas*, ABNT, Rio de Janeiro, 2013.

ALVES, E. V., ALMEIDA, S. M. F., JUDICE, F. M. S., *Métodos de análise estrutural de tabuleiros de pontes em vigas múltiplas de concreto protendido*, 2004.

ALMEIDA, V. S., *Influência da distribuição transversal de cargas no projeto de vigas protendidas de pontes*, 2015.

BATISTA, B. S. C., *Estudo comparativo de uma ponte com entre eixos de vigas constante e variável*, 2013.

PEDROSA, P. V., *Geração automática de modelos SAP2000 aplicados na análise de distribuição transversal de cargas em superestruturas de pontes*. 2015.

PIORNO, P. J. C. G., *Estudo da distribuição transversal de cargas em tabuleiro de ponte com modelagem em elementos finitos*, 2016.

SAN MARTIN, F. J., *Cálculo de Tabuleiros de Pontes I*, Livraria Ciência e Tecnologia Editora (LCTE), 1980.