

# ENGENHARIAS

REVISTA PIBIC 2020





**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 m<sup>3</sup> e a de glicerina foi de 440,6 mil m<sup>3</sup>. 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. Desse modo, o aproveitamento da glicerina com nenhuma ou baixa requisição de purificação é de grande interesse econômico.

A reuterina é um antimicrobiano de origem bacteriana, com grande potencial de aplicação, podendo ser usado como conservante de alimentos, além de ser um intermediário potencial de ácido acrílico, monômero utilizado na produção industrial 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, mais específicos e que podem se valer de várias matérias primas diferentes. 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 hidratase, 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 produz a reuterina, que é resistente a enzimas proteolíticas e lipolíticas e capaz de inibir o crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, bem como leveduras e fungos. 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 sequência 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. Na atual etapa do processo, está sendo desenvolvida metodologia para cultivo de confronto, visando a possibilidade de co-cultivo para aumento do rendimento de reuterina.

## **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, foi verificado que *L. reuteri* apresentou crescimento muito menor do que os demais

microrganismos. Uma vez que a quantidade de células é importante para a fase posterior do experimento (produção de reuterina), foi decidido crescer primeiro essa espécie por 24 horas para somente depois inocular o microrganismo de confronto.

Os microrganismos foram crescidos em confronto com o principal para observar seu crescimento em estrias. Dos dez microrganismos testados, quatro foram descartados por apresentar crescimento inadequado para o estudo. Para um cultivo de confronto adequado, as culturas na forma de estrias devem crescer sem que haja contato entre os microrganismos. Apesar disso, a proximidade das culturas se faz necessária para que haja influência de uma sobre a outra. Os demais microrganismos tiveram crescimentos diferenciados, mas em geral se desenvolveram sob suas estrias de inoculação e não sobrepuseram as estrias de crescimento da bactéria *L. reuteri*. Assim, foram selecionados para as etapas seguintes.

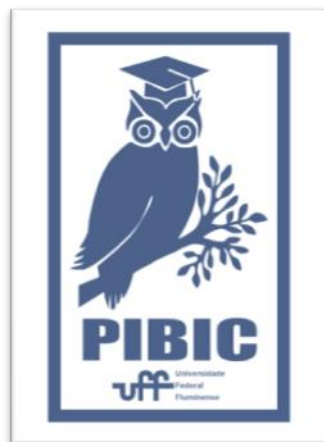
A etapa de produção de reuterina foi também avaliada. Para isso, o experimento controle, em que somente *L. reuteri* é inoculada na placa, foi realizado em triplicata e as células utilizadas para a produção de reuterina. A reação de produção de reuterina, com duração de uma hora, teve como meio reacional uma solução aquosa de glicerol em temperatura, concentração e pH selecionados em etapa anterior do projeto. Os resultados para reuterina foram negativos. Acredita-se que a pequena quantidade de células não foi capaz de converter o glicerol na reuterina em concentração adequada à análise por

espectrofotometria e será necessário adequar o volume reacional para essa etapa.

### **CONCLUSÕES:**

Nem todos os microrganismos se mostraram aptos a serem cultivados em presença de *L. reuteri* em placas de Petri na forma de cultivo de confronto, por tomarem a superfície inteira das placas ou por terem crescimento muito lento.

O controle da produção, realizado com células de *L. reuteri* crescidas sozinhas em placa de Petri não resultou em produção de reuterina em concentração que pudesse ser analisada por espectrofotometria. O volume de meio reacional deverá ser ajustado para a pequena quantidade de células obtida por crescimento em placas.



**Grande área do conhecimento:**

Administração / Engenharia de Produção

**Título**

ESTUDO DAS INTERAÇÕES E APLICAÇÕES ENTRE PRÁTICAS GREEN, BIM E LEAN NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**Autores**

Marcelo Jasmim Meiriño

André Salles de Farias

**Departamento de Engenharia Civil / Escola de Engenharia**

**INTRODUÇÃO:**

Segundo Papadopoulos et al., (2014), os projetos de construção no Brasil são realizados em sua grande maioria através do processo tradicional. Este processo é geralmente preconizado pela realização do projeto de arquitetura, engenharia e sequência da construção em documentações desconexas e inconsistentes, em ferramentas 2D e sem integração com as ferramentas de análise (ferramentas CAE). Sobretudo, todas as fases dos projetos sofrem com estas discontinuidades que geram retrabalhos por não terem uma base de dados 3D centralizada e atualizada para gestão do empreendimento.

O emprego desse cenário desconexo no mercado vem dificultando a execução de projetos no âmbito da Construção Civil e, a adoção da tal prática na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) no Brasil, cria gargalos que tem gerado inúmeros desperdícios, retrabalhos, improdutividade e falta de transparência nos processos. Tais gargalos de produção ocasionam impactos na área da produtividade, eficiência e sustentabilidade. Em combate à ineficiência de execução é possível adotar práticas de gestão como o Lean Thinking (pensamento enxuto) que fornece uma maneira de fazer mais com menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos equipe e menos espaço. O objetivo do Lean é conseguir

satisfazer o que realmente agrega valor aos clientes da maneira mais enxuta possível, eliminando desperdícios e preconizando processos eficientes que otimizem as principais competências da cadeia de valor na produção (Comm et Mathaisel, 2005).

Segundo a Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente UNEP, no relatório intitulado "Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities" (Edifícios e Mudança Climática: Status, Desafios e Oportunidades). Com base nesse relatório, o setor da construção civil é uma grande causadora de desperdícios que agridem o Meio Ambiente. O setor responde por: mais de 40% da energia consumida; emite 1/3 dos gases de efeito estufa; consome 30% da matéria-prima; gera 25% dos resíduos e consome 25% da água potável. Grande parte da matéria-prima utilizada pelo setor provem de fontes não renováveis (Unep, 2010).

Sabendo-se dessa problemática, estudos apontam para o BIM (Building Information Modeling) como um caminho para ganhos de eficiência em projetos, gestão, construção e manutenção de edifícios, assim como para ganhos efetivos no campo da Eficiência Energética e Sustentabilidade em todo o processo de projeto, construção e uso da Construção Civil. Centralizando todo o corpo de

projeto – antes desconexo – e seus metadados, a principal finalidade ou função do BIM é permitir que as informações geométricas e/ou não geométricas possam ser integradas, analisadas, simuladas e visualizadas de maneira simultânea e imediata. Com a utilização do BIM, o fluxo de informações ocorre de forma mais eficiente e rápida tanto para coleta de informações quanto para o processamento e obtenção de respostas para agilizar e auxiliar na tomada de decisões (Nicał e Wodyński, 2016). No contexto da Arquitetura, Engenharia e Construção a finalidade é gerenciar o projeto ao longo de parte ou de toda sua vida útil (Li et al., 2017).

Dada a importância das práticas sustentáveis para o respeito ao Meio Ambiente, proteção da natureza, otimização dos recursos naturais, etc. surge o conceito de “Green BIM” incorporando ao BIM funções como análise da eficiência energética, análise da emissão de carbono, análise do sistema de ventilação natural, análise de iluminação e radiação solar, análise do uso da água, análise acústica e análise de conforto térmico. Essas funções tem como objetivo obter benefícios que vão além do viés econômico (Lu et al., 2017).

## METODOLOGIA

Foi utilizado a técnica da bibliometria. Conforme estudo de COSTA (2010, p. 116), a bibliometria tem como propósito o aprendizado de técnicas e métodos para obter informações de referências bibliográficas e associá-las as estatísticas das pesquisas realizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Utilizando a técnica da bibliometria nas 7 fases, cada fase apresentou os resultados mostrados abaixo:

Fase 0 - Escolha das bases para serem utilizadas na FASE 1. Para isso, foi utilizado a Busca de Base com Busca por área do conhecimento com "Engenharias" como área e "Engenharia Civil" como subárea de conhecimento, no portal CAPES, para verificar quais portais aparecem no resultado;

<b>Bases selecionadas para a Fase 1</b>
Scopus (Elsevier)
Technology Collection (Proquest)
Materials Science & Engineering Database
ScienceDirect Journals (Elsevier)
Elsevier (CrossRef)
Directory of Open Access Journals (DOAJ)
ASCE Library (American Society of Civil

Fase 1 – Busca em cada base escolhida na Fase 0 com as palavras-chave bim OR "building information modeling" AND lean OR "lean construction" AND green OR "sustainability" e também limitando o resultado ao período de 2010 a 2019;

Fase 1 – Busca em cada base escolhida na Fase 0 com as palavras-chave bim OR "building information modeling" AND lean OR "lean construction" AND green OR "sustainability" e também limitando o resultado ao período de 2010 a 2019;

Fase 3 - Verificação das bases que permitem exportação de lista dos documentos (artigos, periódicos...). Somente as bases que permitem foram usadas na fase seguinte (Fase 4);

Fase 4 – Em cada base, seleção e exportação de lista de documentos (artigos, periódicos...) tendo como parâmetro, os 50 mais citados (ou, caso não tenha essa opção, “por relevância”) com os 50 mais atuais. Exportação da lista com o máximo de informações possível de cada documento, como citações, bibliografia, resumo, etc. no formato .RIS;

Fase 5 – Importação das listas de documentos no software Mendeley Desktop para verificação de repetições de documentos e então exclusão dos repetidos;

Fase 6 - Leitura dos títulos e resumos para exclusão dos documentos que se mostram fora do contexto deste artigo em questão.

Após a leitura, somente 85 documentos se mostraram fora do contexto. Sendo assim, como acervo inicial para consulta, estão os 203 documentos obtidos através da bibliometria, não menos do que isso pois, como o Mendeley permite a busca por palavra-chave, decidi manter essa quantidade considerável de documentos.

Após a fase 6, foi feito uma tabela com as análises de aplicabilidade dos principais pontos em destaque de dez artigos avaliados como mais relevantes para o tema em questão, abordado nesse material de pesquisa.

## **CONCLUSÕES:**

É de suma importância para a evolução e desenvolvimento da sociedade a utilização de práticas saudáveis e eficientes nas suas atividades. Com base nessa premissa, os benefícios da utilização conjunta das práticas BIM, LEAN e GREEN se tornam cada vez mais pertinentes à Construção Civil. São evidenciados inúmeros ganhos de produtividade com o emprego do BIM nos empreendimentos, a implementação deste conceito é um desafio, que precisa superar barreiras culturais, econômicas, tecnológicas e não tecnológicas nas organizações para que a forma/conceito tradicional dos projetos que se mostra, de certo modo, obsoleta, seja substituída pelo conceito de BIM que se mostra muito mais robusto e eficiente. Esse conceito BIM abrange todas as fases do ciclo de vida do projeto e sua implementação nas organizações traz benefícios financeiros e, também, não financeiros relacionados, por exemplo, a sustentabilidade, qualidade, eficiência energética, segurança e produtividade. Como conclusão desta pesquisa,

com base nos artigos levantados, é reforçado a necessidade de integrar os conceitos e aplicações do BIM (Building Information Modeling), o pensamento LEAN e práticas Sustentáveis (GREEN) visando o desenvolvimento de métodos mais inovadores, eficazes e sustentáveis para a gestão interdisciplinar de projeto, construção e manutenção na Construção Civil.

## **Referências bibliográficas**

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; ARIF, M. Bim based conceptual framework for lean and green integration 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014. Anais...2014 Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84923373363&partnerID=40&md5=cfef19c3c6537f980aeb5d66a7a0bd2b>>

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; ARIF, M. Developing organizational capabilities to deliver lean and green project outcomes using BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 25, n. 10, p. 1255–1276, 3 out. 2018.

CHONG, H.-Y.; LEE, C.-Y.; WANG, X. A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 4114–4126, 2017.

COMM, C.L., MATHAISEL, D.F.X. An Exploratory Study of Best Lean Sustainability Practices in Higher Education. *Quality Assurance in Education*, 13, 227-240. 2005.

COSTA, Helder Gomes. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. *Revista da FAE*. Vol. 13. Nº 01. Curitiba, 2010.

ENACHE-POMMER, E. et al. A unified process approach to healthcare project

delivery: Synergies between greening strategies, lean principles and BIM Construction Research Congress 2010: Innovation for Reshaping Construction Practice - Proceedings of the 2010 Construction Research Congress. Anais...2010Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77956312272&doi=10.1061%2F41109%28373%29138&partnerID=40&md5=78ba7dc91d23670c0f5519a658338f54>>

KOSEOGLU, O.; SAKIN, M.; ARAYICI, Y. Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 25, n. 10, p. 1339–1354, 9 ago. 2018.

LI, X. et al. Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach. *Automation in Construction*, v. 84, p. 195–206, 2017.

LU, Y. et al. Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. *Automation in Construction*, v. 83, p. 134–148, 2017.

MALTESE, S. et al. A lean approach to enable sustainability in the built environment through BIM. *TECHNE*, v. 13, p. 278–286, 2017.

NICAŁ, A. K.; WODYŃSKI, W. Enhancing Facility Management through BIM 6D. *Procedia Engineering*, v. 164, p. 299–306, 2016.

SAIEG, P. et al. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 174, p. 788–806, 2018.

SALEHI, Y. Action research innovation cycle: lean thinking as a transformational system. 3rd International Conference on Leadership, Technology and Innovation

Management - Social and Behavioral Sciences, pp. 293-302, 2015.

VASCONCELOS, I. A. DE et al. Guidelines for Practice and Evaluation of Sustainable Construction Sites: A Lean, Green and Wellbeing Integrated Approach (O. Seppänen, V. A. González, & P. Arroyo, Eds.) 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais...Master Degree at Federal University of Ceará (UFC), Brazil, iuriav.ufc@gmail.com : 2015Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1191/pdf>>

VESTERMO, A. et al. BIM-Stations: What It Is and How It Can Be Used to Implement Lean Principles 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais...M.Sc., Dept. of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway, +47 928 41 916, aleksave@stud.ntnu.no: 2016Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1266/pdf>>

WEINHEIMER, N.; SCHMALZ, S.; MÜLLER, D. Green Building and Lean Management: Synergies and Conflicts 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais...Dipl.-Wirt.-Ing., Scientific Assistant, Institute of Construction Management, University of Stuttgart, Germany, nina.weinheimer@ibl.uni-stuttgart.de.: 2017Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1483/pdf>>

PILEHCHIAN, B., STAUB-FRENCH, NEPAL, M. A conceptual approach to track design changes within a multi-disciplinary building information modeling environment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 42, n. 2, p. 139-152. 2015.

WANG X., TRUIJENS M., HOU L., WANG Y., ZHOU Y., "Integrating Augmented Reality with Building Information Modeling: Onsite construction process controlling for



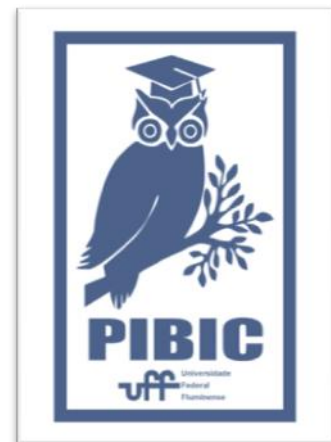
liquefied natural gas industry”, Automation in Construction 40: 96–105, 2014.

### **Agradecimentos:**

Agradeço aos meus familiares pelo apoio constante em todas as etapas de minha vida.

Agradeço a UFF através da PROPPi pelo oportunidade em participar deste projeto de iniciação científica, que me permitiu adquirir relevantes conhecimentos como pesquisador.

Por fim agradeço ao Professor Marcelo J. Meiriño, meu orientador, por enxergar em mim potencial para pesquisa científica, me receber e abrir para mim as portas do vasto mundo da pesquisa científica.





**Engenharias – Engenharia Química**

**Aplicação de Otimização em Plantas Industriais Utilizando Simuladores de Processo e Python**

**Isabela Barreto Correa e Lizandro de Sousa Santos**

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

## **INTRODUÇÃO:**

A otimização de processos é uma importante área da Engenharia Química que vem ganhando destaque nos últimos anos devido a uma série de fatores, como as regulamentações ambientais cada vez mais rigorosas sobre diversos setores produtivos em vários países, além da concorrência global, que exige produtos de alta qualidade a preços competitivos.

O presente trabalho buscou solucionar três problemas de otimização mono-objetivo propostos com base em Rodríguez e Granda (2005), cada qual envolvendo simulações realizadas no Unisim® dos seguintes processos industriais: (i) separação de uma mistura de hidrocarbonetos pesados utilizando uma coluna de destilação com duas saídas laterais; (ii) produção de cloreto etílico; e (iii) resfriamento de uma mistura de hidrocarbonetos leves por meio de uma rede de trocadores de calor. Os algoritmos de otimização utilizados foram o *Particle Swarm Optimization* – PSO e o *Differential Evolution* – DE, ambos implementados em Python.

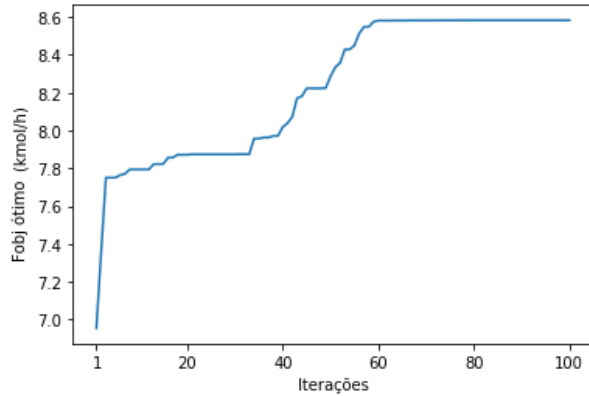
Adicionalmente, houve a análise do processo industrial (iv) de produção de cumeno,

simulado no Unisim®, propondo-se um problema de otimização bi-objetivo formulado com base em Flegiel, *et al.* (2015). A biblioteca Pymoo, desenvolvida em Python, foi utilizada, mais especificamente o algoritmo *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II* – NSGA II.

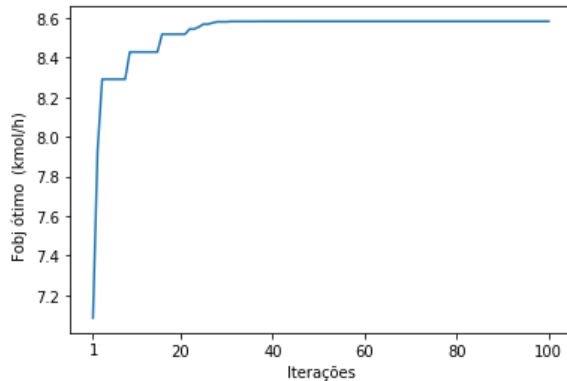
## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

O objetivo do problema de otimização do processo industrial (i) é aumentar a eficiência de separação na coluna de destilação. As variáveis de decisão a serem utilizadas são a razão de refluxo ( $X_1$ ) e as vazões molares do destilado ( $X_2$ ) e das saídas laterais ( $X_3$  e  $X_4$ ). Para 100 iterações, os algoritmos DE e PSO demandaram um tempo computacional em torno de 7 min. Os valores ótimos obtidos para a função objetivo é 8,6 kmol/h e para as variáveis de decisão são  $X_1=10$ ;  $X_2=1,3$  kmol/h;  $X_3=2,2$  kmol/h e  $X_4=3,0$  kmol/h.

Pela análise das Figuras 1 e 2, é possível observar que ao utilizar o algoritmo DE, o valor ótimo final da função objetivo foi encontrado desde a iteração 28, enquanto que ao utilizar o algoritmo PSO, isso se deu desde a iteração 60.



**Figura 1:** Evolução da otimização do processo industrial (i) pela utilização do algoritmo PSO.

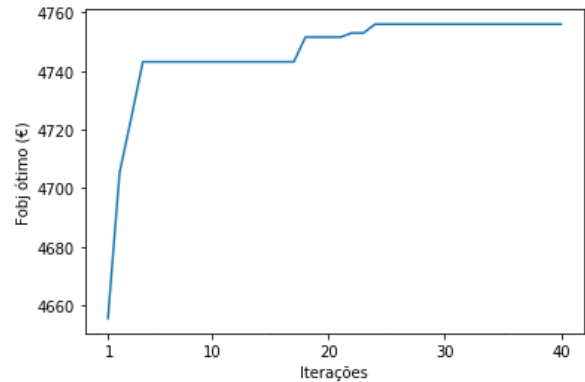


**Figura 2:** Evolução da otimização do processo industrial (i) pela utilização do algoritmo DE.

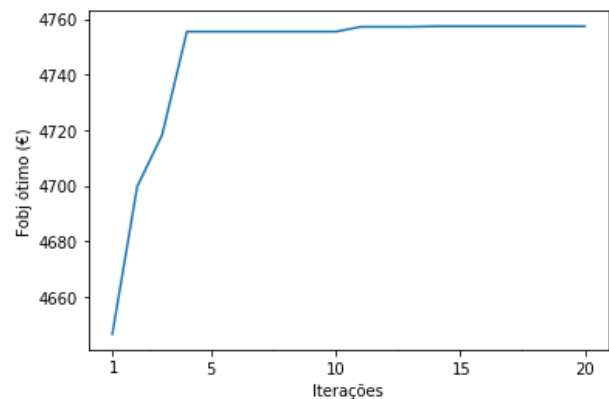
A otimização do processo industrial (ii) consistiu na maximização do lucro anual e a variável de decisão é a razão de purga. A convergência de todas as partículas para o extremo ocorreu na iteração 20 para o algoritmo DE e na iteração 40 para o algoritmo PSO. O algoritmo DE demandou metade do tempo exigido pelo algoritmo PSO (5 s e 10 s). Os valores ótimos encontrados para a variável de decisão e função objetivo foram de 0,32 e 4757,54 €, respectivamente.

O valor ótimo final da função objetivo foi encontrado bem anteriormente ao se utilizar o algoritmo DE (iteração 4) em comparação ao

algoritmo PSO (iteração 25), como por ser observado nas Figuras 3 e 4.



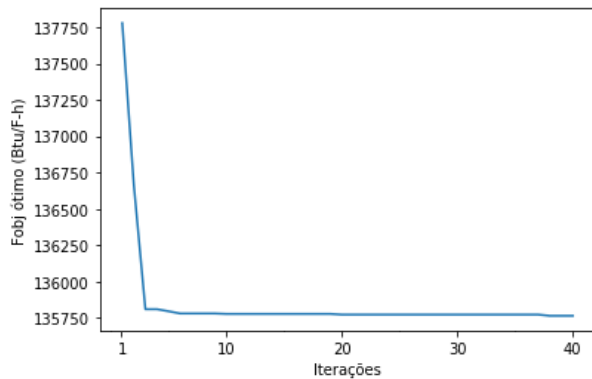
**Figura 3:** Evolução da otimização do processo industrial (ii) pela utilização do algoritmo PSO.



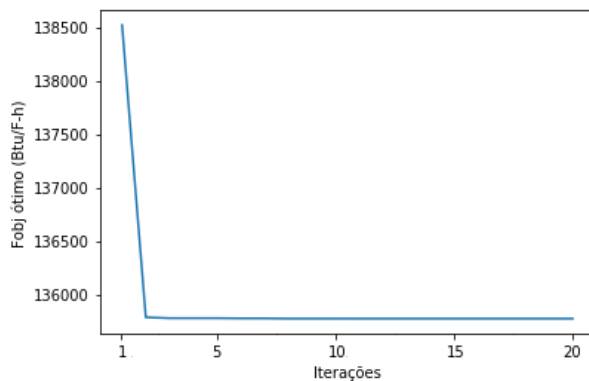
**Figura 4:** Evolução da otimização do processo industrial (ii) pela utilização do algoritmo DE.

No processo industrial (iii), objetivou-se minimizar a área de troca térmica da rede de trocadores de calor e a variável de decisão é a vazão molar que alimenta uma das suas seções. O algoritmo PSO necessita de um maior número de iterações para convergência de todas as partículas para o extremo (iteração 40) quando comparado ao algoritmo DE (iteração 20). O tempo computacional exigido é proporcional ao número de iterações (9 s e 18 s), e os valores ótimos da variável de decisão e

da função objetivo encontrados por ambos os algoritmos são de 2056 lbmol/h e 1,358e+05 Btu/Fh, respectivamente. Os gráficos dos valores ótimos da função objetivo *versus* iterações nas Figuras 5 e 6 indicam que os valores finais foram encontrados logo nas primeiras iterações.



**Figura 5:** Evolução da otimização do processo industrial (iii) pela utilização do algoritmo PSO.

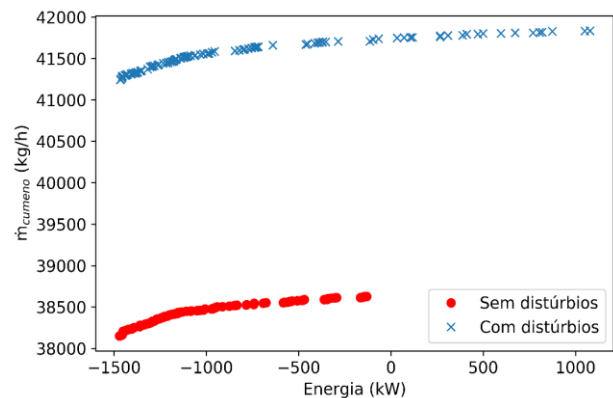


**Figura 6:** Evolução da otimização do processo industrial (iii) pela utilização do algoritmo DE.

Na otimização do processo industrial (iv) objetivou-se a maximização da vazão mássica do produto cumeno ( $\dot{m}_{cumeno}$ ) e a minimização da taxa de energia requerida pela planta. Foram utilizadas um total de oito variáveis de decisão,

incluindo as temperaturas das correntes que entra e sai do reator e a temperatura da corrente que entra no segundo vaso *flash*.

Na Figura 7 estão as fronteiras de Pareto obtidas nas situações com e sem a introdução dos distúrbios (aumento de 8% nas vazões das alimentações da planta). Os tempos computacionais exigidos foram em torno de 4 horas. Como esperado, houve um aumento na produção de cumeno com o aumento da quantidade de reagentes alimentados. Um valor negativo de taxa de energia significa que a planta está gerando mais energia do que consumindo, e um valor positivo de taxa de energia significa que a planta está consumindo mais energia do que gerando. Assim, com introdução dos distúrbios, nem sempre a planta pode ser considerada autossuficiente energeticamente.



**Figura 7:** Fronteiras de Pareto.

## CONCLUSÕES:

Ambos os algoritmos PSO e DE foram implementados com sucesso no Python. O algoritmo Evolução Diferencial apresentou melhor desempenho, exigindo um menor

número de iterações e tempo computacional até encontrar o valor final ótimo da função objetivo e para convergência das partículas em direção a esse extremo.

Os comportamentos obtidos para as fronteiras de pareto, pela aplicação do algoritmo NSGA II, foram coerentes. Um resultado importante é que, com a introdução dos distúrbios, nem sempre a planta pode ser considerada autossuficiente energeticamente.

### **AGRADECIMENTOS:**

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

### **REFERÊNCIAS:**

Flegiel, F.; Sharma, S.; Rangaiah, G.P. *Development and Multiobjective Optimization of Improved Cumene Production Processes*. Materials and Manufacturing Processes, v. 30, p. 444-457, 2015.

Rodríguez, S., Granda, A. *Simulación y optimización avanzadas em la industria química y de procesos: HYSYS*, 3. Ed. Espanha: Universidade de Oviedo, 2005.



## **Engenharias**

### **Avaliação da capacidade preditiva da equação de estado sigma-MTC na descrição do equilíbrio líquido-vapor em sistemas a alta pressão**

**Thaís da Costa Neves e Prof. Cauê Torres de Oliveira Guedes Costa**

**GFQ/Instituto de Química/MOLMOD-CS**

#### **INTRODUÇÃO:**

Devido a busca pelo desenvolvimento de modelos mais precisos para descrever as propriedades termodinâmicas - envolvidas na avaliação de diversos processos industriais-, a química quântica computacional vem cada vez mais sendo aplicada em modelos termodinâmicos preditivos.

Recentemente desenvolveu-se a equação de estado preditiva sigma-MTC [1-3], através da teoria de van der Waals generalizada em conjunto com o modelo do gás reticulado. Essa equação utiliza perfis-sigma, obtidos através de métodos quânticos, e já foi testada para diversos sistemas, mostrando resultados bons para predição do comportamento a baixa pressão e resultados promissores para a descrição do equilíbrio de fases na região supercrítica.

Nesse projeto, buscamos avaliar a capacidade preditiva da equação de estado da sigma-MTC para predição do equilíbrio líquido-vapor em sistemas a alta pressão em comparação com as equações de estado clássicas cúbicas. Foram levantados dados de mais de 70 sistemas binários a alta pressão e desenvolvidos algoritmos computacionais para os cálculos preditivos.

Além disso, a partir de tais dados foi realizada a análise da relação entre a qualidade preditiva dessas equações e as características dos sistemas estudados.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Foi realizado o levantamento e organização dos dados de 76 sistemas binários a alta pressão. Para 30 deles, os desvios foram preditos, utilizando as equações de estado cúbicas de Soave-Redlich-Kwong (SRK) e Peng-Robinson (PR), também foi obtida a representação gráfica P-x-y desses sistemas no equilíbrio líquido-vapor.

Analisando os desvios calculados notou-se que as duas equações apresentaram desvios relativos próximos, mas a equação SRK apresentou desempenho ligeiramente superior. Para sistemas apolares essas equações cúbicas descreveram bem o equilíbrio de fases. No entanto, para sistemas com compostos polares foram encontrados grandes erros de predição, o que era esperado pois não houve uso de uma regra de mistura adequada para tais sistemas. Foram gerados diagramas de fases que permitiram uma melhor visualização da

concordância entre os dados calculados e os valores experimentais.

A partir dessa primeira análise, optou-se por comparar o desempenho da sigma-MTC ao da equação SRK. Em um primeiro momento, os algoritmos para resolução do equilíbrio de fases utilizando a equação de estado sigma-MTC apresentaram problemas numéricos, que foram contornados recentemente. E com isso foram avaliados o desempenho preditivo dessa equação, notando-se que a capacidade preditiva desse modelo para os sistemas com compostos polares testados até agora, tem sido melhor do que a das equações cúbicas testadas. Contudo a representação da realidade experimental para alguns sistemas ainda não é tão precisa. As Figuras 1-3 representam algumas das predições obtidas.

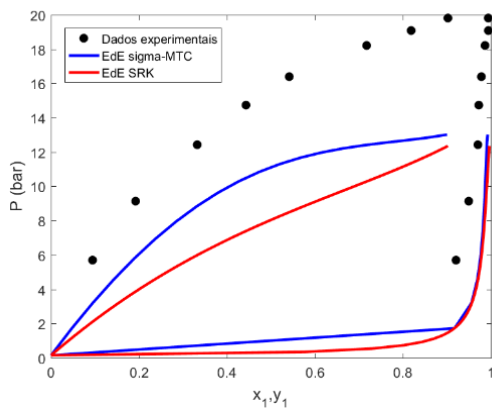


Figura 1 - Gráfico P-x-y do sistema propano/2-propanol a 313,1 K [4] utilizando as equações de estado de SRK e sigma-MTC.

A Figura 1 exibe o comportamento predito pelos modelos estudados para o sistema propano/2-propanol a temperatura de 313,1K. Pode-se verificar que ambos os modelos falham na predição, contudo a equação de estado sigma-MTC apresenta um desempenho melhor.

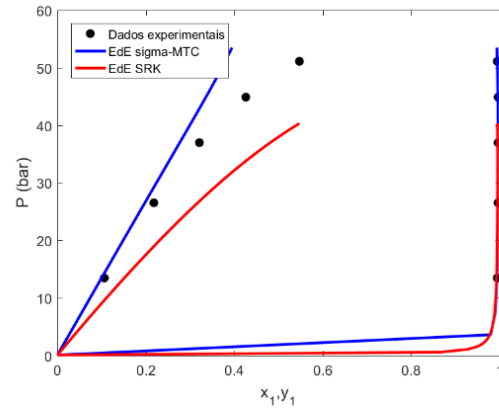


Figura 2 - Gráfico P-x-y do sistema etano/1-propanol a 313,4 K [5] utilizando as equações de estado de SRK e sigma-MTC.

Já a Figura 2, apresenta os resultados para o sistema etano e 1-propanol, para o qual é possível verificar que a sigma MTC apresenta uma superestimativa da pressão do sistemas, enquanto a equação de estado cúbica apresenta subestima o valor da pressão.

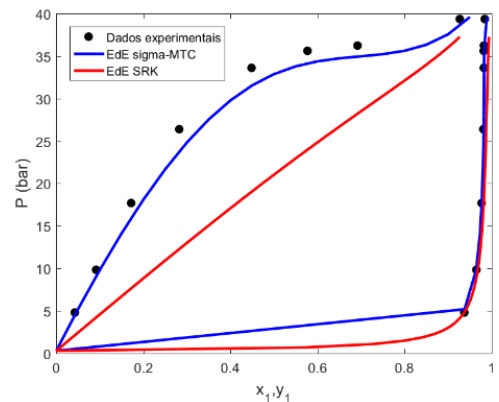


Figura 3 - Gráfico P-x-y do sistema etano/acetona a 298,15 K [6] utilizando as equações de estado de SRK e sigma-MTC.

Na Figura 3, contendo o sistema etano acetona, a predição da sigma-MTC é muito superior ao da cúbica.

### CONCLUSÕES PARCIAIS:

A partir dos dados obtidos foi possível a realização dos cálculos preditivos e verificação dos desvios de predição, utilizando as duas equações de estado clássicas, em que foi verificado que o desempenho da SRK foi ligeiramente superior. Também foi possível iniciar as predições com a sigma-MTC, obtendo-se alguns resultados razoáveis para os sistemas com compostos polares testados, porém alguns sistemas apresentaram desvios maiores e precisam ser investigados mais cuidadosamente, para futuras modificações na equação estudada.

#### **AGRADECIMENTOS:**

Os autores agradecem a UFF pelo apoio. Neves, T. C. agradece a FAPERJ pela bolsa de Iniciação Científica (processo 201914).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- [1] Costa, C. T. O. G., (2015). "Equação de estado baseada em modelos de rede e densidades de cargas superficiais (COSMO)", Tese de doutorado, PEQ/COPPE/UFRJ.
- [2] Costa, C. T. O. G.; Tavares, F. W. and Secchi, A. R., Fluid Phase Equilibria 409,472-481 (2016).
- [3] Costa, C. T. O. G.; Tavares, F. W. and Secchi, A. R., Fluid Phase Equilibria 419,1-10 (2016).
- [4] Suzuki K., Sue H., Itou M., Smith, R.L., Inomata, H., Arai, K., Saito, S, J. Chem. Eng. Data 35, 63-66 (1990).
- [5] Ohgaki, K.; Sano, F.; Katayama, T., J. "Isothermal Vapor-Liquid Equilibrium Data for

Binary Systems Containing Ethane at High Pressures", Chem. Eng. Data 21, 55-58 (1976).

- [6] Zabaloy, M.S.; Mabe, G.D.B; Bottini, S.B. y Brignole, E.A. "Isothermal Vapor-Liquid Equilibrium Data for the Binaries Propane-2,Propanol and Propylene-2,Propanol." J. Chem. Eng. Data 38, 1, 40-43 (1993).







**Engenharias**

**Sistema para caracterização de Redes de Bragg na região do visível — Parte III**

**Álvaro Alberto Cavalcanti de Oliveira Santos e Hypolito José Kalinowski**

**Universidade Federal Fluminense - Laboratório de Comunicações Ópticas (LACOP)**

## **INTRODUÇÃO:**

As Redes de Bragg são dispositivos fotônicos formados por modulação periódica do índice de refração na direção de propagação da luz. Essa estrutura periódica é inscrita em uma fibra ótica (geralmente em operação monomodo) e se comporta como um espelho seletivo que reflete uma fração do espectro da luz de entrada [1, 2]. Com o crescente uso de smartphones, a evolução dos sensores CCD/CMOS neles presentes tem se mostrado capaz de realizar análises espectrais com boa resolução [3, 4, 5]. Com isso, o desenvolvimento de um espectrômetro para smartphones visando a análise espectral de FBGs reduz a necessidade de aquisição de espectrômetros caros e pouco flexíveis, uma vez que tais equipamentos são tipicamente utilizados em bancadas de laboratórios.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Inicialmente foi pegado um modelo modificado de espectrômetro do tipo “dobradura”, da Public Lab, onde este capta a luz externa e difrata por meio de uma rede de difração (Fig.1). No lugar da fenda de entrada foi posto um conector para

fibra ótica padrão FC. As primeiras medidas foram comparações entre esse modelo e um espectrômetro convencional.

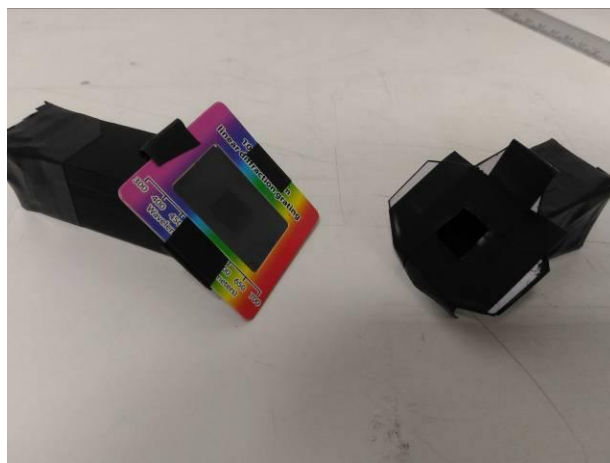


Figura 1: Espectrômetro utilizando base da Public Lab

O modelo acima foi capaz de realizar algumas medidas, qualitativamente comparáveis àquelas dos espectros de referência das fontes analisadas (Figs. 2 e 3):

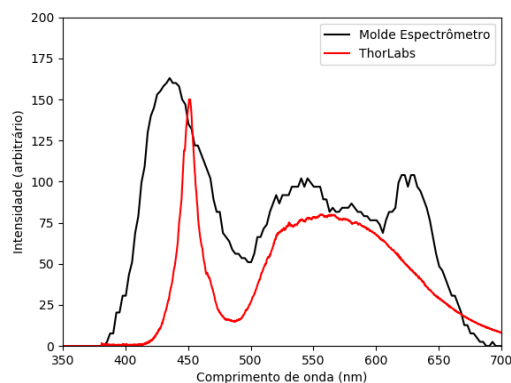


Figura 2: Comparação utilizando a fonte de luz LED branca

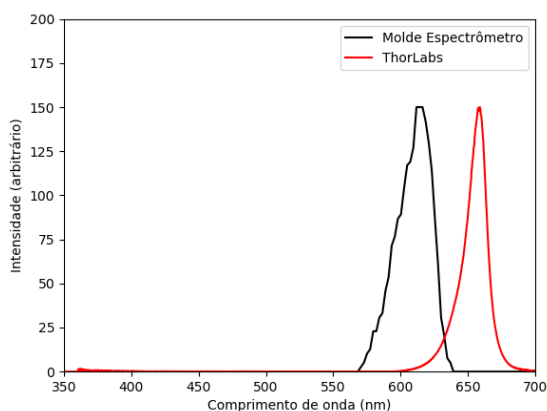


Figura 3: Comparação utilizando a fonte de luz LED vermelha da ThorLabs

Posteriormente, para corrigir os problemas de desfoque e estreitamento do espectro observado pelo smartphone, foi feita a confecção de um modelo de madeira, com cilindro maior, permitindo um aumento na cobertura do espectro. A dimensão angular do espectro aumentou, permitindo melhor análise da imagem difratada.



Figura 4: Modelo de espectrômetro feito de madeira.

Também foi feita a calibração do sistema de medição utilizando uma lâmpada fluorescente (Fig. 5). O modelo permitiu visualizar um espectro com linhas de emissão melhor definidas típicas do vapor de mercúrio contido na lâmpada.

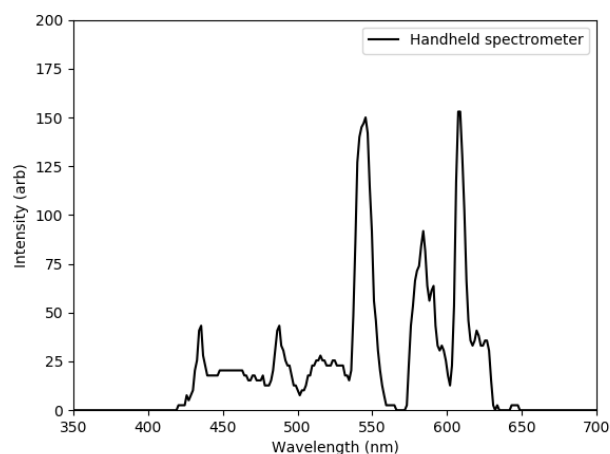


Figura 5: Gráfico do espectro da lâmpada fluorescente

Foram realizadas medidas utilizando fontes de luz específicas, como a lâmpada fluorescente acima e luz LED branca proveniente do *flash* de câmera de um smartphone comum (Fig.6).

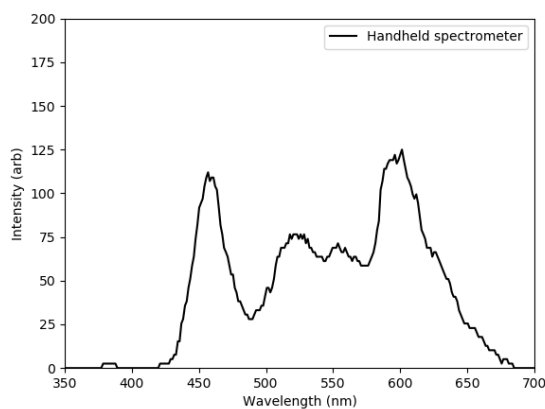


Figura 6: Espectro da luz LED branca de um Flash de smartphone.

Pela foto acima é possível observar com razoável definição o espectro típico de uma luz LED branca.

## CONCLUSÕES:

O modelo de espectrômetro confeccionado, a ser aprimorado para obter melhor resolução espectral, visa permitir a medição de FBGs em laboratório, na observação espectros de transmissão e reflexão na região espectral do visível.

As medidas utilizando as fontes neste trabalho mostraram resultados razoáveis que, embora não tenham a precisão de espectrômetros de laboratório próprios para análise, revelam a possibilidade de realizar medidas com o potencial desejado. O trabalho continuará sendo desenvolvido na fase seguinte.

## AGRADECIMENTOS:

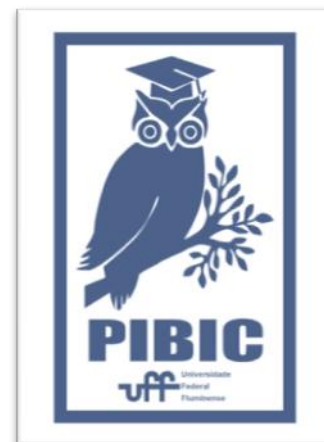
Agradeço primeiramente ao orientador Prof. Hypolito José Kalinowski por toda ajuda no projeto, aos colegas de laboratório e amigos que, de forma direta ou indireta, ajudaram no progresso deste trabalho. Também agradeço imensamente ao CNPq, ao PIBIC e à FAPERJ.

## REFERÊNCIAS:

- [1] Kawasaki, B. S., Hill, K. O., Johnson, D. C., & Fujii, Y. (1978). *Narrow-band Bragg reflectors in optical fibers*. *Optics Letters*
- [2] WERNECK, M. M; ALLIL, R. C.; de NAZARÉ, F. V. B. "A Guide to Fiber Bragg Grating Sensors" (2013)
- [3] Aitkulov, A., & Tosi, D. (2019). *Optical fiber sensor based on plastic optical fiber and*

*smartphone for measurement of the breathing rate*. *IEEE Sensors Journal*, 1–1.

- [4] Greter Capote Mastrapa, Gabriel G. Guimarães, Patrícia L. Inácio, Valmir Oliveira, Hypolito J. Kalinowski. *Fibre Bragg gratings in the visible: towards low-cost detection*. *Proceedings Volume 10680, Optical Sensing and Detection V*; (2018)
- [5] Ormachea, Omar & Villazon, Alex & Escalera, Ramiro. (2017). *A spectrometer based on smartphones and a low-cost kit for transmittance and absorbance measurements in real-time*. *Optica Pura y Aplicada*.





**Engenharia Elétrica**

**Ferramenta de Otimização para Apoio a Operação de Redes de Distribuição Ativas**

**Lucas Vaz Momo**

**Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Fluminense**

## **INTRODUÇÃO:**

Segundo a EPE (2019), a demanda energética brasileira aumentou expressivamente nos últimos anos e se espera um crescimento aproximado de 3,6% ao ano até 2029. Contudo, tal crescimento resultou na reestruturação de diversos sistemas de energia, em âmbito nacional e mundial. Tornou-se interessante uma nova alternativa topológica, caracterizado pela inserção de pequenas unidades geradoras conectadas diretamente no sistema de distribuição, conhecido como geração distribuída (GD).

As redes de distribuição não foram projetadas inicialmente para suportar injeções energéticas provenientes da geração distribuída, (ZHANG et al., 2015) o que resulta em um aumento da complexidade da operação e do controle dos sistemas de distribuição, além de problemas de variação de tensão.

Dentre os métodos de otimização para a resolução de tais problemas, tornou-se interessante a utilização de técnicas de inteligência artificial (AZIMI et al., 2013), tais como redes neurais, algoritmos genéticos, lógica Fuzzy e enxame de partículas. Neste estudo, utilizaremos o MOPSO (Multiple Objective Particle Swarm Optimization), que deriva do PSO (Particle Swarm Optimization), o

qual foi analisado empiricamente como bem sucedido em suas aplicações (SOUZA, 2016).

### **PSO – Particle Swarm Optimization**

O PSO surgiu de experiências com algoritmos que buscam modelar o comportamento social observado em espécies de pássaros e cardumes de peixe, através de seus comportamentos individuais e sociais (Kennedy, J. & Eberhart, R., “Particle Swarm Optimization”, 1995). Tal método é não determinístico, estocástico e de fácil implementação computacional, possuindo como principal objetivo a minimização de funções e treinamento de redes neurais.

O método busca constantemente pela solução que melhor atenda o objetivo a ser otimizado, ou seja, a melhor posição da partícula a ser atingida. Cada partícula possui influência sobre sua melhor posição individual e global no espaço de busca, ao passo que partindo de uma população inicial, são atualizadas as velocidades e posições destas seguindo as equações características.

A equação da velocidade é atualizada por três termos essenciais: inércia ( $w$ ), termo cognitivo ( $c1$ ) e termo social ( $c2$ ). A inércia está associada a influência que a velocidade da partícula tem em seu próprio movimento,

determinando por conseguinte o quanto do ambiente será analisado por esta.

Usualmente, utiliza-se os termos  $P_{best}$  para referir-se a melhor posição individual da partícula sobre o próprio movimento e  $G_{best}$  para a melhor posição registrada pelo enxame sobre o movimento de cada partícula.

Os valores para o termo de inércia variam nos estudos práticos entre 0,4 a 1,4, enquanto que os cognitivos e sociais de 0 a 2. Os fatores  $r_1$  e  $r_2$  são números aleatórios gerados entre 0 e 1 para diversificar a população de indivíduos.

As equações de posição ( $x$ ) e velocidade ( $v$ ) implementadas no PSO se caracterizam como as descritas a seguir:

$$x_{k+1}^i = x_k^i + v_{k+1}^i$$

$$v_{k+1}^i = w_k v_k^i + c_1 r_1 (p_k^i - x_k^i) + c_2 r_2 (p_k^g - x_k^i)$$

Figura 2: Equações PSO (Próprio Autor, 2020)

A movimentação da partícula pelo espaço de busca pode ser representada como na figura abaixo:

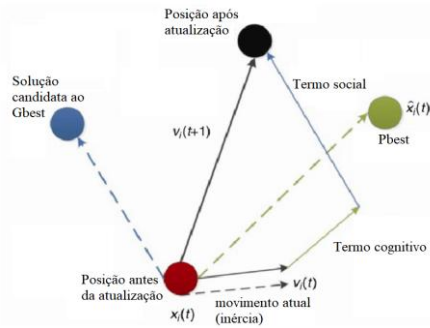


Figura 3: Movimentação partícula PSO (Medium, 2018)

O algoritmo desenvolvido em Python utilizou o interpretador Pycharm, disponível em Windows, Linux e MacOS.

Foram utilizadas duas funções testes:

- $F(x) = x^2 + y^2$ , cujo mínimo global é 0 no ponto (0,0).
- Minimizar a função (área mínima) de uma mesa, na qual  $F$  (comprimento, largura) =  $1 \times$  (comprimento + largura) com as seguintes restrições:  $20 \text{ cm} < \text{comprimento} < 70 \text{ cm}$

Para a primeira função teste criou-se dois cenários com diversos casos. O primeiro cenário possui o termo inercial constante, enquanto o segundo conta atualização linear para este termo.

Os casos em que o termo cognitivo ( $c_1$ ) foi superior ao social ( $c_2$ ), foram obtidos resultados menos precisos e mais distantes do mínimo global. Portanto, as partículas se comportam de forma superior ao priorizar sua percepção global de movimento à individual. Além disso, nos casos onde  $c_1 = 1.0$  e  $c_2 = 2.0$ , com maiores iterações ou maior número de partículas, o resultado foi proporcionalmente mais preciso, convergindo rapidamente à solução.

No comparativo entre os dois cenários, observa-se no segundo soluções mais acuradas e com uma precisão ligeiramente maior, revelando que as partículas possuem um comportamento mais aprimorado quando possuem seu termo inercial em uma variação linear. Portanto, com esses resultados empíricos é possível avaliar a importância de cada parâmetro do PSO e sua aplicabilidade na função objetivo.

Para a segunda função teste, utiliza-se o mesmo algoritmo formulado anteriormente, com a diferença que neste caso tem-se restrições às variáveis formuladas a priori, no caso a largura e comprimento. Deseja-se, a partir das condições iniciais, calcular a área mínima da mesa.

Utilizando-se de 12 partículas,  $w = 0,5$ ;  $c1 = 1,0$ ;  $c2 = 2,0$  e 25 iterações, valores comumente utilizados na literatura, chega-se ao resultado previsto, uma área mínima de  $40 \text{ cm}^2$ .

### **MOPSO – Multiple Objective Particle Swarm Optimization**

Em um problema mono-objetivo, busca-se uma solução que minimize ou maximize uma função, porém, tal conceito não pode ser aplicado no âmbito multiobjetivo. Isto decorre da existência de múltiplas funções objetivo conflitantes, que necessitam ser otimizadas simultaneamente. Portanto, com o intuito de solucionar tais adversidades, o método MOPSO deriva do anterior com duas grandes virtudes; a implementação de um mecanismo de preservação de diversidade e a otimalidade de Pareto.

Com relação a Frente de Pareto, tem-se o conceito de dominância de Pareto, que se faz necessário para o entendimento de quando uma solução domina outra, ou seja, ao comparativamente obter resultados melhores para todos os objetivos. Um vetor solução  $X$  domina outro  $Y$  ( $X > Y$ ) se e somente se:

- $f_i(X) \leq f_i(Y) \forall i \in [1,2,\dots, Nobj]$ ;
- $f_i(X) < f_i(Y) \exists i \in [1,2,\dots, Nobj]$ ;

Portanto, caso os valores da função objetivo de  $X$  sejam menores ou iguais às de  $Y$ , e pelo menos um valor de  $X$  é menor que em  $Y$ , é dito que  $X$  domina  $Y$ . A partir disto, pode-se classificar as soluções à sua otimalidade de Pareto, as quais são enquadradas como Pareto Ótimo caso não sofram dominância por outra solução no espaço de busca.

Entretanto, como o MOPSO possui a necessidade da criação de um repositório de

soluções não dominadas, este pode aumentar rapidamente devido ao número de iterações, causando um problema de excesso de memória ao algoritmo. Portanto, caso uma solução nova domine as soluções armazenadas anteriormente estas serão excluídas.

Foi utilizado a função teste ZDT1, utilizada amplamente na literatura de algoritmos genéticos por testar a eficácia da convergência Ótima de Pareto e a manutenção da diversidade das soluções. Diversos casos foram testados, modificando-se os valores dos termos sociais e cognitivos; número de partículas e iterações. O que se mostrou mais próximo a solução real foi aquele com o maior número de iterações e com termo social superior ao cognitivo. Ademais, também foi observado que um aumento no número de iterações se mostrou mais efetivo de que no número de partículas, ao contrário dos resultados anteriores encontrados no PSO, que se mostravam similaridade na proporção entre estes dois parâmetros.

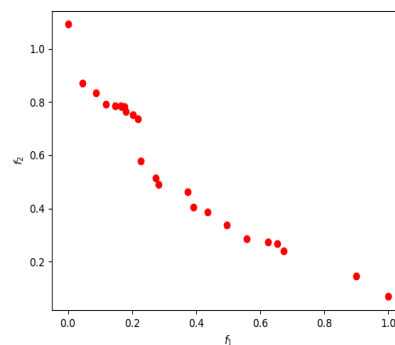


Figura 4: Resultado MOPSO (Fonte: Autor, 2020)

### **CONCLUSÕES:**

Em relação ao que foi desenvolvido e aos resultados obtidos nas funções testes (benchmarks), o algoritmo desenvolvido para

resolução de problemas mono objetivo obteve resultados satisfatórios para a função  $F(x) = x^2 + y^2$ , cujo mínimo global é 0 no ponto (0,0). Foi verificado que ajustes nos parâmetros do enxame fazem grande diferença no resultado final da otimização.

No segundo problema mono objetivo, o qual conta com restrições a priori para o cálculo da área de uma mesa, o algoritmo calculou precisamente a área mínima, utilizando-se de parâmetros de enxame considerados adequados a partir dos resultados obtidos anteriormente.

No que tange a otimização multiobjetivo, foi possível a partir de ajustes na parametrização alcançar um resultado satisfatório da Frente de Pareto. Comprovou-se a importância de o número de iterações ser suficientemente elevado para atingir o objetivo proposto, além da superioridade de resultados ao se optar por um termo social (c2) superior frente ao termo cognitivo (c1).

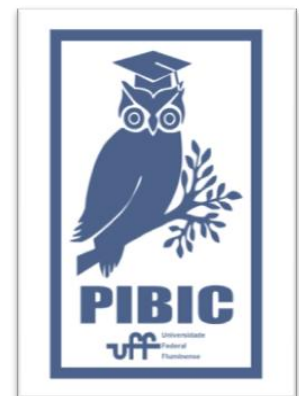
Portanto, os algoritmos desenvolvidos para este estudo segundo as metodologias PSO e MOPSO podem ser futuramente aplicados em outras pesquisas, em redes elétricas de potência simuladas.

#### AGRADECIMENTOS:

Agradeço ao meu orientador Vitor Hugo por todo o suporte a mim prestado e ao Lucas Viana, que precedeu nesta área de pesquisa, mas infelizmente faleceu. Por fim, agradeço a PROPPI e ao CNPQ pela oportunidade imensurável de realizar essa pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] AZIMI, Reza; ESMAEILI, Saeid. **Multiobjective daily Volt/var control in distribution systems with distributed generation using binary and colony optimization**. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, vol. 21, p. 613-629, 2013.
- [2] EPE. EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados%20abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-422/PDE%202029.pdf>. Acesso em: 12/05/2020.
- [5] Kennedy, J. & Eberhart, R. **Particle Swarm Optimization**. *Proceedings IEEE International Conference on Neural Networks* (Perth, Austrália) p. 1942-1948, 1995.
- [8] SOUZA, Marcio Eli Moreira de. **Inserção de Microgeração Distribuída nas Redes de Baixa Tensão: Implantação de Telhados Solares – Estudo de Caso Real**. Belo Horizonte, 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- [10] ZHANG, Baosen et al. **An Optimal and Distributed Method for Voltage Regulation in Power Distribution Systems**. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 30, n. 4, p. 1714-1726, 2015.





## **Engenharia Elétrica**

### **Sistema de mapeamento de campo magnético para fitas supercondutoras**

**Miguel Albrecht Paschoarelli**

**Escola de Engenharia / Departamento de Engenharia Elétrica /  
Núcleo de Inovação Tecnológica em Engenharia Elétrica**

**(NITEE)**

#### **INTRODUÇÃO:**

Neste trabalho, apresenta-se o mapeamento do campo magnético de fitas supercondutoras de segunda geração de YBCO resfriadas com nitrogênio líquido. Uma mesa de mapeamento de campo magnético mede por sensor de campo de efeito Hall o campo magnético gerado por uma corrente elétrica, que flui em uma fita 2G comercial durante ensaios. O experimento consiste em curto-circuitar uma fonte de alta corrente com uma amostra de fita supercondutora e injetar corrente elétrica em magnitudes crescentes a temperaturas próximas a 77 K, como ilustra a Figura 1. O sistema é a coordenação entre um sistema de movimentação e medição já projetado em trabalhos anteriores e é controlado por um drive que recebe suas instruções de comando via programação em LabVIEW. Desde sua descoberta, a supercondutividade e suas aplicações têm sido um dos campos mais ativos na pesquisa científica e tecnológica moderna devido às suas propriedades físicas únicas [1]. As fitas supercondutoras, de alta temperatura crítica, de RE-Ba-Cu-O (RE significa Rare Earth), conhecidas como fitas de segunda geração (chamadas de fitas 2G) têm sido empregadas em diversos projetos de supercondutividade aplicada em sistemas elétricos, como cabos de distribuição de

energia, máquinas, limitadores de corrente de curto-circuito e veículos de levitação magnética [2]. Dentre as possíveis vantagens da utilização desta tecnologia tem-se a melhoria da qualidade da energia, confiabilidade e segurança da rede elétrica como também o aumento da capacidade de transmissão e a redução das perdas de energia [1]. O tratamento e processamento de sinais aqui propostos foram cruciais para a melhora de qualidade nas medidas experimentais e com isso para analisar os resultados da distribuição do campo magnético ao longo de uma fita 2G dos ensaios realizados.



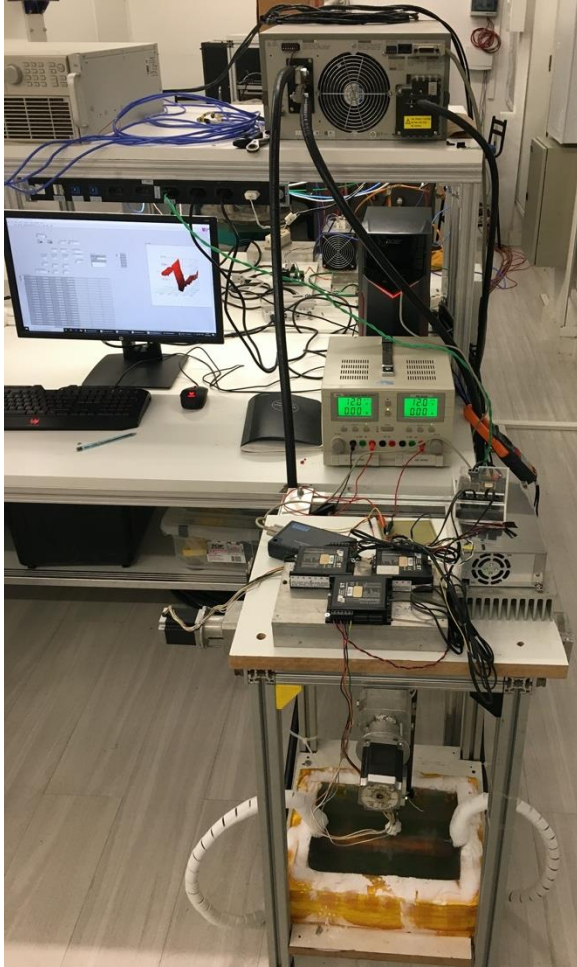


Figura 1: Sistema de mapeamento de campo magnético para fita 2G HTS.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Foi realizado um ensaio com valor de corrente pelo método de transporte de 50 A percorrendo uma área de varredura sobre a superfície da fita de 75 mm no eixo X, a um passo de 0,1 mm por aquisição, e 25 mm no eixo Y. A Figura 2 ilustra o resultado pós ensaio. Para o Ensaio de 50 A, o campo magnético perpendicular à fita apresentou a seguinte forma:

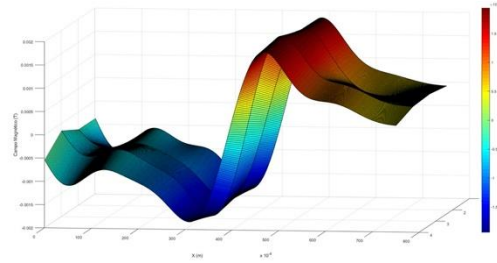


Figura 2: Ensaio com 50 A em fita 2G HTS

Os resultados demonstram-se condizentes ao fenômeno físico e foram aprimorados no pós-processamento em MATLAB pelo desenvolvimento de um filtro digital. Nos ensaios, o resultado da medição da distribuição da densidade de campo magnético na fita supercondutora de segunda geração está próximo à representação do fenômeno físico, conforme comparação aos resultados simulados computacionalmente e obtidos experimentalmente por [31]. Pode-se considerar como um importante feito visto o fato de os níveis de campo magnético da fita exigirem grande sensibilidade e precisão de medição do sistema. Este avanço deve-se principalmente pelo melhor desempenho obtido pelo circuito de amplificação e pelo pós-processamento do sinal pelo filtro digital neste trabalho desenvolvidos.

## CONCLUSÕES:

De fato, o sistema de mapeamento de campo magnético para fitas supercondutoras está funcional por estar sendo mensurada a distribuição de campo magnético de uma fita supercondutora de segunda geração. O controle e a aquisição de dados dos sistemas de movimentação e de medição foram coordenados por LabVIEW. Desempenhou-se ensaios experimentais com uma amostra de fita 2G em seu estado supercondutor à cerca de 77

K conduzindo correntes de 50, 100, 200 e 300 A.

### **Referências bibliográficas:**

[1] WANG, Y. Fundamental Elements of Applied Superconductivity in Electrical Engineering. [S.l.]: John Wiley Sons Singapore Pte. Ltd., 2013.

[2] MARTINS, F. G. R. Mancal magnético supercondutor com laços de fitas de segunda geração. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

[3] SOTELO, G. et al. H-formulation fem modeling of the current distribution in 2g hts tapes and its experimental validation using hall probe mapping. IEEE Transactions On Applied Superconductivity, v. 26, dez. 2016. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/5634065>



**Grande área do conhecimento: Engenharia**

**Título: Desenvolvimento e Avaliação de uma Abordagem Não Supervisionada de Inferência de Qualidade de Experiência em Redes Sem Fio de Grande Escala.**

**Autores: Marcos Paulo Cezar de Mendonça, Diogo Menezes Ferrazani Mattos**

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

## **INTRODUÇÃO:**

As redes sem fio crescem de forma desordenada para garantir a cobertura de grandes áreas e suporte a clientes. O crescimento elevado do uso dos *smartphones* e dispositivos portáteis é um dos principais fatores que fomentam a necessidade de aumento de cobertura das redes sem fio. Assim, usuários de redes sem fio têm características pendular e sazonal, na medida em que *smartphones* e *tablets* proporcionam mobilidade aos usuários. Logo, há um potencial de economia de energia se a densidade da cobertura da rede sem fio crescer e diminuir através do controle de ativação de pontos de acesso de acordo com a demanda dos usuários.

O número ótimo de pontos de acesso (*access points* - APs) em uma rede sem fio é de difícil escolha, pois a demanda sobre rede depende das rotinas e localizações dos usuários. Assim, a definição do número de APs ligados implica a necessidade de identificação de padrões de uso da rede sem fio. Em especial, a identificação do padrão de uso da rede relaciona-se com a maneira como o AP e os usuários associados a ele interagem. Ademais, a inferência de padrões

do uso de dados em redes sem fio permite definir medidas preventivas e de economia de energia. Dessa forma, inferir padrões de uso da rede sem fio que considerem informações de associação de usuários a APs é essencial para a identificação da demanda de cada AP e, assim, propor uma política de economia de energia.

O objetivo deste trabalho é desenvolver abordagens para definir quando ligar e desligar pontos de acesso de uma rede sem fio de grande escala para atender a demanda de seus usuários. Nesses modelos, são escolhidos os primeiros pontos de acesso a serem ligados e, após a inicialização da rede, outros são escolhidos para atender à demanda. A ideia central da proposta é desenvolver um sistema para a economia de energia nos pontos de acesso ligados sem afetar a qualidade de experiência dos usuários da rede.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

O trabalho considera um subconjunto dos pontos de acesso componentes da rede sem fio

institucional da Universidade Federal Fluminense. O subconjunto considerado é formado pelos pontos de acesso instalados no *campus* da Praia Vermelha, contando com um total de 363 pontos de acesso. O trabalho também considera os fluxos de dados e associações de usuários aos pontos de acesso foram registrados durante uma semana. Com base na topologia da rede e nos fluxos dos usuários, foi desenvolvido um simulador de eventos discretos, em linguagem Python, que implementa três métodos distintos para ligar os pontos de acesso. O primeiro método liga apenas os pontos de acesso com o maior número de vizinhos. O segundo método liga os pontos de acesso com o maior número de vizinhos, porém que não tenha qualquer vizinho ligado *a priori*. O terceiro método liga um ponto de acesso por cada clique do grafo de topologia da rede, sendo o ponto de acesso escolhido o de maior grau dentro do clique. A rede do *campus* é simulada por um período correspondente a um dia de operação.

Os resultados da simulação foram avaliados quanto à quantidade de pontos de acessos ligados, à quantidade de usuários conectados e à quantidade de usuários não servidos. Os métodos propostos são comparados com a abordagem atual que mantém todos os pontos de acesso permanentemente ligados.

A Figura 1 mostra a quantidade pontos de acesso ligados em relação ao tempo de simulação. Os resultados mostram que há um

grande potencial de economia de energia de acordo com o método utilizado para ligar os pontos de acesso iniciais. A proposta de ligar APs com maior número de vizinhos, mas mantendo conjunto disjuntos de APs ligados, e a proposta de ligar um ponto de acesso por clique reduzem em por volta de 75% o número de dispositivos ativos.

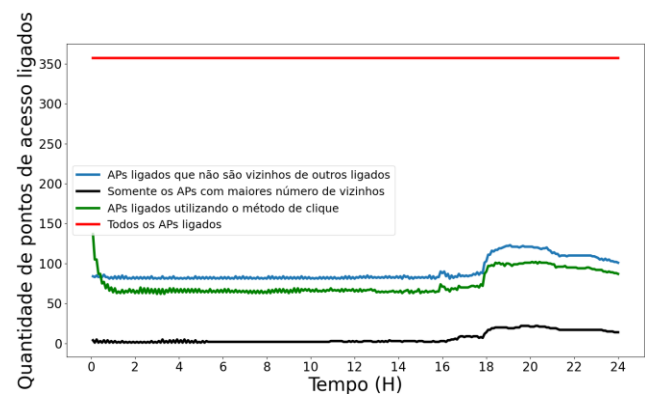


Figura 1: Quantidade de pontos de acesso ligados

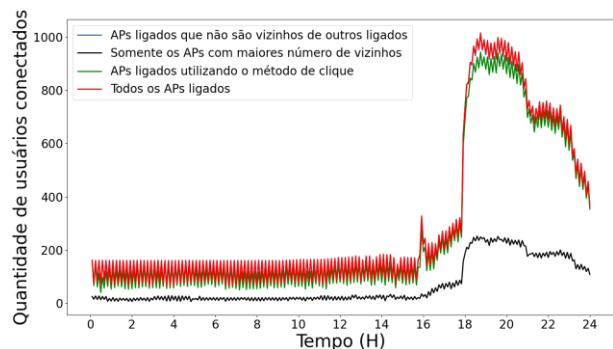


Figura 2: Quantidade de usuários conectados por tempo de simulação por tempo de simulação

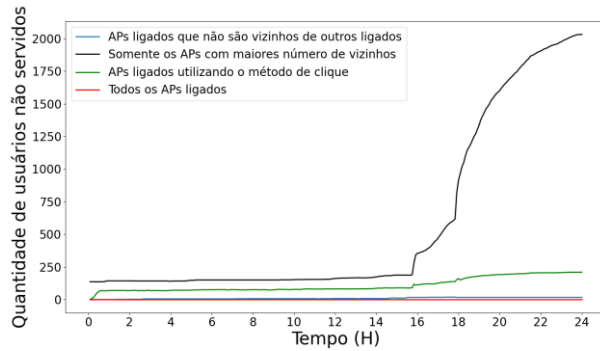


Figura 3: Número de usuários não servidos por tempo de simulação

As Figuras 2 e 3 mostram o comportamento das propostas ao se considera o número de usuários servidos e não servidos, respectivamente. Um usuário é considerado atendido se consegue se associar a um ponto de acesso e realizar fluxos com qualidade de serviço garantida. O resultado do número de usuários atendidos mostra que os métodos propostos atendem a maior parte da demanda de usuários da rede. Enquanto o método de apenas ligar os APs com maior número de vizinhos apresenta um número de usuários atendidos muito abaixo da abordagem atual.

A Figura 3 mostra o número de usuários não servidos. É possível observar que dois métodos possuem um resultado muito semelhante ao ideal, em que todos os pontos de acesso estão ligados enquanto o método que liga os pontos de acesso com maior número de vizinhos, sem considerar o conjunto disjunto de nós ligados, possui quantidade muito maior usuários não atendidos, mostrando a inviabilidade desse método.

### CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos nas simulações mostram que o método de ligar os pontos de acesso com

o maior número de vizinhos, considerando conjuntos disjuntos de pontos de acesso ligados, permite ter uma grande diminuição do consumo de energia sem afetar a qualidade de experiência dos usuários da rede.

A simulação evidenciou que é possível reduzir em 75% o número de pontos de acessos ligados, refletindo um número de usuários não atendidos próximo a zero.

### AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, RNP, FAPERJ e FAPESP pelo financiamento que viabilizou essa pesquisa. Agradecem também aos alunos Lucas Fauster Leite Pereira e Matheus Belato de Andrade Rodrigues pela ajuda durante o desenvolvimento do simulador.



**Engenharias**

**Sistema para caracterização de Redes de Bragg na região do visível — Parte III**

**Álvaro Alberto Cavalcanti de Oliveira Santos e Hypolito José Kalinowski**

**Universidade Federal Fluminense - Laboratório de Comunicações Ópticas (LACOP)**

## **INTRODUÇÃO:**

As Redes de Bragg são dispositivos fotônicos formados por modulação periódica do índice de refração na direção de propagação da luz. Essa estrutura periódica é inscrita em uma fibra ótica (geralmente em operação monomodo) e se comporta como um espelho seletivo que reflete uma fração do espectro da luz de entrada [1, 2]. Com o crescente uso de smartphones, a evolução dos sensores CCD/CMOS neles presentes tem se mostrado capaz de realizar análises espectrais com boa resolução [3, 4, 5]. Com isso, o desenvolvimento de um espectrômetro para smartphones visando a análise espectral de FBGs reduz a necessidade de aquisição de espectrômetros caros e pouco flexíveis, uma vez que tais equipamentos são tipicamente utilizados em bancadas de laboratórios.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Inicialmente foi pegado um modelo modificado de espectrômetro do tipo “dobradura”, da Public Lab, onde este capta a luz externa e difrata por meio de uma rede de difração (Fig.1). No lugar da fenda de entrada foi posto um conector para

fibra ótica padrão FC. As primeiras medidas foram comparações entre esse modelo e um espectrômetro convencional.

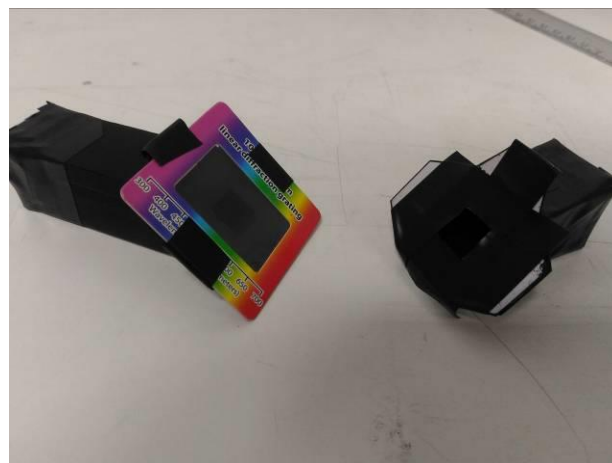


Figura 1: Espectrômetro utilizando base da Public Lab

O modelo acima foi capaz de realizar algumas medidas, qualitativamente comparáveis àquelas dos espectros de referência das fontes analisadas (Figs. 2 e 3):

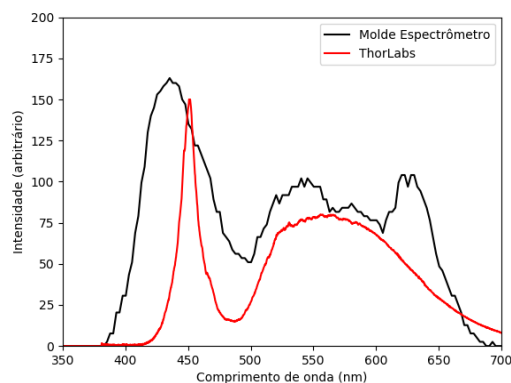


Figura 2: Comparação utilizando a fonte de luz LED branca

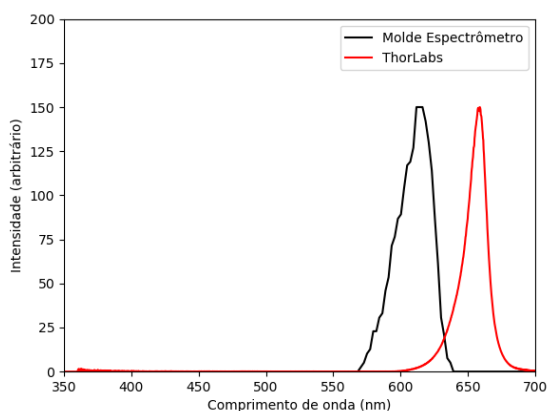


Figura 3: Comparação utilizando a fonte de luz LED vermelha da ThorLabs

Posteriormente, para corrigir os problemas de desfoque e estreitamento do espectro observado pelo smartphone, foi feita a confecção de um modelo de madeira, com cilindro maior, permitindo um aumento na cobertura do espectro. A dimensão angular do espectro aumentou, permitindo melhor análise da imagem difratada.



Figura 4: Modelo de espectrômetro feito de madeira.

Também foi feita a calibração do sistema de medição utilizando uma lâmpada fluorescente (Fig. 5). O modelo permitiu visualizar um espectro com linhas de emissão melhor definidas típicas do vapor de mercúrio contido na lâmpada.

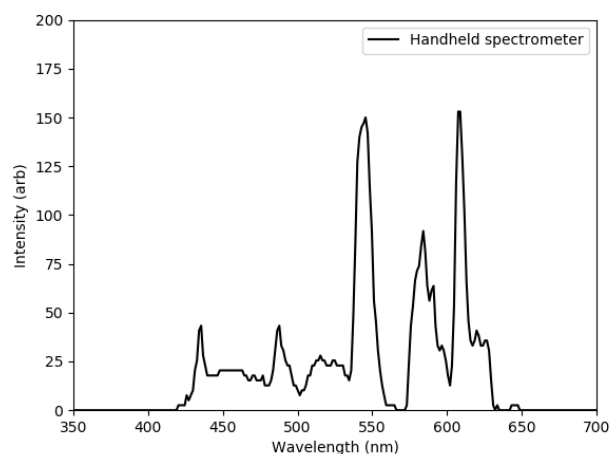


Figura 5: Gráfico do espectro da lâmpada fluorescente

Foram realizadas medidas utilizando fontes de luz específicas, como a lâmpada fluorescente acima e luz LED branca proveniente do *flash* de câmera de um smartphone comum (Fig.6).

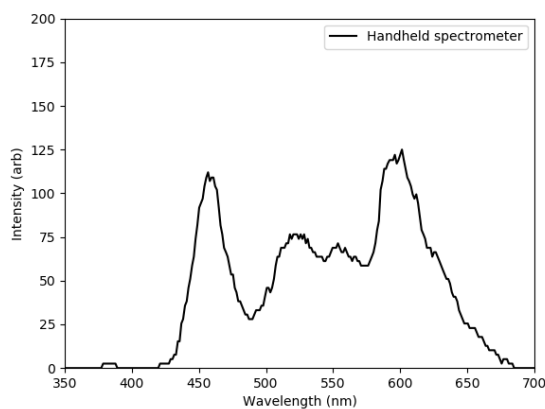


Figura 6: Espectro da luz LED branca de um Flash de smartphone.

Pela foto acima é possível observar com razoável definição o espectro típico de uma luz LED branca.

## CONCLUSÕES:

O modelo de espectrômetro confeccionado, a ser aprimorado para obter melhor resolução espectral, visa permitir a medição de FBGs em laboratório, na observação espectros de transmissão e reflexão na região espectral do visível.

As medidas utilizando as fontes neste trabalho mostraram resultados razoáveis que, embora não tenham a precisão de espectrômetros de laboratório próprios para análise, revelam a possibilidade de realizar medidas com o potencial desejado. O trabalho continuará sendo desenvolvido na fase seguinte.

## AGRADECIMENTOS:

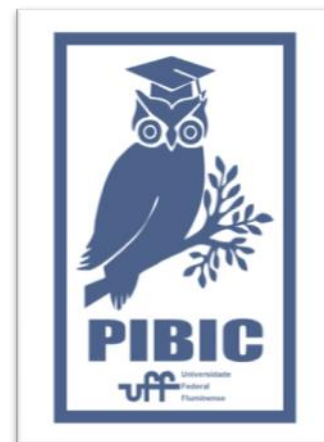
Agradeço primeiramente ao orientador Prof. Hypolito José Kalinowski por toda ajuda no projeto, aos colegas de laboratório e amigos que, de forma direta ou indireta, ajudaram no progresso deste trabalho. Também agradeço imensamente ao CNPq, ao PIBIC e à FAPERJ.

## REFERÊNCIAS:

- [1] Kawasaki, B. S., Hill, K. O., Johnson, D. C., & Fujii, Y. (1978). *Narrow-band Bragg reflectors in optical fibers*. *Optics Letters*
- [2] WERNECK, M. M; ALLIL, R. C.; de NAZARÉ, F. V. B. "A Guide to Fiber Bragg Grating Sensors" (2013)
- [3] Aitkulov, A., & Tosi, D. (2019). *Optical fiber sensor based on plastic optical fiber and*

*smartphone for measurement of the breathing rate*. *IEEE Sensors Journal*, 1–1.

- [4] Greter Capote Mastrapa, Gabriel G. Guimarães, Patrícia L. Inácio, Valmir Oliveira, Hypolito J. Kalinowski. Fibre Bragg gratings in the visible: towards low-cost detection. Proceedings Volume 10680, Optical Sensing and Detection V; (2018)
- [5] Ormachea, Omar & Villazon, Alex & Escalera, Ramiro. (2017). A spectrometer based on smartphones and a low-cost kit for transmittance and absorbance measurements in real-time. *Optica Pura y Aplicada*.







## Grande área do conhecimento: Engenharias

**Título do Projeto:** Estudo de Recuperação de Informações Musicais em Ambientes com Múltiplos Instrumentos Musicais

**Autores:** Bernardo do Prado Abreu

Tadeu Ferreira (orientador, UFF), Luiz Wagner Biscainho (coorientador, COPPE/UFRJ)

**Laboratório:** Laboratório de Antenas e Propagação (LAProp/UFF) e Lab. Sinais, Multimídia e Telecomunicações (SMT/UFRJ)

### INTRODUÇÃO:

Extração de Informação Musical (MIR) é uma área que trata, principalmente da análise de sinais de música e obtenção de dados sobre as características desses sinais. Esses dados são utilizados em diversas aplicações, como transcrição automática e classificação de gênero. Neste trabalho, são estudadas duas técnicas: a detecção de Onset e o rastreamento de frequência fundamental. Depois, é proposto um pré-processamento, com o objetivo de melhorar os resultados obtidos.

O método mais utilizado é o da Transformada de Fourier de Tempo Curto (STFT), que é um conjunto de DFTs de trechos do sinal, após serem multiplicados por uma janela [2]. O resultado é a composição espectral do sinal em, calculada em cada quadro de tempo. Sua equação é a seguinte:

$$S[m, k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] w[n - Hm] e^{-jk \frac{2\pi}{N} n},$$

onde  $w[n] = 0$  para  $0 \leq n < N - 1$  e  $H$  é o deslocamento da janela no tempo.

A frequência fundamental ( $f_0$ ) do sinal é uma informação bastante utilizada na área de

processamento de sinais de música. Portanto, é interessante estudar métodos de obtenção desse atributo. O método a ser estudado é o da função de saliência independente do timbre, que utiliza a localização frequencial dos harmônicos do sinal em cada quadro de tempo.

Na música ocidental, a frequência fundamental de cada nota está organizada em uma escala exponencial, conhecida como escala de temperamento igual. Isso significa que há uma pequena diferença entre a frequência dos harmônicos (múltiplos inteiros) de uma dada fundamental e a sua representação na escala.

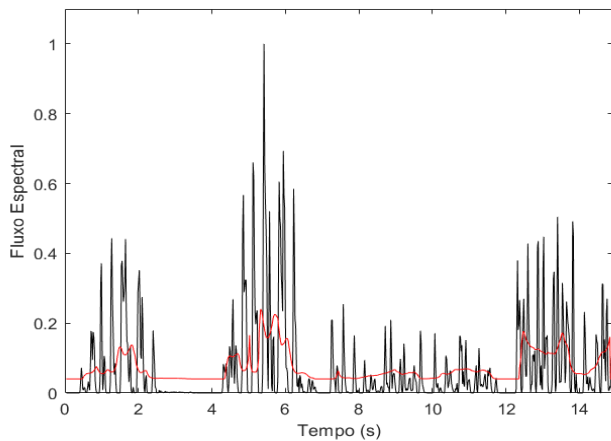
### RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O termo *onset* refere-se ao instante da ocorrência de eventos musicais, como, por exemplo, as notas de um instrumento. Existem diversas técnicas de detecção e cada uma possui vantagens e desvantagens, dependendo do tipo de sinal. O método escolhido foi o do Fluxo Espectral (ou Diferença Espectral), pois produz bons resultados de maneira consistente, além de ser de fácil implementação [4]. Sua equação é a seguinte:

$$SF(n) = \sum_{k=\frac{-N}{2}}^{\frac{N}{2}-1} H(|X(n,k)| - |X(n-1,k)|),$$

onde  $H(x) = \frac{x+|x|}{2}$  é uma função de retificação de meia onda.

A idéia desta técnica é avaliar a variação de energia nas componentes espectrais ao longo do tempo. Como os *onsets* estão relacionados ao surgimento de componentes, eles devem aparecer como máximos locais no Fluxo Espectral. Portanto, o próximo passo é a seleção



de picos.

Figura 1: Fluxo espectral do sinal (preto) e limiar de decisão (vermelho)

Como podemos observar na figura 1, a função possui uma quantidade de ruído, o que levaria a falsos positivos. Por isso, é necessário estabelecer um critério de seleção. O critério utilizado foi um limiar de decisão que acompanha as variações na função. Existem diversas maneiras de obter esse limiar e o escolhido foi uma combinação de mediana móvel com a técnica SSE, que consiste em realizar a média móvel do inverso da função. É possível ainda fazer ajustes no limiar, aplicando

nele um ganho. Além da limiarização, pode-se definir uma distância mínima entre picos adjacentes, considerando que é pouco provável a ocorrência de duas notas seguidas em um intervalo curto de tempo. A distância mínima utilizada foi de 33 ms.

Por fim, são escolhidos os picos do Fluxo Espectral que se encontram acima do limiar. Esses instantes selecionados devem coincidir com os *onsets* do sinal. O resultado pode ser observado na figura 2.

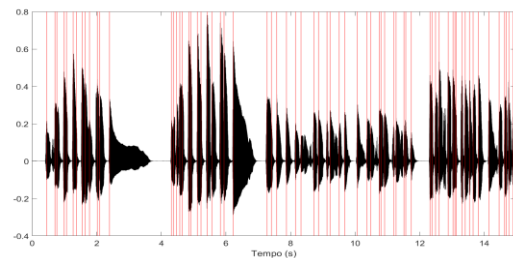


Figura 2: Sinal com onsets marcados

Para realizar o rastreamento da frequência central gerada, partimos da representação tempo-frequencial do sinal. Em cada quadro de tempo, são selecionados picos da DFT do sinal. Nesse conjunto de picos, são escolhidos como candidatos aqueles que se encontram na faixa de 20Hz à 5000Hz, pois a probabilidade de termos uma fundamental acima de 5000 Hz é muito pequena.

Para cada candidato, deve ser calculada a sequência de desvios. Isso é feito da seguinte maneira:

$$d_p = 100 \left[ 12 \log_2 \left( \frac{f_p}{f_{ref}} \right) - \left\lfloor 12 \log_2 \left( \frac{f_p}{f_{ref}} \right) \right\rfloor \right],$$

onde  $f_p$  é a frequência do pico e  $f_{ref}$  é uma frequência de referência, normalmente 440Hz.

Então, a saliência é calculada por meio da correlação entre a sequência de desvios de cada candidato  $d_p$  e a sequência teórica  $d_h$ . Uma boa medida de correlação para esse caso é o produto interno, pois essas sequências podem ser vistas como vetores.

Por fim, é escolhida, para cada quadro de tempo, a componente com maior saliência. Segue um exemplo de uma escala tocada em um clarinete na figura 3.

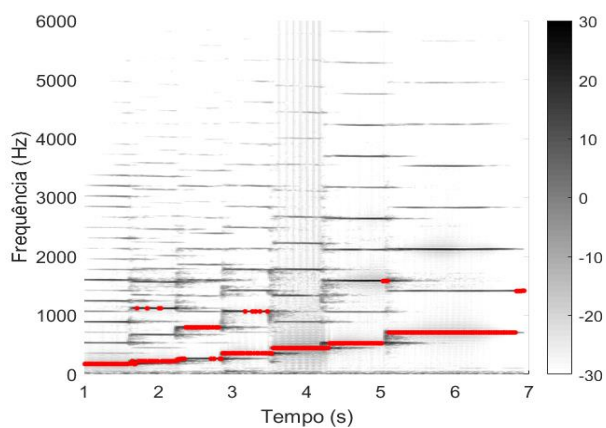


Figura 3: Espectrograma de um sinal com a  $f_0$  marcada (vermelho)

## CONCLUSÕES:

A utilização de filtros de mediana resultaram numa melhoria significativa de desempenho dos algoritmos testados.



**Grande área do conhecimento: Engenharias**

**Título do Projeto: MELHORIA DO DESEMPENHO DE BATERIAS DE ÍON DE LÍTIO PELA INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS NANOMÉTRICOS**

**Autores: Laura P. Paula e Hugo A. Oliveira**

**Departamento/Unidade/Laboratório: Departamento de Engenharia Química e de Petróleo (TEQ) / Escola de Engenharia / Laboratório de Reatores, Cinética e Catálise (RECAT)**

## INTRODUÇÃO:

Os carros elétricos são uma alternativa à dependência de combustíveis fósseis. Para que tal tecnologia seja viável faz-se necessário o uso de sistemas de armazenamento de energia. As baterias de íon lítio (LIBs) são muito utilizadas pelas suas propriedades eletroquímicas, como alta densidade energética e longo ciclo de vida.

Há um crescente interesse na produção de baterias de íon lítio com maior densidade de energia e vida útil. Os eletrodos das LIBs são compostos por materiais com carbono como grafite e negro de carbono. Tem-se estudado os nanotubos de carbono para melhoria do desempenho do catodo devido a suas propriedades elétricas e mecânicas.

Neste trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica e proposto a preparação de um catodo de lítio promovido pela adição de nanotubos de carbono.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Nas baterias de íon lítio, os íons de lítio são transportados entre o anodo e o catodo durante os processos de carga e descarga. A Figura 1 ilustra o processo de carga e descarga com a extração e reinserção dos íons de lítio no catodo.

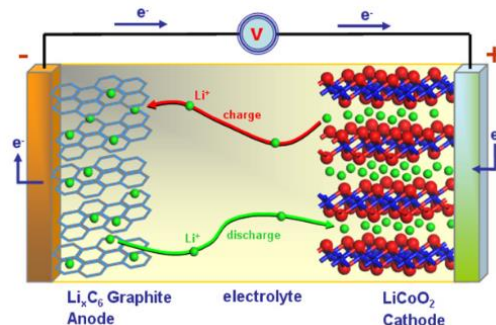


Figura 1: Esquema do processo eletrolítico em uma bateria de íon lítio (XIA; LUO; XIE, 2012)

Dentre as vantagens das baterias de íon lítio estão sua alta energia específica (150Wh/kg) e densidade de energia (400Wh/L). Também apresentam uma baixa taxa de descarregamento (2% a 8% por mês), longos ciclos (mais de 1000 ciclos) e uma ampla faixa de temperatura de operação (carga de 20-60°C e descarga 40-65°C) permitindo uma ampla

variedade de aplicações. O principal foco do estudo é o catodo devido a sua complexidade e importância na bateria. A Tabela 1 mostra algumas propriedades importantes que os catodos devem possuir.

Tabela 1: Requerimentos do catodo em uma bateria de íon lítio.

Alta energia livre para a reação com lítio
Alta capacidade de incorporar lítio
Incorporar/extrair lítio sem grandes mudanças estruturais
Alta difusividade os íons de lítio
Boa condutividade elétrica e térmica
Ser insolúvel no eletrólito
Baixo custo de preparação

Óxidos de metais de transição intercalados com lítio são amplamente utilizados como catodos das baterias de íon lítio. Os primeiros catodos das baterias de íon lítio eram formados por  $\text{LiCoO}_2$  por terem alta capacidade específica e características confiáveis de ciclo. Porém, o alto custo do cobalto levou a busca de alternativas, visto que o lítio já é um metal caro. Uma delas é o  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$  onde  $(x + y + z = 1)$ , comumente abreviado como NMC, já que é uma alternativa mais barata e opera em voltagens mais altas, aumentando a densidade de energia da bateria. Um dos catodos mais interessantes para aplicação em larga escala em veículos elétricos de acordo com LU et al., 2010 é o  $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ , logo este foi o catodo escolhido para um estudo mais detalhado.

Por mais que as baterias de íon lítio possam fornecer maior densidade de energia do que outras baterias secundárias, o aumento desta propriedade é importante para melhorar o desempenho dos veículos elétricos. A densidade de energia é limitada pela baixa capacidade dos materiais dos eletrodos. A baixa

difusão dos íons de lítio e dos elétrons no catodo geram uma potência específica baixa para estas baterias. Para resolver esse problema, a incorporação de nanotubos de carbono pode aumentar a difusão dos elétrons e dos íons lítio devido a sua elevada condutividade elétrica.

Com base nos métodos de co-precipitação para o preparo do catodo  $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$  e de incorporação de nanotubos ao catodo propostos por Liang et al. (2014) e Yu et al. (2017) foi montado um método de preparação do catodo. Os precursores  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  serão dissolvidos em água destilada em uma proporção molar de  $\text{Ni}^{2+}:\text{Mn}^{2+}:\text{Co}^{2+} = 6:2:2$ . Será adicionado  $\text{NaOH}$  para a precipitação dos íons e uma quantidade apropriada de solução de  $\text{NH}_4\text{OH}$  como agente quelante, Figura 2.

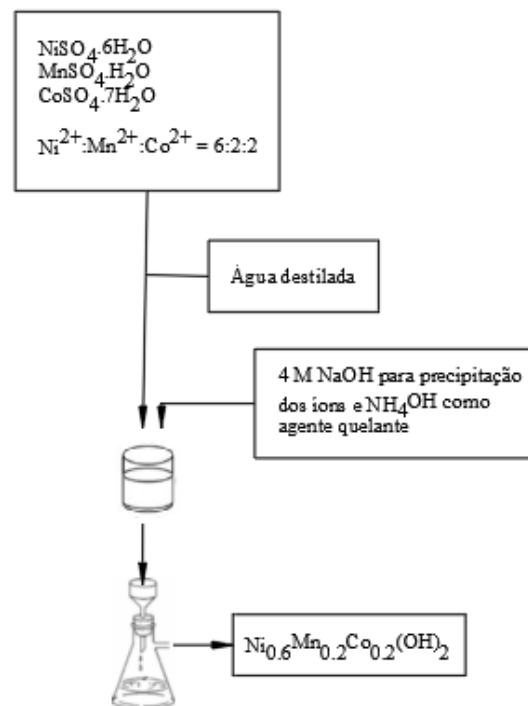


Figura 2: Preparação do precursor sólido

O precursor sólido  $\text{Ni}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}(\text{OH})_2$  será misturado com o  $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$  em uma proporção de 1:1,05, como mostrado na Figura 3.

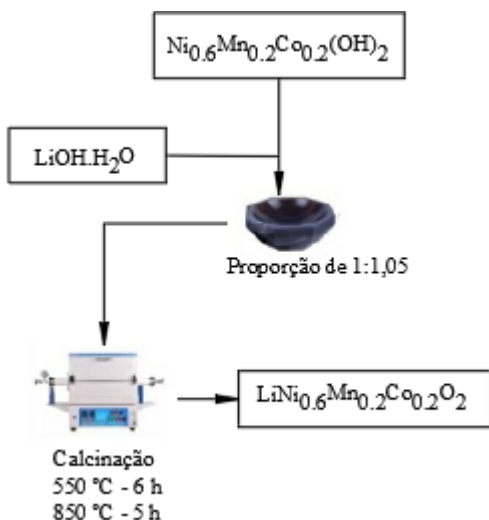


Figura 3: Preparação do catodo



Figura 4: Purificação dos nanotubos

Para o tratamento dos nanotubos, Figura 4, eles serão dispersos em ácido clorídrico e depois serão calcinados para a remoção de grupos funcionais (impurezas).

Para a incorporação de 0,5 % em massa de nanotubos no catodo NMC, estes serão dispersos em etanol anidro e depois o catodo será adicionado. Então a mistura será filtrada e seca em um forno a 80°C como mostra a Figura 5.

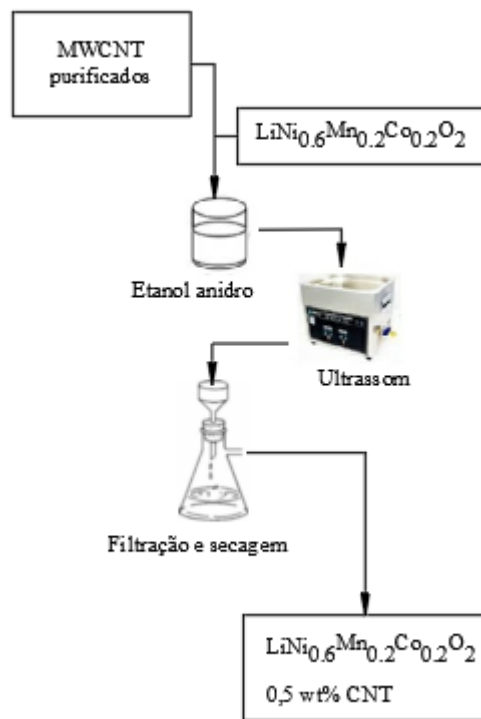


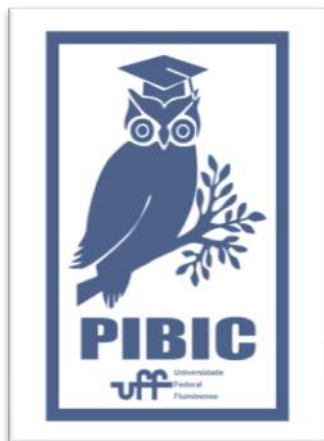
Figura 5: Incorporação dos nanotubos ao catodo

## **CONCLUSÕES:**

O catodo será preparado em diferentes proporções elementares em relação aos propostos na literatura. Diferentes precursores e o método de co-precipitação serão utilizados para a preparação do catodo aditivados com 0,5 % em massa de nanotubos de carbono.

## **AGRADECIMENTOS:**

À toda a equipe do RECAT pelo apoio e aprendizagem. À PIBIC, CAPES e FAPERJ pelo apoio financeiro ao projeto.





## Engenharias

### Hidrogenólise do Glicerol em Catalisadores de Rutênio Suportados em Zircônia Sulfatada

Júlia Bandeira Resende da Silva Costa, Ana Luiza de Paula Salgado, Andre Von Held Soares e Fabio Barboza Passos

Departamento de Engenharia Química e de Petróleo  
/Universidade Federal Fluminense - Niterói/ RECAT –  
Laboratório de Reatores, Cinética e Catálise

## INTRODUÇÃO:

Como o diesel é o derivado do petróleo mais consumido no Brasil, a grande compatibilidade com esse combustível faz com que o biodiesel seja uma boa alternativa econômica. Entretanto, o aumento na produção de biodiesel conseqüentemente leva a um aumento na produção de glicerol.

Com isso, houve uma extrema desvalorização no preço desse produto. Essa desvalorização, no entanto, incentivou a pesquisa acerca da obtenção de compostos químicos de maior valor agregado vindos do glicerol que antes seriam muito caros para produção. Dentre os processos de conversão do glicerol, está a reação de hidrogenólise que possibilita a produção de diversos produtos importantes para as indústrias, tais como o 1,3-propanodiol, 1,2-propanodiol e etileno glicol como mostra a Figura 1.

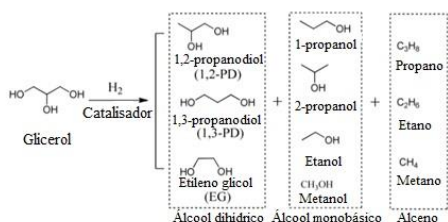


Figura 1 - Produtos obtidos pela hidrogenólise do glicerol. Fonte: Adaptada de Wang, Zhou e Guo, 2015.

Os propanodióis, principais produtos dessa hidrogenólise do glicerol, são produzidos atualmente principalmente pelo ramo petroquímico. O 1,3-propanodiol é bastante utilizado na produção de polímeros, enquanto o 1,2-propanodiol é utilizado em tintas, fármacos, resinas poliésteres, entre outros. Essa nova rota para produção dos propanodióis vem sendo estudada nas últimas décadas como uma alternativa mais limpa e por resolver o problema de excesso de glicerol no mercado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os resultados das áreas específicas e os volumes totais de poros dos materiais identificadas a partir dos modelos BET e BJH na técnica de fisissorção de  $N_2$ , apontaram áreas dos catalisadores próximas à área do suporte.

As Figuras 2 e 3 apresentam as isotermas de adsorção-dessorção dos materiais Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> e Ru/WO<sub>3</sub>-ZrO. Observa-se nas duas figuras que ambos apresentam uma isoterma do Tipo IV(a), característico de materiais mesoporosos. Esse comportamento se manteve para todos os suportes e seus



respectivos catalisadores. Estas isotermas de adsorção-dessorção são caracterizadas por apresentar curvas de histerese associadas a condensação capilar. As isotermas apresentam curvas histerese do Tipo  $H_2(b)$ .

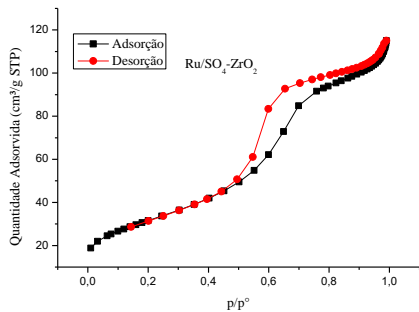


Figura 2 – Isoterma de adsorção-dessorção do Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>

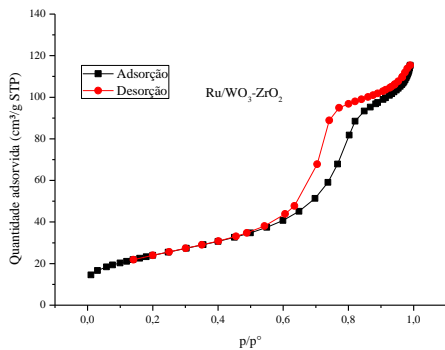


Figura 3 – Isoterma de adsorção-dessorção do Ru/WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>

As Figuras 4 e 5 apresentam os difratogramas de raios X dos suportes e seus respectivos catalisadores preparados neste trabalho.

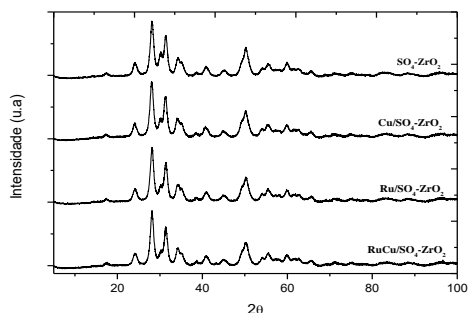


Figura 4 - Difratogramas de Raios X para os catalisadores suportados em SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>.

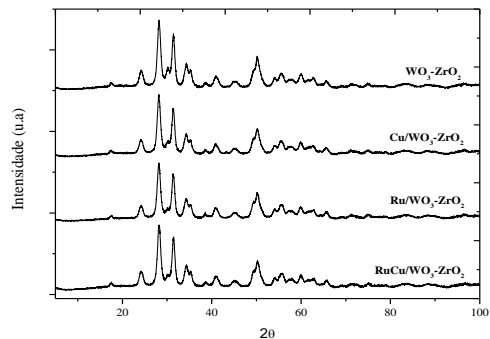


Figura 5 - Difratograma de Raios X para os catalisadores suportados em WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>.

Os resultados de conversão e rendimento nas reações de hidrogenólise do glicerol para cada catalisador testado nas temperaturas de 180°C e 200°C estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Conversão e seletividade de produtos para a reação de hidrogenólise do glicerol sobre os catalisadores suportados em SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> e WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>

Catalisadores	Temperatura (°C)	Conversã o	Seletividade				
			1,2-PD	EG	1,3-PD	1-PrOH	Outros
Ru/SO <sub>4</sub> -ZrO <sub>2</sub>	180	1%	59,28	0,14	0	0	40,58
Ru/SO <sub>4</sub> -ZrO <sub>2</sub>	200	4%	90,56	0	0	1,05	8,39
Ru-Cu/ SO <sub>4</sub> -ZrO <sub>2</sub>	180	1%	66,90	0	0	0	33,10
Ru-Cu/ SO <sub>4</sub> -ZrO <sub>2</sub>	200	2%	98,52	0	0	0,84	0,64
Ru/WO <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub>	180	23%	47,39	25,00	9,46	10,49	7,66
Ru/WO <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub>	200	39%	52,62	26,83	2,67	8,53	9,35
Ru-Cu/WO <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub>	180	6%	57,65	8,38	4,66	6,45	22,86
Ru-Cu/WO <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub>	200	15%	73,10	11,53	3,08	4,56	7,73

As Figuras 6 e 7 mostram as micrografias de MEV para o catalisador Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> e Ru/WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>. Cada catalisador foi avaliado em duas escalas diferentes, com barra de escala de 1µm e 100nm. Porém aqui será apresentado apenas um.

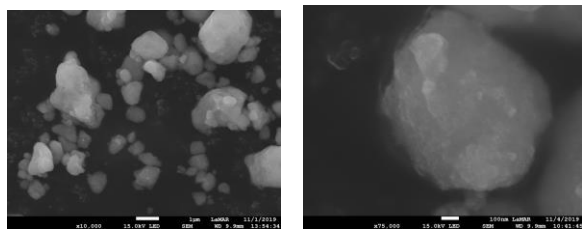


Figura 6 - Micrografias de MEV do catalisador Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>.

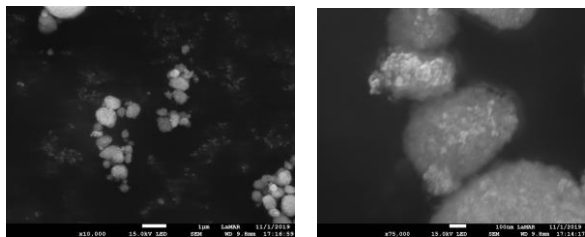


Figura 7- Micrografias de MEV do catalisador Ru/WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>.

## CONCLUSÕES:

Para este projeto foram preparados e caracterizados os catalisadores monometálicos e bimetálicos de rutênio suportados em zircônia sulfatada e zircônia tungstanada para serem utilizados na hidrogenólise do glicerol. Os testes catalíticos foram realizados a partir das reações de hidrogenólise do glicerol. No qual, reparou-se um aumento na seletividade para 1,2-propanodiol nos catalisadores bimetálicos quando comparados ao catalisador monometálico de rutênio. Além disso, observaram que o aumento da concentração de cobre levou a uma diminuição da atividade catalítica.

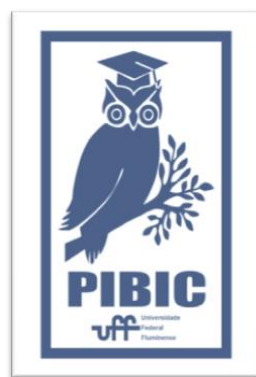
As conversões de glicerol para os catalisadores Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> e Ru-Cu/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> foram menores que 5%. Além disso, pela técnica de XPS também foi possível verificar que os catalisadores suportados em zircônia sulfatada apresentaram uma superfície menos enriquecida em rutênio. Apesar da conversão do

catalisador Ru/WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> ser muito superior a conversão do catalisador Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>, este apresentou 87,2% de seletividade para 1,2-propanodiol enquanto aquele apresentou apenas 53,1% de seletividade.

Após análise de micrografias eletrônicas de transmissão para os catalisadores monometálicos de rutênio e bimetálico rutênio-cobre foi possível constatar um aglomerado de partículas de rutênio no catalisador Ru/SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> confirmada através da análise de EDS.

As dispersões metálicas calculadas pela quimissorção de H<sub>2</sub> para os catalisadores suportados em SO<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> foram muito inferiores as calculadas para os catalisadores suportados em WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>. A dispersão de rutênio diminuiu com a adição de cobre no catalisador, o que está de acordo com a diminuição da atividade verificada nesses catalisadores. Assim como há uma queda na dispersão com a adição de cobre aos catalisadores, há uma diminuição dos sítios adsorvidos irreversivelmente. Contudo, essa queda dos sítios adsorvidos irreversivelmente não favorece a atividade catalítica do catalisador bimetálico.

## AGRADECIMENTOS:



*Recat*

## Curso de Engenharia Elétrica

### Estimação de parâmetros em redes elétricas

Aluno: Lucas Tito Carmona

TCE

## INTRODUÇÃO:

A existência de erros relacionados aos parâmetros pode afetar diretamente o processo de estimação de estado, propagando o erro para os resultados dele obtidos, podendo impactar todas as análises e tomadas de decisão que de tais resultados dependem.

Para diminuir o erro associado aos parâmetros presente no banco de dados off-line é realizada a correção feita por algoritmos genéticos, uma metaheurística.

Existem diversas metodologias para corrigir os parâmetros utilizando algoritmos genéticos. Neste trabalho são adotadas as seguintes estratégias:

- Correção de parâmetros utilizando a codificação por comprimento;
- Estimação de parâmetro utilizando múltiplas amostras em diversos instantes de tempo;
- Correção de parâmetros em dois estágios;
- Correção de parâmetros em múltiplos estágios.

O trabalho foi desenvolvido em MATLAB e os testes foram feitos no sistema IEEE-14 barras.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

## CORREÇÃO POR COMPRIMENTO:

A correção por comprimento foi feita de duas formas, a primeira sabendo que o erro está associado ao comprimento e a segunda, onde a codificação dos parâmetros é a de impedância em série, a correção é feita nas resistências e reatâncias dos ramos suspeitos que possuem um erro proporcional causados pelos comprimentos errôneos que estão no banco de dados off-line.

- **Teste:** Erro no ramo 1-2:

Parâmetro	Errôneo	Corrigido	Correto	Erro relativo
$l_{1-2}$	1,3	1	1	0%
$l_{1-5}$	1	1	1	0%
$l_{4-5}$	1	1	1	0%

Tabela 1 - Parâmetros estimados utilizando a codificação por comprimento

Parâmetro	Errôneo	Corrigido	Correto	Erro relativo
$r_{1-2}$	0,02519	0,01990	0,01938	3%
$x_{1-2}$	0,076921	0,05970	0,05917	1%
$r_{1-5}$	0,05403	0,05500	0,05400	2%
$x_{1-5}$	0,223	0,22430	0,22300	1%
$r_{4-5}$	0,01335	0,0134	0,01340	0%
$x_{4-5}$	0,0421	0,0421	0,04210	0%

Tabela 2 - Parâmetros estimados utilizando a codificação em série

A correção por comprimento mostrou-se mais eficaz na primeira estratégia adotada, já que a codificação é mais simples e possibilita

uma maior facilidade de o algoritmo genético percorrer o domínio de soluções.

## CORREÇÃO EM DOIS ESTÁGIOS:

Nesta estratégia, o algoritmo faz uma correção inicial, que é o estágio 1, e caso os parâmetros estejam acima de um certo limiar, o ramo suspeito é levado para o próximo estágio. Em cada estágio adotou-se uma geração de 50 indivíduos.

- **Teste:** Erro no ramo 1-2

Ramo	Parâmetro		Corrigido		Erro relativo	
	Errôneo	Correto	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 1	Estágio 2
$r_{1-2}$	0,02519	0,01938	0,0219	0,0194	13%	0,1%
$x_{1-2}$	0,076921	0,05917	0,0605	0,0592	2,25%	0,05%
$r_{1-5}$	0,05403	0,05400	0,0540	-	0,06%	-
$x_{1-5}$	0,223	0,22300	0,2230	-	0,02%	-
$r_{4-5}$	0,01335	0,01340	0,0134	-	0,37%	-
$x_{4-5}$	0,0421	0,04210	0,0421	-	0,02%	-

Tabela 3 - Parâmetros estimados utilizando a estratégia em dois estágios

Conforme apresentado na tabela acima, notou-se uma melhora nas medidas corrigidas quando se utiliza dois estágios e nem todos parâmetros suspeitos separados inicialmente foram para o segundo estágio.

## CORREÇÃO EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS:

Esta estratégia amplia o que foi desenvolvido anteriormente e a correção é feito em n estágios. O algoritmo se encerra quando não é possível mais identificar grandes variações nos valores dos parâmetros que se situam abaixo de um limiar estabelecido e quando não há variações significativas em tais valores entre o estágio anterior e o estágio atual.

- **Teste:** Erro no ramo 1-2:

Ramo	Parâmetro		Corrigido		Erro relativo	
	Errôneo	Correto	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 1	Estágio 2
$r_{1-2}$	0,0252	0,01938	0,0197	0,0194	2%	0%
$x_{1-2}$	0,0769	0,05917	0,0592	0,0592	1%	0%
$r_{1-5}$	0,0540	0,0540	0,0546	0,054	0%	0%
$x_{1-5}$	0,22300	0,22300	0,2232	0,2232	0%	0%
$r_{2-4}$	0,0581	0,0581	0,0581	0,0581	0%	0%
$x_{2-4}$	0,1763	0,1763	0,1763	0,1763	0%	0%
$r_{4-5}$	0,0134	0,0134	0,0134	0,0134	0%	0%
$x_{4-5}$	0,0421	0,0421	0,0421	0,0421	0%	0%

Tabela 4 - Parâmetros estimados utilizando a estratégia de múltiplos estágios

Essa estratégia é capaz de encontrar soluções ainda melhores para o problema.

## CORREÇÃO EM MÚLTIPLOS INSTANTES:

Esta análise tende a checar se a adição de um número elevado de instantes diminui o erro presente em um único instante. Para isso foi realizado um teste comparando a correção para um instante e outro teste para 288 instantes.

- **Teste:** Erro no ramo 1-2:

Ramo	Parâmetro		Valor Corrigido		Erro relativo	
	Errôneo	Correto	1 instante	288 instantes	1 instante	288 instantes
$r_{1-2}$	0,0252	0,01938	0,0308	0,0242	59%	25%
$x_{1-2}$	0,0769	0,05917	0,0525	0,0493	11%	9%
$r_{1-5}$	0,0540	0,0540	0,0752	0,067	39%	19%
$x_{1-5}$	0,2230	0,22300	0,2122	0,2041	5%	4%

Tabela 5 - Parâmetros estimados utilizando a estratégia de múltiplos instantes

Conforme observado no resultado do teste acima, a adição de múltiplos instantes não diminuiu de forma considerável o erro em relação a um único instante.

## **CONCLUSÕES:**

As estratégias adotadas neste trabalho tiveram como objetivo tornar mais eficaz a busca pela solução ótima, ou seja, aquela que produz a melhor correção dos parâmetros errôneos. Para isso foram elaboradas estratégias de correção de parâmetros em dois estágios, em múltiplos estágios e empregando múltiplos instantes. Além das estratégias mencionadas, uma análise utilizando a codificação por comprimento no AG, foi feita, onde sabe-se que o erro nos parâmetros de cada ramo é proporcional ao comprimento de tal ramo.

Os resultados obtidos mostraram que, caso haja um erro no comprimento da linha de transmissão, o emprego da codificação do comprimento leva a melhores resultados, em relação à codificação direta dos parâmetros a serem corrigidos. Isto se deve ao fato de que, em tais casos, a codificação por comprimento permite uma forma mais simples e rápida do AG percorrer o espaço de soluções e encontrar soluções de alta qualidade.

Os resultados obtidos mostram também que a estratégia de correção em dois estágios pode garantir uma solução melhor que a obtida empregando-se apenas um estágio de correção. Embora a correção em mais estágios onere o tempo computacional, o tempo não é um fator crítico para esta aplicação, que é off-line. Nota-se que a utilização desta estratégia é interessante quando existe uma quantidade significativa de parâmetros suspeitos.

A estratégia em múltiplos estágios amplia o que foi feito no algoritmo de dois estágios e pelo

que foi apresentado, é capaz de encontrar soluções ainda melhores para o problema.

A última estratégia adotada utiliza amostras de medidas correspondentes a múltiplos instantes de tempo e tem como objetivo encontrar o valor da função aptidão média do AG, considerando os resultados de cada população. Essa estratégia tem como objetivo diminuir as tendências presentes em uma amostra específica e encontrar uma solução mais precisa. Os resultados encontrados apontaram apenas pequenas melhorias na solução e merecem uma investigação futura.

## **AGRADECIMENTOS:**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Júlio Cesar Stacchini por ter introduzido a iniciação científica e por ter auxiliado em todas as dúvidas no decorrer do trabalho, ao professor André Abel, por ter se disponibilizado para me ajudar na elaboração do algoritmo e dúvidas recorrentes ao assunto, aos meus familiares e a minha namorada Raquel Nicolau, pelo incentivo e apoio.



Engenharias - 3.00.00.00-9

**S.T.E.L.A – SMART TOY EDUCATIONAL LUDIC ANIMATRONIC  
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO COM INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL PARA AUXILIAR NA EDUCAÇÃO DE CRIANÇA**

Paola Dias Cordeiro Gurgel e Marcio Zamboti Fortes

Departamento de Engenharia Elétrica/Escola de  
Engenharia/Laboratório do PET-ELÉTRICA

## INTRODUÇÃO:

Atualmente a sociedade tem sua vida construída em torno do tempo. Os pais se dedicam cada vez mais a suas vidas profissionais e passam mais tempo fora de casa, de modo que essa ausência é refletida na educação de seus filhos. Quando o assunto são as crianças e o uso de tecnologia, deve-se destacar o fato de que muitos pais têm dificuldade em combinar os dois, o que acaba por gerar muitos conflitos.

Entretanto, crianças se envolvem com tecnologia cada vez mais cedo, e esse envolvimento pode apoiar o aprendizado de forma positiva. Pesquisas reconhecem que o uso de tecnologia por crianças está mudando seu comportamento em casa, ou seja, quando consomem conteúdos de forma consciente, bons hábitos são gerados.

Nesse contexto, este projeto propõe uma união entre pais que se veem sem tempo e crianças que estão cada vez mais imersas no mundo tecnológico. Com o uso de inteligência artificial, o projeto propõe introduzir tecnologia de forma educacional na vida da criança, em

forma de um brinquedo educativo, que terá suas peças fabricadas em uma impressora 3D.

O protótipo em desenvolvimento deve ser capaz de interagir com a criança, utilizando um microfone para captar os dados fornecidos e um alto-falante para retornar uma resposta. Durante esse processo, foi utilizado o microprocessador raspberry (Figura 1), conectado em um chatbot, responsável por tratar os dados recebidos, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 1 – Raspberry Pi

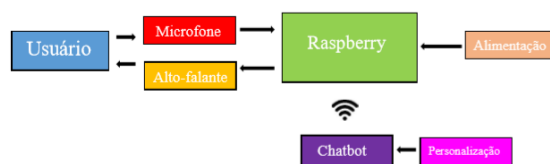


Figura 2 - Esquemático de como a criança poderá interagir com o protótipo desenvolvido.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa sobre o funcionamento do Raspberry, com o objetivo de aprimorar os conhecimentos a respeito do microcontrolador. Nessa etapa, foi definido que o sistema operacional a ser utilizado seria o Raspbian, que é uma variante de outro sistema chamado Debian e, além disso, é o sistema operacional oficial do Raspberry Pi.

Em seguida, foi escolhida a melhor forma de captar e transmitir o som. Ficou definido que seria utilizada uma caixa de som (Figura 2) conectada a placa por meio de um cabo P2-P2 (Figura 3) e um microfone (Figura 3) conectado a placa por um adaptador (Figura 4) de cabo P2 para USB.

Para o projeto, foi realizado um estudo sobre como criar um assistente virtual utilizando a linguagem em Python. A primeira decisão tomada foi a de utilizar a biblioteca speech recognition, que, como o nome sugere, realiza o reconhecimento de voz. Com essa biblioteca é possível receber uma entrada de voz do usuário e transcrever o que foi dito. Na segunda parte foi utilizada outra biblioteca, a pytsx, que possibilita que o programa, além de apenas transcrever, 'fale', emitindo uma resposta ao usuário.



Figura 2 – caixa de som



Figura 3 – Cabo P2-P2



Figura 4 – Microfone

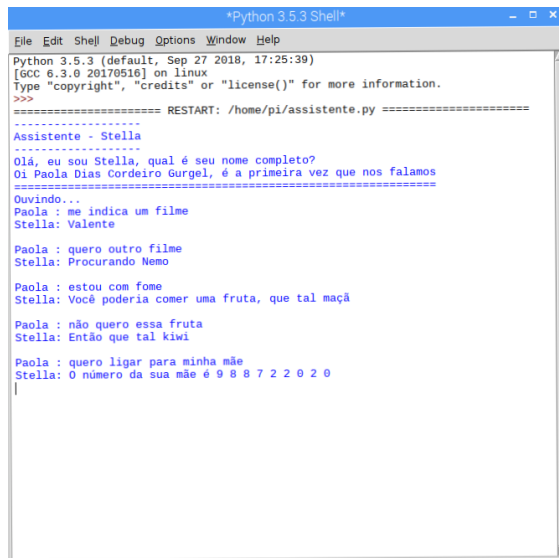


Figura 5 – Adaptador de cabo P2 para USB

Com o programa finalizado, foram executados os primeiros testes de desempenho, como se pode observar o resultado na Figura 6. Cabe destacar que o assistente não responde apenas por texto, mas também por voz, com auxílio de uma caixa de som.

O código funciona da seguinte forma, foi criado um arquivo que funciona como um dicionário com chaves e valores, onde cada valor corresponde a uma única chave. A chave é fornecida pelo usuário e o valor associado a essa chave é retornado pelo programa. Caso o usuário forneça uma chave desconhecida, o

programa retorna uma mensagem de erro (Figura 7).



```
Python 3.5.3 (default, Sep 27 2018, 17:25:39)
[GCC 6.3.0 20170516] on linux
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: /home/pi/assistente.py =====
Assistente - Stella
-----
Olá, eu sou Stella, qual é seu nome completo?
Di Paola Dias Cordeiro Gurgel, é a primeira vez que nos falamos
=====
Ouvindo...
Paola : me indica um filme
Stella: Valente

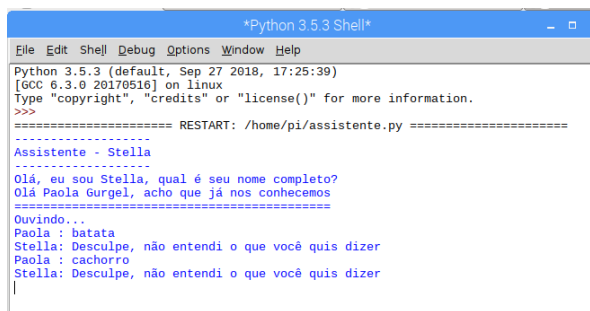
Paola : quero outro filme
Stella: Procurando Nemo

Paola : estou com fome
Stella: Você poderia comer uma fruta, que tal maçã

Paola : não quero essa fruta
Stella: Então que tal kiwi

Paola : quero ligar para minha mãe
Stella: O número da sua mãe é 9 8 8 7 2 0 2 0
|
```

Figura 6 – Teste de funcionamento



```
Python 3.5.3 (default, Sep 27 2018, 17:25:39)
[GCC 6.3.0 20170516] on linux
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: /home/pi/assistente.py =====
Assistente - Stella
-----
Olá, eu sou Stella, qual é seu nome completo?
Olá Paola Gurgel, acho que já nos conhecemos
=====
Ouvindo...
Paola : batata
Stella: Desculpe, não entendi o que você quis dizer
Paola : cachorro
Stella: Desculpe, não entendi o que você quis dizer
|
```

Figura 7 – Mensagem de erro

## CONCLUSÕES:

Apesar do bom funcionamento do mecanismo de reconhecimento de voz, os resultados obtidos foram considerados parcialmente satisfatórios. Havia dois objetivos principais: a criação de um código em Python de um assistente virtual e a construção de uma interface utilizando impressora 3D. Em relação ao código, foram identificados alguns pontos que precisam ser melhorados, pois o programa

criado não tem uma resposta rápida e a compreensão das palavras ditas pelo usuário nem sempre é muito precisa.

Além disso, a confecção da interface proposta foi impossibilitada, pois impressoras 3D da universidade seriam utilizadas para a elaboração das peças. Contudo, devido ao cenário atual da pandemia, não foi possível acesso à estas máquinas, visto que elas estavam e estão sendo utilizadas na fabricação de máscaras de proteção como iniciativa da UFF em combate ao COVID-19.

## AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de agradecer pelo incentivo da CAPES, do CNPq e da FAPERJ.







**Engenharias**

## **MODELAGEM COMPUTACIONAL DE UMA ULTRACENTRÍFUGA PARA SEPARAÇÃO DE ISÓTOPOS PESADOS**

**Victor Vieira da Costa Pereira**

**Escola de Engenharia Industria Metalúrgica de Volta Redonda**

### **INTRODUÇÃO:**

O enriquecimento de urânio compreende uma das etapas mais importantes do ciclo de produção do combustível nuclear, através da separação de dois isótopos do gás hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ), o  $UF_6^{238}$  mais pesado e o  $UF_6^{235}$  mais leve. O isótopo mais leve apresenta abundância natural de 0,711%.

Para executar a separação isotópica, diversos processos foram desenvolvidos ao longo dos anos, entre eles: a centrifugação, difusão gasosa, separação por bocal ou jato centrífugo e a separação por laser.

O processo de centrifugação a contracorrente, que foi o objeto de estudo do presente trabalho, consome consideráveis quantidades de energia, de modo que o estudo da otimização dos parâmetros de operação desses equipamentos apresenta grande interesse. Como as centrífugas operam em conjuntos denominados cascatas, qualquer aumento de eficiência em uma máquina impacta diretamente na redução de custos e aumento da eficiência do processo como um todo.

Nos projetos que surgiram das pesquisas, outros mecanismos além do campo centrífugo foram adicionados às máquinas para aumentar seu fator de separação, através da criação de

contracorrente. Os principais mecanismos são [1]:

1. Distribuição não-uniforme de temperatura pela parede da máquina (*Wall Thermal Drive*);
2. Diferença de temperatura entre as tampas superior e inferior da máquina (*End Cap Thermal Drive*);
3. Efeito gerado pelo ponto de injeção de gás (*Feed Drive*);
4. O efeito mecânico principal é o gerado pela interação do coletor inferior com o gás em movimento no interior da máquina (*Scoop Drive*).

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Para apresentar os resultados obtidos, serão utilizadas apenas as soluções para o mecanismo térmico de a geração de contracorrente (*Wall Thermal Drive*) com as adequadas condições de contorno para a temperatura com variação linear pela parede, também se assume o movimento de corpo rígido do gás com a condição de não deslizamento entre o gás e a parede. São utilizados os parâmetros de operação da Máquina de Iguaçu [2].

A primeira abordagem parte do conjunto de equações linearizadas e adimensionalizadas,

utilizando fórmulas de Diferenças Finitas Centradas de Segunda Ordem de Precisão fazendo o uso de malha uniforme na forma apresentada em [3]. Essa abordagem foi ainda alterada utilizando malhas não-uniformes, para alocar mais pontos nas regiões com presença de camadas limites. O sistema de equações lineares resultante foi resolvido por Eliminação Gaussiana, utilizando malhas com 100 partições na direção  $\xi$  e 149 partições na direção  $\eta$  (sendo as variáveis  $\xi$  e  $\eta$  são as formas adimensionais das direções radial ( $r$ ) e axial ( $z$ ) do domínio físico da máquina). Porém, essa abordagem com todas as variações desenvolvidas, não foi capaz de gerar uma solução estável, livre de oscilações espúrias, e consistente com os resultados disponíveis na literatura.

Outra abordagem foi desenvolvida a partir das equações apresentadas em [3], com a introdução de transformações de coordenadas de um domínio físico (com os pontos distribuídos de maneira não-uniforme, concentrados nas fronteiras sólidas onde ocorrem as camadas limites) para um domínio computacional regular [4]. O sistema linear de equações foi solucionado através do cálculo da pseudoinversa de Moore-Penrose usando uma malha regular com 55 partições em ambos os eixos coordenados. A distribuição dos pontos pode ser vista nas figuras abaixo:

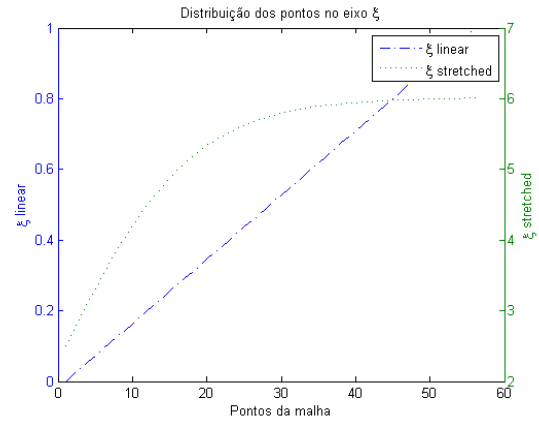


Figura 1: Distribuição dos pontos na direção radial. O domínio físico é representado pelas ordenadas do lado direito e pela linha verde ( $\xi$  stretched) e o domínio computacional é representado pelas ordenas a esquerda e pela linha azul ( $\xi$  linear).

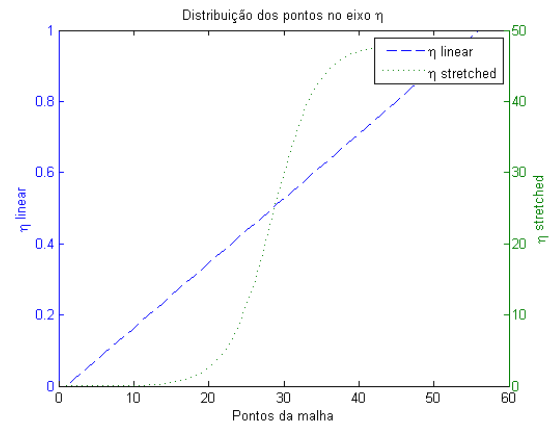


Figura 1: Distribuição dos pontos na direção axial. O domínio físico é representado pelas ordenadas do lado direito e pela linha verde ( $\eta$  stretched) e o domínio computacional é representado pelas ordenas a esquerda e pela linha azul ( $\eta$  linear).

A distribuição calculada da componente de velocidade na direção axial ( $w$ ) pode ser vista abaixo:

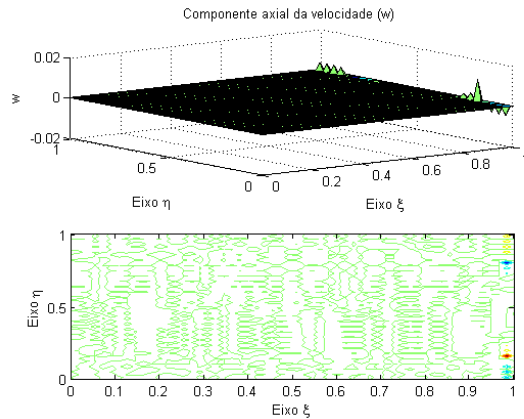


Figura 3: Distribuição de velocidade da componente axial ( $w$ ).

## CONCLUSÕES:

Dos resultados apresentados na seção anterior, pode-se observar que a solução se apresenta mais estável, porém ainda não gerou a distribuição de velocidades que gera o perfil hidrodinâmico de recirculação.

O uso de malhas uniformes pode contribuir para a estabilidade, pois algumas fontes de erro da solução numérica dependem da escolha da malha, uma vez que o erro é influenciado pelo tamanho e forma das células unitárias que a compõe, bem como, pela imprecisão do processo de interpolação da solução discreta [5].

Também é importante destacar que outros países como a China [6] estão desenvolvendo centrífugas com propriedade intelectual nacional, e parte dessas realizações compreende o desenvolvimento de recursos tecnológicos nacionais. Dessa forma, o presente trabalho pode contribuir para a soberania técnica do Brasil através do desenvolvimento de recursos necessários para o avanço constante da indústria nuclear brasileira.

## AGRADECIMENTOS:

Agradeço ao meu orientador Gustavo Benitez Alvarez pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, bem como por toda ajuda e cuidado ao me orientar em um tema tão complexo.

Também, agradeço ao Professor Diomar César Lobão pela valiosa ajuda nos diversos tópicos relacionados aos métodos numéricos e aspectos computacionais.

Agradeço o apoio financeiro proporcionado pelo CNPq durante a vigência PIBIC 2019/2020.

## REFERÊNCIAS:

- [1] OLANDER, D. R. – The Theory of Uranium Enrichment by the Gas Centrifuge, Progress in Nuclear Energy, vol. 8:1-33, Pergamom Press, 1981.
- [2] Proceedings of the 5<sup>th</sup> Workshop on Separation Phenomena in Liquids and Gases, Foz do Iguaçu, Brasil, 1996.
- [3] SOUBBARAMAYER, BILLET, J. – A Numerical Method for Optimizing the Gas Flow Field in a Centrifuge, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 24:165-185, North-Holland Publishing Co, 1980.
- [4] ANDERSON, A. D., PLETCHER, H. R., TANNEHILL, J. C. – Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, CRC Press, 2013.
- [5] LISEIKIN, V.D. – Grid Generation Methods, Springer, 2010.
- [6] “Chinese centrifuges ready for commercial use”, <http://www.world-nuclearnews.org/Articles/Chinese-centrifuges-ready-for-commercial-use> (2019).



**Grande área do conhecimento: Engenharias de vigência**  
**Título do Projeto: UMA HEURÍSTICA HÍBRIDA PARA**  
**UM CLÁSSICO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO COMPETITIVA**  
**Autores: Rodrigo Corti Queiroz Barros / Marcos Costa**  
**Roboredo (orientador)**

**Departamento/Unidade/Laboratório: TEP/ESCOLA DE ENGENHARIA/LOGIS**

## **INTRODUÇÃO:**

Este projeto visa estudar um clássico problema de localização competitiva conhecido como centróide discreto, que é definido da seguinte maneira: considere uma firma denominada líder que deseja decidir onde localizar facilidades em um dado mercado sabendo que, em seguida, uma firma concorrente denominada seguidora entrará neste mercado localizando facilidades. Após as decisões de localização, cada um dos clientes será atendido pela facilidade mais próxima localizada ou pela líder ou pela seguidora. Ambas as firmas tomam suas estratégias de localização visando maximizar sua própria demanda atendida. Neste contexto, surgem dois problemas de otimização: um associado à decisão da líder e outro associado à decisão da seguidora. Este projeto foca no primeiro e tem como objetivo propor uma heurística híbrida para o problema onde cada iteração é composta de duas etapas. A primeira consiste na aplicação de um modelo de programação linear simplificado para a geração de uma solução

inicial enquanto a segunda consiste em uma etapa de melhoria através de um algoritmo de busca local. Para comprovar a robustez da heurística proposta, as soluções são comparadas com as soluções obtidas pelo método exato, comparando resultados e tempos computacionais.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

No grupo de instâncias utilizadas, todos os clientes e facilidades estão localizados nas mesmas coordenadas, que foram escolhidas aleatoriamente com seleção uniforme em um quadrado de 7000x7000. Todas as instâncias possuem 100 clientes e as distâncias entre clientes e facilidades são euclidianas. O grupo contém 10 instâncias e 6 diferentes casos: (i)  $p = r = 5$  e  $w_i = 1$ , (ii)  $p = r = 5$  e  $w_i \in (0,200)$ , (iii)  $p = r = 10$  e  $w_i = 1$ , (iv)  $p = r = 10$  e  $w_i \in (0,200)$ , (v)  $p = r = 15$  e  $w_i \in (0,200)$  e (vi)  $p = r = 20$  e  $w_i \in (0,200)$ . Os parâmetros  $p$  e  $r$  representam o número de facilidades a serem alocadas pela líder e pela seguidora, enquanto  $w_i$  representa

o peso individual de cada cliente. Foi criado também um parâmetro de geração da solução, calibrado para cada caso, visando a melhor solução inicial possível. Também foi calibrado o número de trocas a serem realizadas na busca local, parâmetro este calibrado para cada instância individual já que os valores podem ser bastante discrepantes mesmo nas instâncias de um mesmo caso. Todos esses valores foram tabelados e comparados com os resultados encontrados no método exato descrito por Roboredo e Pessoa (2013). Também foram comparados os gaps percentuais médios entre o método exato e a heurística utilizada.

## **CONCLUSÕES:**

A heurística, apesar de não ter encontrado o resultado ótimo em todas as instâncias, encontrou resultados bem satisfatórios, com o maior gap percentual médio sendo menor que 3%, enquanto os tempos médios tiveram reduções drásticas no tempo computacional, como evidenciado pelo fato que os tempos médios foram reduzidos para valores até 350 vezes menores (no melhor caso).

Algo a se notar é que não é possível afirmar que há um padrão de aumento para o gap percentual médio associado ao aumento de  $r$  e  $p$ .

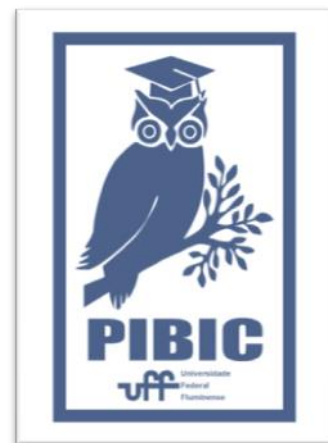
Os casos com peso unitário possuem maior dificuldade em ter seu valor ótimo encontrado, o que demonstra que a busca local funciona melhor com peso entre os clientes, devido ao maior número de opções combinatórias.

Para os casos em que o valor ótimo não foi encontrado, buscar uma nova solução inicial e submetê-la a mesma busca local pode gerar frutos melhores. Mesmo que o valor inicial dela seja menor, a combinação diferente dos valores iniciais pode fornecer um resultado melhor e/ou com menos trocas, talvez atingindo até mesmo o ótimo.

## **AGRADECIMENTOS:**

Gostaria de agradecer especialmente ao professor Marcos que durante o ano inteiro se dispôs a explicar e ajudar com o projeto, sempre sendo solícito. Foi uma iniciativa muito bacana e engrandecedora para o meu crescimento como aluno e futuro profissional.

Gostaria de agradecer também a dois amigos. O primeiro é Rodrigo Dias, amigo que conheço desde a época da escola e também estudante da UFF que me convenceu a buscar uma iniciação e o outro é o meu primo Daniel Barros que me inspirou a cursar a Engenharia de Produção.





**Engenharias**

**Identificação Inteligente De Dados Críticos Para a Estimação De Estado em Sistemas De Potência**

**Diogo Lopes Bragança/Andre 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 de sistemas elétricos em tempo real, sendo responsável por obter a melhor estimativa do estado de uma rede elétrica a partir de medições contendo incertezas e, eventualmente, erros grosseiros (EGs) [1] e [2]. No contexto da EE, as criticalidades estão associadas à capacidade da ferramenta em observar o estado da rede e tratar dados espúrios, sendo responsáveis por estabelecerem limites à realização destas tarefas. Uma forma de criticalidade com grande importância para a EE é a  $k$ -tupla crítica. Em termos gerais, uma  $k$ -tupla crítica ( $C_k$ -tupla, ou  $C_k$ ) é caracterizada como o grupo de  $k$  elementos que, quando indisponíveis (em sua totalidade), tornam o sistema inobservável, mas a indisponibilidade de  $j$  deles (para qualquer  $j < k$ ), não. Assim, as  $C_k$  são grupos de dados críticos essenciais ao processo de estimação, sendo considerados vulnerabilidades da EE [1].

A identificação de  $k$ -tuplas críticas é uma tarefa de enumeração difícil e complexa, porém importante para determinar a capacidade da EE

em observar adequadamente a rede elétrica e as condições em que esta observabilidade está em risco. Esta publicação descreve as atividades realizadas nesta pesquisa. Será apresentada a investigação do uso de estratégias de busca clássicas, informadas e não-informadas, para a identificação de criticalidades de um sistema elétrico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Nessa pesquisa foram investigados quatro tipos de busca – em largura, em profundidade,  $A^*$  e custo uniforme. A busca em largura e a busca em profundidade são estratégias não informadas. Já a busca  $A^*$  e de custo uniforme, são estratégias de busca informada, onde  $A^*$  se beneficia de uma heurística combinada com o custo do caminho, para estimar o custo até a solução ótima [3]. Na Tabela 1 é possível visualizar a formulação do problema em termos desses agentes. A busca retorna apenas uma tupla crítica. Para buscar-se todas as tuplas, pode-se aplicar repetidamente o método até que este resulte em uma falha.

Tabela 1-Descrição do problema.

Tipo de agente	Medida de desempenho	Ambiente	Atuadores	Sensores
Solucionador de Problema.	Se uma $C_k$ -tupla foi encontrada.	Config. do sistema de potência e conjunto de medição.	Inclusão da medição/UM no conjunto da $k$ -tupla.	Avaliação da criticalidade da tupla.

Como função heurística para busca  $A^*$ , adotou-se a determinante da matriz de Ganho do processo de estimação. Essa matriz representa a quantidade de informação sobre o estado que um grupo de medidas contém. Por isso, quanto menor o valor do determinante, maior será a chance da tupla ser crítica.

O agente inteligente proposto para identificação de criticalidades foi aplicado no sistema IEEE 30 Barras (Figura 1). Para esse exemplo identificou-se 153  $C_k$ s no sistema (Figura 2). Nota-se que este é um caso de uma rede com medições robustas, pois apenas 5 de todas as 21 UMs são consideradas críticas.

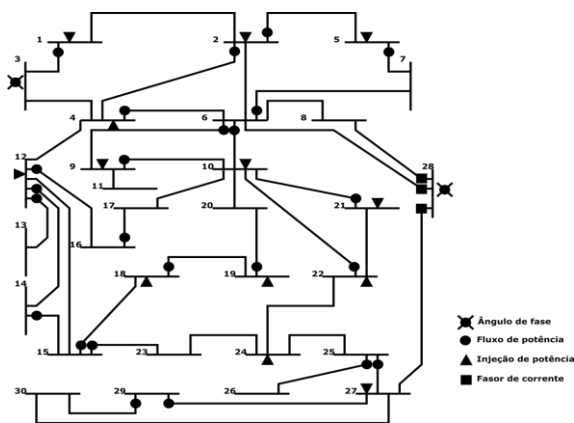


Figura 1-IEEE 30 barras e 21UMs.

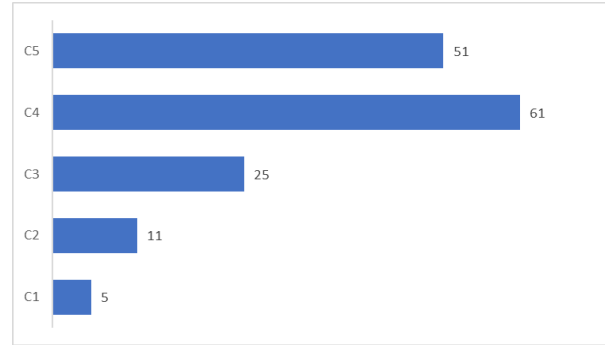


Figura 2-Cardinalidade das  $C_k$ .

Tabela 2-Resultados da busca em profundidade.

Estratégia de Busca	Nº de estados visitados	Memória (kB)	Tempo (ms)
Profundidade(dfs)	2461	6066,2	5807
Largura(bfs)	2461	8151,0	5809
Custo Uniforme(bcu)	2461	6516,7	6153
$A^*$	2461	7155,7	7380

Os desempenhos de cada busca estão representados na Tabela 2. Os piores resultados foram da busca em largura, como esperado. A Figura 3 mostra a quantidade de  $C_k$ s identificadas por nó visitado. É visto que o  $A^*$  teve o melhor desempenho.

Na Figura 4 é possível ver os resultados do sistema para o algoritmo de busca em profundidade, utilizando a tabela *hash*. Pode-se perceber que o uso de memória reduz o tempo computacional. O resultado comprova que a avaliação da criticalidade de uma tupla é custosa, devendo-se evitá-la nas buscas.

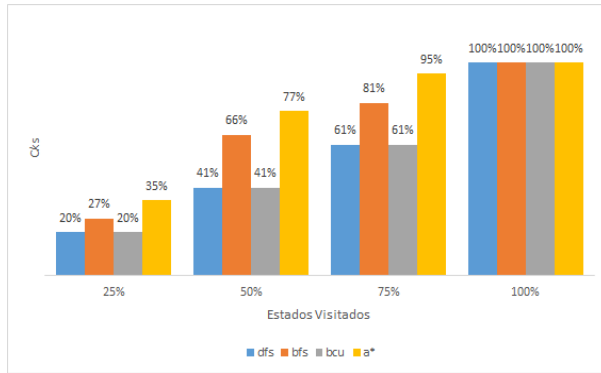


Figura 3-Cardinalidade das Cks.

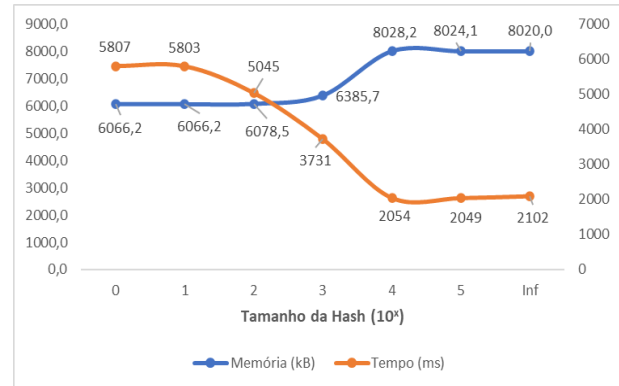


Figura 4-Valores de memória e tempo para busca em profundidade.

## CONCLUSÕES:

O documento fornece o problema de se encontrar tuplas críticas na estimação de estados, porém com um escopo pouco explorado para esse tema, que é a inteligência artificial.

A busca em profundidade apresentou os melhores resultados quando se desejava encontrar todas as Cks presentes no sistema, com valores de tempo de execução e memória muito inferiores aos demais. Porém, quando foi analisada a quantidade de Cks encontrada por estados visitados, a busca A\* obteve os melhores resultados, se mostrando uma excelente alternativa quando se necessita executar uma busca para casos em que seja necessário encontrar novas Cks no sistema. Os resultados obtidos demonstram que buscas inteligentes são promissoras na identificação de criticalidades.

## REFERÊNCIAS:

- [1] A. A. Augusto, et al., "Branch-and-Bound Guided Search for Critical Elements in State Estimation," in *IEEE Trans. on Power Systems*, vol. 34, no. 3, pp. 2292-2301, May 2019.
- [2] A. Abur and A. Gómez-Expósito, *Power System State Estimation: Theory and Implementation*. New York, NY, USA: Marcel Dekker, 2004.
- [3] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Edinburgh, U.K.: Pearson Education, 2014.
- [4] SZWARCFITER, J.; MARKENSON, L. *Estruturas de Dados e seus Algoritmos*, LTC, 1994.





Grande área do conhecimento: Engenharias

Título do Projeto: Desenvolvimento de um Programa para Reconhecimento de Interlocutor utilizando Redes Neurais Artificiais.

Autores: Matheus Henrique da Silva Vieira

Edson Cataldo (orientador)

TET / Escola de Engenharia

## INTRODUÇÃO:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um programa para reconhecer o interlocutor com base em características únicas de sua voz. Essas características são os Coeficientes Cepstrais de Frequência Mel, que será melhor explicado após a compreensão de como a voz é formada.

A voz é produzida pela pressão de ar vinda dos pulmões, que faz vibrar as pregas vocais, provocando um som que é articulado e modificado na boca e amplificado nas cavidades de ressonância. Para que a voz seja ouvida, o som deve ser impelido por uma onda sonora regularmente mantida: ao nível da laringe deve se formar uma vibração (quase) periódica. Essa vibração surge pela possibilidade de que o ser humano tem de unir as pregas vocais durante a expiração, produzindo uma série de aberturas e fechamentos que geram variações de pressão no interior do fluxo de ar. Esta vibração das pregas vocais depende de um fator fisiológico que lhe é associado.

Apesar de o mecanismo da produção da voz ser o mesmo, cada indivíduo apresenta peculiaridades em seu sistema respiratório que lhe permite ter características únicas em sua voz, tendo, assim, uma biometria intrínseca. Por isso, o reconhecimento de interlocutor é factível, já que há distinção de parâmetros vocais entre diferentes pessoas.

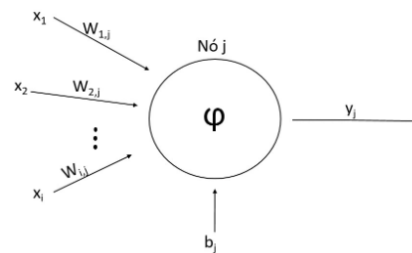
Após a compreensão da produção da voz, é necessário entender este conceito largamente utilizado em reconhecimento de interlocutor.

Os Coeficientes Cepstrais de Frequência Mel (*Mel Frequency Cepstral Coefficient* - MFCC) são coeficientes utilizados para representar características da produção vocal computados a partir de um espectro de potência a curto prazo utilizando Discrete Cosine Transform (DCT) de uma função log-triangular de ponderação das saídas dos filtros, baseados numa escala não

linear de frequências Mel. A escala é não linear porque tem dois tipos de filtros, dependendo da frequência: linear para frequências abaixo de 1kHz e logarítmica acima de 1kHz. Características importantes da fonética podem ser encontradas para frequências abaixo de 1kHz, similarmente às percepções humanas, por isso a escala linear para frequências abaixo de 1kHz.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

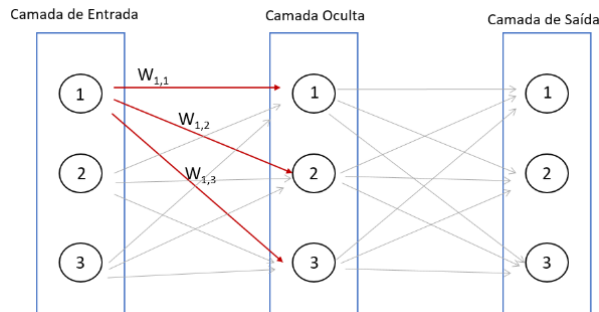
Para a construção deste programa, utilizou-se, com implementação no MatLab, conceitos de Redes Neurais Artificiais, cuja teoria é construída a partir do funcionamento dos pulsos nervosos no cérebro, em que se baseiam em sinapses para transmitir uma informação. Modela-se cada neurônio como um nó da rede, e cada sinapse como um *link* que conecta dois nós e possui um peso associado a ele em que representa o grau de participação e influência daquele nó na transmissão do sinal em questão. Sendo assim, modela-se esta estrutura da seguinte maneira:



$$a_j = \sum_{i=1}^m w_{ij} x_i$$

$$y_j = \varphi(a_j + b_j)$$

Tornando a modelagem mais ampla, estrutura-se este nós em camadas, para que se aumente a capacidade de aprendizagem da rede, e, conseqüentemente, se obtenha um melhor desempenho da rede. A seguir, evidencia-se o modelo em três camadas, sendo uma delas denominada a camada oculta.



Neste trabalho, foram feitos testes utilizando não somente uma, mas também duas camadas ocultas. O número de nós ótimo em cada camada precisa ser encontrado com base na tentativa e erro, já que se ainda não existe um embasamento teórico que permita a sua obtenção utilizando um método específico.

Além da estruturação da rede, definiu-se também a função de treinamento utilizada no processo de aprendizagem da rede. Neste trabalho foram utilizadas três delas: *traingd*, *traingda*, *trainscg*.

A análise foi feita em duas etapas: Na primeira, comparou-se um procedimento intermediário em que se calculava a média dos coeficientes obtidos em cada janela criada pela função *mfcc()* do MatLab. Até este momento, não se alterou a estrutura da rede em si, pois o intuito seria analisar somente a influência da utilização da média ou não. Tal questão foi importante porque ao utilizar a média, reduz-se a quantidade de dados a serem inseridos na rede para o treinamento. Dessa forma, a sua utilização ou não poderia não ser trivial. O resultado é apresentado a seguir.

Treinamento	Nós	Épocas	Dados	Acerto
traingd	200/250	1000	Janelas	97,2%
traingd	200/250	1000	Média	100%
traingda	200/250	144	Janelas	95,9%
traingda	200/250	209	Média	100%
trainscg	200/250	32	Janelas	97,5%
trainscg	200/250	32	Média	100%

Em seguida, alterou-se o foco da análise. O intuito nesta segunda parte foi analisar o desempenho de cada função de treinamento, bem como a melhor estrutura da rede neural. Os resultados estão a seguir.

Função	Nós	Épocas	Tempo(s)	Acerto
traingd	10	1000	4	77.00%
traingd	200	1000	23	88.20%
traingd	500	1000	42	92.20%
traingd	1000	1000	90	92.80%
traingd	10/10	1000	5	76.00%
traingd	200/200	1000	82	97.10%
traingd	500/500	16	7	87.90%
traingd	1000/1000	11	21	79.80%
traingda	10	187	1	95.60%
traingda	200	122	2	95.50%
traingda	500	154	6	95.70%
traingda	1000	111	8	94.40%
traingda	10/10	140	1	94.50%
traingda	200/200	87	7	92.90%
traingda	500/500	207	81	97.10%
traingda	1000/1000	157	268	94.20%
trainscg	10	28	0.001	97.60%
trainscg	200	38	1	98.10%
trainscg	500	34	3	98.00%
trainscg	1000	63	9	99.10%
trainscg	10/10	39	0.001	98.40%
trainscg	200/200	28	5	97.80%
trainscg	500/500	38	27	98.60%
trainscg	1000/1000	36	144	98.50%

Pelos dados apresentados, observa-se que a utilização da média dos coeficientes obtidos nas janelas dos áudios gravados, apresentou um resultado superior que os apresentados quando se utilizou todas as janelas como entradas para o treinamento da rede.

Além disso, ao analisar o desempenho das funções de treinamento, nota-se que a *trainscg* apresentou o melhor resultado quando utilizada na estruturação de uma camada oculta contendo 1000 nós. É importante observar também que o aumento da quantidade de camadas ocultas e de seus nós não é sinônimo de ganho na performance da rede. O que certamente acontece é um aumento no tempo de treinamento da rede, mas não necessariamente este aumento do tempo será compensado por um aumento a taxa de acerto. Isso ficou evidente ao se observar os resultados obtidos pela *traingd* na estrutura 1000/1000 em que se apresenta duas camadas ocultas com 1000 nós cada uma, e, ainda assim, apresentou umas das menores taxas de acerto.

#### **CONCLUSÕES:**

Este trabalho permitiu concluir que a utilização das redes neurais artificiais pode ser utilizada no reconhecimento de interlocutor com uma boa performance. Neste trabalho foi utilizado somente o MFCC como base no reconhecimento, e já apresentou resultados satisfatórios. Espera-se que a utilização de outros procedimentos em conjunto com os MFCCs pode gerar resultados mais precisos. Como um trabalho inicial, concluiu-se o objetivo de estudar as redes neurais e implementá-la para reconhecimento de interlocutor.

#### **Agradecimentos:**

Agradeço ao meu orientador, Prof. Edson Luiz Cataldo Ferreira, pelo convite em participar da Iniciação Científica e por ter estado disponível e solícito em me ajudar e possibilitar a execução deste trabalho. Gostaria de agradecer também ao CNPq pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de iniciação científica. Agradeço também aos meus pais, por todo o apoio de sempre e por terem estado ao meu lado.



Figure SEQ Figure \\*  
ARABIC 1: Logo PIBIC



## Engenharia

### **Nanoespumas de Carbono de densidade ultra-baixa com átomos de Ag na superfície para aplicações em catálise.**

**Camilla Melo Alves, Izabella F. Coelho, Cauê de S. C. Nogueira, Dante F. Franceschini, Yutao Xing**

**Laboratórios de Microscopia Eletrônica de Alta Resolução/  
Centro de Caracterização Avançada para a Indústria de Petróleo (LaMAR/CAIPE)**

#### **INTRODUÇÃO:**

Catalisadores heterogêneos constituem-se em um tópico de pesquisa muito importante devido às suas aplicações [1]. Estes necessitam de suportes com grande área superficial e nanopartículas metálicas ou átomos metálicos ativos. Carbono de ultra baixa densidade pode atuar como suporte, com nanopartículas metálicas ou átomos na superfície, como por exemplo, Au, Pt e Pd, etc [2, 3]. Recentemente, foi relatado que nanoespumas de C podem ser preparadas por deposição por laser pulsado em alvo de C, em atmosfera de Ar [4,5]. Neste trabalho, planejamos preparar nanoespumas de C como suporte, com átomos de Ag na superfície, para aplicação como catalisadores. A nanoespuma de C será preparada com um alvo de C em gás Ar com pressão de 2,0 Torr. Nesta pressão, os átomos de C podem formar nano-espumas e então depositaremos Ag na superfície da nano-espuma de C no vácuo. Após o preparo das amostras, as nanoespumas de C serão caracterizadas por espectroscopia Raman, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia eletrônica de transmissão (MET). As propriedades catalíticas serão testadas por voltametria cíclica.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Diversas amostras foram preparadas, com diferentes quantidades de átomos de Ag. Depois disso, as amostras foram submetidas a espectroscopia Raman, a observadas por imagens de MEV. Uma das imagens de MEV está mostrada na figura 1. A partir desta figura pode observar que a amostra possui uma morfologia esponjosa, constituída por nanopartículas interligadas. Pode-se observar também que a amostra possui baixíssima densidade e alta área específica superficial. Desta figura não podemos obter o tamanho das nanopartículas devido à limitação da resolução do MEV.

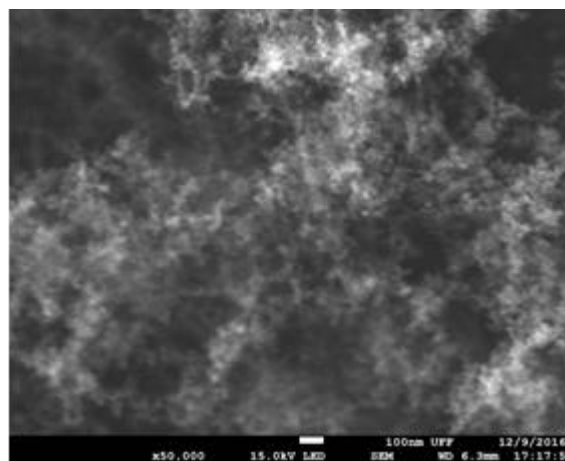


Figura 1. Imagem de MEV de nanoespuma de C preparada por PLD.

Neste caso preparamos uma amostra em uma grade-suporte de Cu, de modo a obter uma imagem obtida MET, mostrada na figura 2.

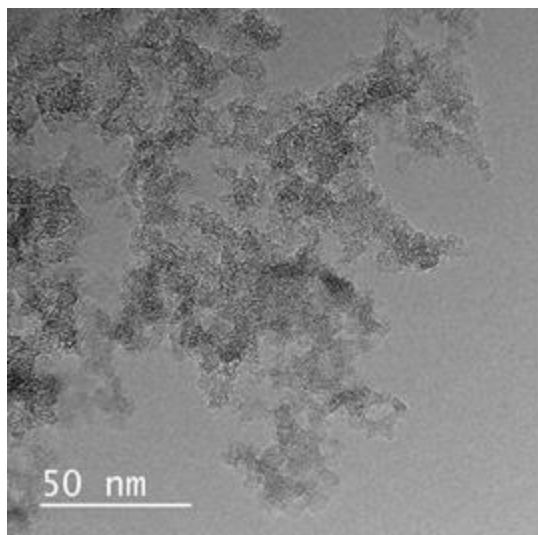


Figura 2. Imagem de MET de nanoespuma de C preparada por PLD.

A partir da imagem de TEM pode-se ver que a nanoespuma de C é formada por filamentos de C e cada um dos filamentos é um conjunto de nanopartículas de C. A espectroscopia Raman mostra que a nanoespuma de C é amorfa e isso foi confirmado por difração de elétrons em MET. Átomos de Ag são difíceis de observar com MET devido a limitação de resolução.

A voltametria cíclica será realizada quando a crise do COVID-19 terminar. No momento não é permitido o acesso aos laboratórios da UFF.

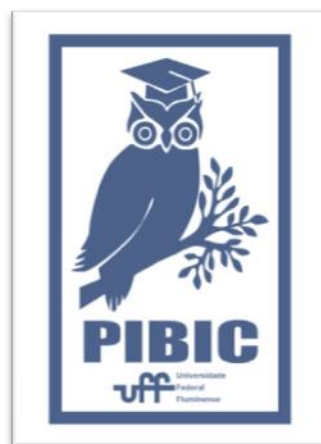
## CONCLUSÕES:

Em conclusão, as amostras propostas foram fabricadas por deposição de laser pulsado com C em atmosfera de Ar. e Ag em vácuo. Os resultados do MEV mostram que as amostras

têm uma morfologia esponjosa com densidade ultrabaixa e alta área de superfície específica. Os resultados do MET mostram que as nanopartículas de C têm um tamanho médio de 7 nm. No entanto, devido à pandemia de COVID-19, os experimentos de voltametria cíclica não foram realizados.

## AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem o LPN e LaMAR/CAIPE pela realização do projeto e PROPPI-UFF pelo apoio financeiro.





Engenharias

## CÁPSULAS POLIMÉRICAS INTELIGENTES

Autores: Carvalho<sup>1</sup>, E.N., Nascimento, F.C.<sup>2</sup>, Honorato, L.R.<sup>2</sup> e Vitorazi<sup>1,2</sup>, L.

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais, Laboratório de Materiais Poliméricos, EEIMVR, UFF. <sup>2</sup>Programa

de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, EEIMVR, UFF.

### INTRODUÇÃO:

A tecnologia avançou de tal forma que uma variedade de partículas estruturadas é facilmente acessível, incluindo cápsulas poliméricas nas escalas nano e micrométricas [1-3]. Neste trabalho, há interesse especial nas esferas ocas ou na forma de micro ou nanocápsulas, preenchidas com inibidor de corrosão.

Tintas contendo essas nano ou microcápsulas poliméricas contendo inibidores de corrosão podem responder a estímulos externos. Por exemplo, algumas cápsulas quando expostas à uma mudança de pH, se rompem e liberam um inibidor de corrosão que anula o ambiente corrosivo naquele local [2-3].

Nanocápsulas podem ser obtidas através de polimerização interfacial em gotas de óleo/água/surfactante [4].

A proposta deste projeto é preparar emulsões de água/óleo/surfactante com o intuito de obter gotas de óleo de dimensões nano ou micrométricas para serem aplicadas em futura polimerização interfacial para aplicação em tintas como barreira protetora contra corrosão.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Neste trabalho foram utilizados: óleo de arroz da empresa Bela Vida Natural; água ultrapura (sistema purificador com osmose reversa, Gehaka, modelo OS 10 LZ) com condutividade  $0,05\mu\text{Scm}^{-1}$ ; surfactante Tween 80 da empresa Labsynth; poli(vinil pirrolidona) (PVP) da empresa Sigma-Aldrich com massa molar  $360.000\text{ g.mol}^{-1}$ .

As emulsões foram preparadas adicionando óleo à água, que continha o surfactante e o PVP. Quatro composições foram propostas de acordo com o gráfico ternário mostrado na Figura 1.

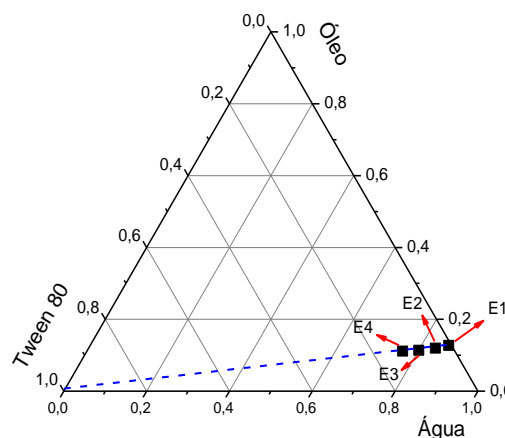


Figura 1: Diagrama ternário das composições de água/óleo/surfactante das emulsões.

A partir deste gráfico foram preparadas quatro amostras de 20g, denominadas E1, E2,

E3 e E4, sendo a amostra E1 aquela com menor quantidade de surfactante.

As emulsões foram preparadas em um banho aquecido a 60°C com agitação magnética e caracterizadas através da técnica de rastreamento de nanopartículas (*Nanoparticle Tracking Analysis* ou NTA).

As curvas relacionadas ao ensaio de NTA das amostras estão representadas na Figura 2.

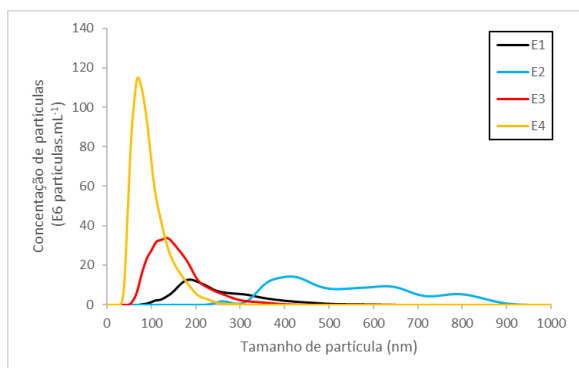


Figura 2: Curvas de distribuição de tamanhos de amostras através de NTA.

Os dados obtidos através de NTA apresentaram os seguintes tamanhos médios: 251nm para E1; 543nm para E2; 156nm para E3; e 94nm para E4.

De acordo com o observado na Figura 2, a amostra E4 se destaca por ter gotículas com as menores dimensões em relação as quatro amostras testadas, também com a menor distribuição de tamanhos, sendo que tal amostra continha a maior quantidade de surfactante de todas as analisadas. Mas vale a pena ressaltar que a amostra E1 foi preparada no dia em que foi feita a análise, enquanto que as amostras E2, E3 e E4, foram preparadas com 24 h de antecedência.

## CONCLUSÕES:

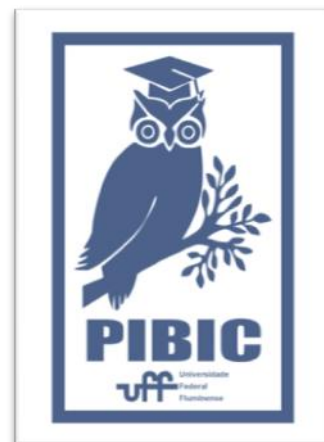
Neste estudo foi possível preparar gotículas água em óleo em escala submicrométrica empregando o sistema de emulsão água/óleo/surfactante. A partir destes dados, experimentos serão conduzidos em relação a cinética de formação e estabilidade das gotículas com o propósito de obter amostras mais indicas para realização da polimerização interfacial.

## REFERÊNCIAS:

- [1] F. Maia *et al.*, “Corrosion protection of AA2024 by sol-gel coatings modified with MBT-loaded polyurea microcapsules”, *Chem. Eng. J.*, vol. 283, p. 1108–1117, jan. 2016.
- [2] N. Pirhady Tavandashti *et al.*, “Inhibitor-loaded conducting polymer capsules for active corrosion protection of coating defects”, *Corros. Sci.*, vol. 112, p. 138–149, nov. 2016.
- [3] D. A. Leal, I. C. Riegel-Vidotti, M. G. S. Ferreira, e C. E. B. Marino, “Smart coating based on double stimuli-responsive microcapsules containing linseed oil and benzotriazole for active corrosion protection”, *Corros. Sci.*, vol. 130, p. 56–63, jan. 2018.
- [4] P. Izquierdo *et al.*, “The influence of surfactant mixing ratio on nano-emulsion formation by the pit method”, *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 285, n° 1, p. 388–394, maio 2005.

## AGRADECIMENTOS:

C.E.N. agradece ao CNPq pela bolsa PIBIC/CNPq.





## **Engenharias**

### **Projeto de Estruturas Treliçadas via Análise Limite e Análise de Confiabilidade**

**Diogo Ledermann Firmino Pinto; André M. B. Pereira (Orientador)**

**Escola de Engenharia/Instituto de Computação**

## **INTRODUÇÃO:**

Quando projetamos e dimensionamos uma estrutura, devemos garantir que ela não entre em colapso ao ser submetida a uma carga desejada. Partindo dessa premissa, é interessante sabermos a quantidade mínima de material que deve ser usada na construção da nossa estrutura para que nossos projetos sejam econômicos sem renunciar à segurança.

Na área de engenharia, uma técnica popular é o uso de coeficientes de segurança. Através de ensaios em laboratório temos uma ideia razoável do esforço que cada tipo de material suporta, e, com isso, podemos usar um fator de segurança para nos dar uma margem e garantir que a estrutura não irá colapsar. Este método não é muito econômico, visto que a simples aplicação de um fator de segurança, sem ter um melhor controle das incertezas envolvidas no problema, consiste em usar mais material do que realmente necessário na estrutura. Tendo isso em mente, novas ideias foram surgindo a fim de tornar o dimensionamento de estruturas mais eficiente.

Este projeto visa desenvolver um programa na linguagem Python que calcule a probabilidade de falha de uma estrutura treliçada plana utilizando estratégias modernas,

tais como: análise limite e análise de confiabilidade. A análise limite é um estudo que permite calcular a carga de colapso, bem como as forças internas da estrutura no momento do colapso. Já a análise de confiabilidade visa calcular uma probabilidade de falha levando em consideração as incertezas durante o processo, como por exemplo as imperfeições do material, visto que no mundo real os elementos de uma estrutura não são perfeitamente idênticos.

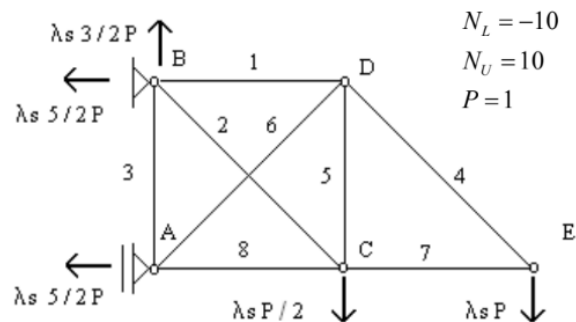
## **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

Para que fosse possível realizar o estudo com treliças, foi necessário obter mais familiaridade com o assunto de análise limite. Para isso, foi reproduzido um exemplo didático e com caráter educacional descrito em Sivaselvan (2014). Resolver esse problema como etapa inicial foi fundamental para ganhar capacidade de entender como formular e resolver problemas de otimização com ferramentas computacionais e conceitos de Programação Matemática.

Estudando esse exemplo, percebeu-se que em um problema de programação linear temos os seguintes elementos: uma função objetivo que se deseja maximizar ou minimizar, equações de igualdade, equações de desigualdade e limites superiores e inferiores



das variáveis. Utilizamos como exemplo chave nesse processo a treliça ilustrada na Figura 1.



**Figura 1:** Exemplo de modelo de treliça

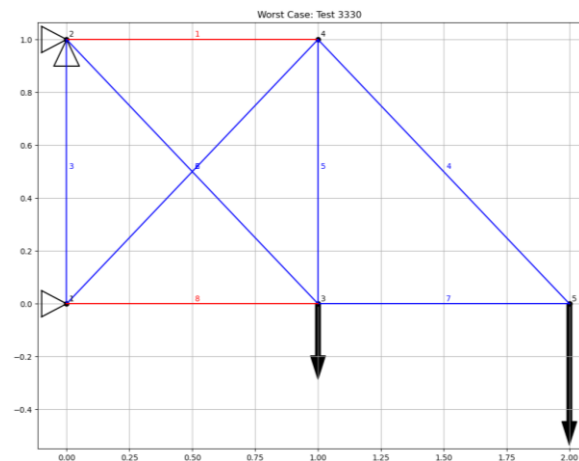
Após definirmos os elementos do novo problema, calculamos a carga de falha última que leva ao colapso da estrutura. O valor calculado foi comparado ao resultado obtido de forma analítica com propósito de validação.

O programa desenvolvido nos retorna um vetor solução [5.714, 10.0, 6.060, 4.285, 8.081, -1.428, -6.060, -5.714, -10.0] que contém os valores de  $\lambda$  e dos esforços internos dos elementos.

É válido ressaltar que o resultado encontrado é fruto de uma simulação determinística, ou seja, não leva em consideração incertezas nas propriedades do material. A fim de tornar nosso estudo mais realista devemos assumir que o comportamento de cada elemento de nossa estrutura pode ser representado como uma variável aleatória, isto é, as resistências inferior e superior, bem como as cargas, serão descritas por uma distribuição normal, com média e desvio padrão informados pelo usuário, cujas informações são comumente levantadas em laboratório ou obtidas inclusive em normas (JCSS, 2001).

A estratégia inicial foi utilizar o método Monte Carlo, o qual se baseia em amostragens aleatórias massivas para obter resultados numéricos. Iremos realizar milhares de testes, e, em cada teste, serão geradas novas amostras da distribuição normal e feita uma análise limite. Contabilizaremos o número de testes nos quais a estrutura falhou, e então, será possível calcular uma probabilidade de falha relacionando o número de falhas com o número total de testes.

O programa desenvolvido retorna, além da probabilidade de falha, uma imagem (Figura 2) na qual podemos identificar facilmente (em vermelho) onde ocorre a falha na estrutura.



**Figura 2:** Visualização do resultado (treliça)

Os dados de entrada foram escolhidos arbitrariamente com o objetivo de obter uma probabilidade de falha no intervalo de 2-3%, apenas como exemplo. O valor obtido para a probabilidade de falha foi 2.23%.

## **CONCLUSÕES:**

A metodologia apresentada neste projeto para a determinação de uma probabilidade de falha de uma estrutura, via análise limite e análise de confiabilidade, permitiu que uma estrutura exemplo fosse estudada. A comparação de resultados obtidos pelo programa com respostas já conhecidas para os problemas testados dá confiança da funcionalidade do algoritmo, sendo assim, será possível estudar qualquer outra treliça a partir da manipulação dos dados de entrada. Isso permite que essa mesma técnica seja usada em projetos futuros, reduzindo a quantidade de material necessário na estrutura, e conseqüentemente, seu custo.

## **Referências Bibliográficas:**

JCSS, Joint Committee on Structural Safety: Probabilistic Model Code, 2001.

SIVASELVAN, M.V. (2014), Failure analysis of engineering structures in undergraduate courses using optimization. *Comput Appl Eng Educ*, 22: 297-308. doi:10.1002/cae.20555



## Engenharias

### Efeito de amidos na formação de hidratos de gás de metano.

**Autores: Silva<sup>1</sup>, E.P.; Coelho<sup>1</sup>, D.R.; Ferraz<sup>1</sup>, I.L.; Vitorazi<sup>1</sup>, L.; Silva<sup>1</sup>, B.L.L.D.; De Castro<sup>1</sup>, J.A.**

**<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais/EEIMVR - UFF/ Laboratório de Materiais Poliméricos.**

## INTRODUÇÃO:

O estudo da formação de hidratos de gás é de interesse da comunidade científica pelo seu potencial uso em armazenamento e transporte de gás, bem como, evitar prejuízos decorrentes de sua formação durante a extração de petróleo e gás ou mesmo entender questões ambientais de seus efeitos na captura/liberação de CO<sub>2</sub> e aquecimento global. Assim, entender a cinética da formação e dissociação do hidrato gasoso é muito importante para contribuir com as problemáticas supracitadas<sup>1</sup>.

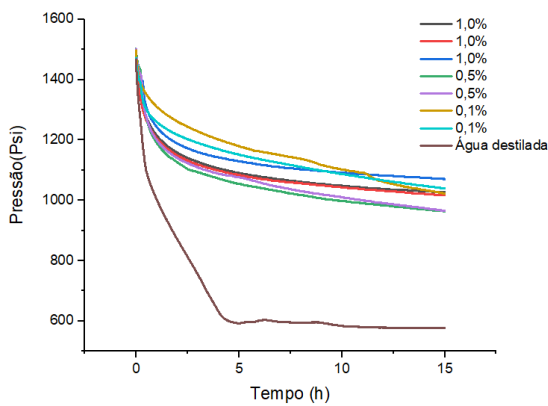
Tradicionalmente, a prevenção da formação de hidratos é feita com inibidores termodinâmicos, como álcoois ou glicóis<sup>2</sup>. No entanto, fatores econômicos e ambientais, aliados a problemas técnicos associados a esse tipo de inibidor, têm motivado a pesquisa de alternativas tecnológicas, como o uso de inibidores cinéticos<sup>3</sup>. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do amido modificado catiônico, na nucleação de hidratos gasosos através da análise cinética pelo modelamento JMAK, que verifica o crescimento da fração volumétrica da nova fase a ser cristalizada<sup>4</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Estudos experimentais foram realizados para avaliação do polímero modificado amido catiônico como inibidor da formação dos hidratos de gás metano. Posteriormente aplicou-se o modelo de JMAK para a determinação das constantes n e k com o objetivo de avaliar a eficiência na estipulação da fração de hidratos transformada ao longo do tempo.

A Figura 1 mostra o comportamento da pressão com o tempo para diferentes concentrações em 4°C do amido catiônico e para a água destilada também em 4°C. Em todas as curvas é possível observar uma queda de pressão com o tempo. A queda de pressão ocorre devido à dissolução do gás na água e ao encapsulamento das moléculas de gás pelas moléculas de água. O encapsulamento do gás caracteriza a formação de hidratos de gás. Para curvas com água pura para temperatura de 4°C, esses dois eventos ocorrem até 2h, e, em seguida, uma queda acentuada da pressão está associada a um aumento na taxa de conversão de hidratos<sup>5</sup>. As curvas mostram que inicialmente há a dissolução do gás na solução, em seguida inicia-se a formação de hidrato de

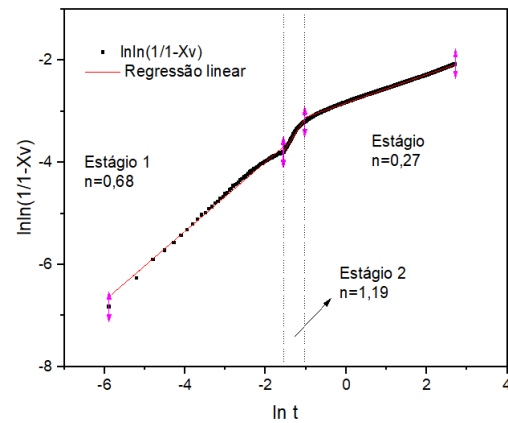
gás até que o equilíbrio seja atingido. Nota-se que as curvas referentes à concentração de 0,1% (m/v) apresentam um suave decaimento da pressão de gás que também está relacionado de forma direta com uma menor taxa de consumo de gás. Portanto é prudente dizer que dentre todos os sistemas e concentrações analisados, a solução que tem maior potencial inibitório é a de concentração de 0,1% (m/v). E também foi perceptível que o consumo de gás em todas as soluções com amido catiônico foi menor do que na água pura.



**Figura 1. Gráfico de pressão versus tempo para água destilada e soluções aquosas 0,1% - 1,0% (m/v) amido catiônico para uma temperatura de 4°C.**

O modelo de JMAK enuncia a cinética da transformação de fases com a premissa de que a nucleação seja espacialmente aleatória, considerando a taxa de crescimento como constante<sup>6</sup>. A partir dos dados apresentados na Figura 1 e utilizando equações referentes ao modelamento de Avrami, foi feito um modelamento para cada concentração, 0,1%, 0,5% e 1,0% (m/v).

A Figura 2 mostra o modelamento JMAK, apresentando as constantes  $n$  (expoente de Avrami) e  $k$  (constante cinética), para as transformações, para a solução aquosa de amido catiônico 0,1% (m/v) em 4°C. Foram identificadas, visualmente, três inclinações ou seções em que há diferentes valores de  $n$  e  $k$ , o que mostrou que há diferenças de velocidade de transformação e/ou diferentes mecanismos de cristalização.



**Figura 2. Relação linear de JMAK do amido Catiônico 0,1% em 4°C**

A primeira parte ou seção é mais rápida e possivelmente há predominância da nucleação de hidratos e a última, a mais lenta, deve ocorrer apenas um lento crescimento de fase. O mesmo comportamento foi verificado em outros polímeros como PAA<sup>7</sup>, PDADMAC, esses com duas seções, e amido aniônico<sup>8</sup>.

## CONCLUSÕES:

Os resultados sustentam que o amido de milho catiônico tem um efeito inibidor cinético na formação de hidratos. Essa proposição é demonstrada pelo comportamento das curvas de pressão ao longo do tempo apresentadas na Figura 1 em que todas as soluções aquosas de amido catiônico foram melhores inibidores que a água pura. A solução que apresentou melhor desempenho como inibidor cinético na formação de hidrato de gás foi a de 0,1% (m/v) em amido catiônico, pois sua curva apresentou menor decaimento de pressão com o tempo. A equação de Avrami foi bem sucedida para demonstrar as taxas de conversão de hidrato.

Foram determinadas as constantes  $n$  e  $k$  para cada etapa de transformação

## REFERÊNCIAS:

1. Koh, C. Towards a Fundamental Understanding of Natural Gas Hydrates. Chem. Soc. Rev. 31, 157–67 (2002).
2. Guembaroski, A.Z.; 2016. Estudo experimental do equilíbrio de fases de hidratos de dióxido de carbono na presença de inibidores termodinâmicos. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
3. Yu. Zhukov, A., Stolov, M. & Varfolomeev, M. Use of Kinetic Inhibitors of Gas Hydrate Formation in Oil and Gas Production Processes: Current State and Prospects of

Development. Chem. Technol. Fuels Oils 53, 1–5 (2017).

4. Avrami, M. Kinetics of Phase Change. I General Theory. J. Chem. Phys. 7, 1103–1112 (1939).
5. Silva, B. L. L. D.; Silva, B. C. L. D.; Fialho, B. O.; Ferraz, I. L.; Vitorazi, L.; Castro, J. A. Pectin As Natural Gas Hydrate Inhibitor: Application Of The Avrami Model. Braz. Jour. of Petro. and Gas. v. 13 n. 2, 2018
6. Padilha, A. F. & Rios, P. R. Transformações De Fase. (ARTLIBER).
7. Silva, B. L. L. D.; Ferraz, I. L.; De Castro, J. A. Effect Of Polymer Aggregation On The Kinetics Of Hydrate Formation. Jour. of Nat. Gas Scie. and Eng. Volume 73, January 2020, 103053.
8. Fedrigo, R.T.; 2019. Efeito de amido aniônico na formação de hidrato de gás metano. Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, Brasil (Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação).

## AGRADECIMENTOS:

S.E.P e C.D.R agradecem a UFF pela bolsa PIBIC/CNPq.

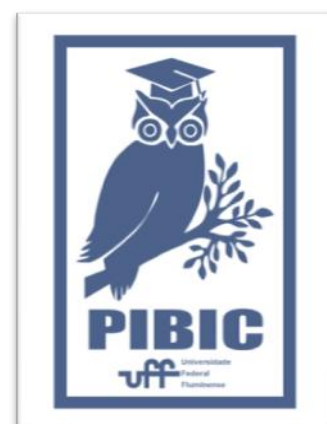


Imagem 1: Imagem PIBIC



## **Engenharias**

**Obtenção de propriedades físicas e elásticas efetivas de concretos refratários através de imagens de micro tomografias e técnicas de homogeneização computacional.**

**Rafael Vieira de Oliveira e Janine Domingos Vieira**

**Departamento de Engenharia Civil/Escola de Engenharia /Niterói**

### **INTRODUÇÃO:**

Um dos objetivos da ciência dos materiais é a definição de propriedades elásticas efetivas de materiais heterogêneos. Atualmente, isso pode ser feito de forma experimental ou computacional. Há questões relativas a vantagens na utilização de cada uma dessas técnicas, porém não convém tratá-las aqui, deixando espaço apenas para a investigação do método computacional de homogeneização. A nível de observação, o que pode ser destacado em relação às diferenças entre esses dois métodos é o fato de a homogeneização não submeter a amostra a um processo destrutivo como ocorreria no contexto experimental.

Esse projeto de pesquisa tem como objetivo a determinação de propriedades físicas e propriedades elásticas efetivas de concretos refratários submetidos à altas temperaturas utilizando a técnica de microtomografia computadorizada e técnicas de homogeneização computacional. A temperatura influencia o comportamento mecânico dos concretos refratários (influenciando as propriedades elásticas), bem como mudanças

nas propriedades físicas, como a porosidade. Assim, a sensibilidade das propriedades do refratário CASTIBAR N em relação à temperatura será investigada nesse trabalho.

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

A microtomografia de Raios-X é a caracterização de objetos no nível da microescala utilizando múltiplas leituras de raios-X. No processo, elétrons são induzidos a se chocarem contra o objeto de estudo. Um painel fotodetector posicionado do lado oposto ao da fonte de elétrons recebe o sinal, que depende da quantidade de energia transmitida em cada ponto do objeto que, por sua vez, depende da densidade em cada um desses pontos. Assim, os sinais captados pelo painel, após a repetição do processo para várias angulações do objeto, são utilizados para gerar sua imagem tridimensional em escala de cinza.

Ainda não foi possível obter todos os resultados por conta da interrupção da utilização do Microtomógrafo da UFF (MicroCT) de dezembro de 2019 até março de 2020 e por conta também

da pandemia do Covid-19, que dificultou o acesso aos laboratórios para fazer as moldagens dos corpos de prova do concreto e a queima dos mesmos. Só foi possível fazer uma moldagem, Figura 1, e não houve condição de efetuar a queima. Assim, a amostra de referência (sem queima) dessa moldagem foi tomografada na UFF com uma resolução de 25 $\mu$ m.

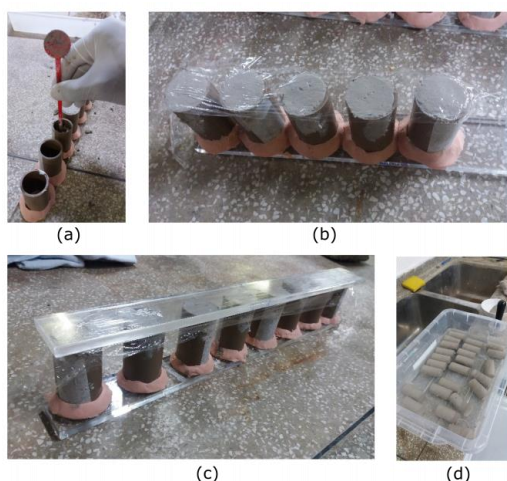


Figura 1 - Moldagem: (a) moldagem em três etapas; (b) e (c) proteção dos cp's com filme de PVC e régua de acrílico; (d) demoldagem e cura dos cp's

Em seguida, a imagem gerada no MicroCT foi cortada com 500x500x500 pixels, seu brilho e contraste foram ajustados e foi realizada a segmentação. Esse processo pode ser definido como a separação das regiões de interesse em uma imagem (nesse caso, poros e matriz). Nesse estudo, essa etapa foi realizada utilizando um algoritmo de Machine Learning do software Fiji ImageJ (plugin WEKA). Nele, apresentou-se ao sistema exemplos da fase “Poros” e da fase “Matriz” em algumas imagens e, a partir desse treinamento, o algoritmo

classificador foi gerado. Então, com esse último segmentou-se a imagem.

Com a imagem segmentada, a porosidade foi calculada com sendo a razão entre o número de voxels (pixels em 3D) da fase “Poros” e o número total de voxels da imagem. Paralelamente, as propriedades elásticas foram encontradas através da homogeneização computacional. Dessa forma, está apresentado na Tabela 1 os resultado das propriedades físicas (porosidade  $\Phi$ ) e elásticas do concreto refratário na condição de temperatura ambiente.

Tabela 1 – Propriedades obtidas da amostra de referência.

$\Phi$ (%)	Temp (°C)	E1 (GPa)	E2 (GPa)	E3 (GPa)	G12 (GPa)	G13 (GPa)	G23 (GPa)
0,77	25	29,81	29,73	29,70	12,42	12,42	12,39

## CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos até o momento estão satisfatórios e estão de acordo com os valores encontrados por Medeiros [1] e Vianna [2]. Infelizmente não foi possível fazer as análises para as outras condições. Ao retorno das atividades em laboratório, a pesquisa será concluída.

## AGRADECIMENTOS:

Agradeço à Deus por sempre estar comigo, à minha família pelo constante apoio, à Janine Vieira pela orientação e apoio e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica em conjunto com a UFF que permitiram a

existência dessa bolsa de pesquisa da qual estou participando.

## **REFERÊNCIAS:**

[1] MEDEIROS, J.. Refratários de elevada tenacidade para aplicações críticas na indústria do refino de petróleo. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE, Rio de Janeiro, 2012.

[2] Homogeneização computacional: Concreto refratário reforçado com fibras de aço. Projeto de conclusão de curso. Universidade Federal Fluminense, 2018.





**Grande Área do Conhecimento:** Engenharia

**Título do Projeto:** Automação de sistemas elétricos de potência com dispositivos eletrônicos inteligentes

**Autores:** Lucas Abdalla Menezes e Rainer Zanghi

**Departamento/Unidade/Laboratório:** Departamento de Engenharia Elétrica/Laboratório de Eletrônica

## INTRODUÇÃO:

Non-Intrusive Load Monitoring (NILM) ou Desagregação de Cargas é o nome dado ao reconhecimento das cargas operantes de um circuito, por meio da análise das curvas de corrente e tensão, que são entregues a ele [1].

Como mostrado por [2], os consumidores finais, mostram-se mais sensíveis a mudanças no hábito de consumo, quando conseguem visualizar seus gastos em tempo real. Dessa forma, o uso de técnicas de NILM, mostra-se adequado para este fim.

O objetivo principal do projeto foi avaliar a viabilidade de dispositivos embarcados de baixo custo para classificar as cargas ligadas a um circuito elétrico de maneira não intrusiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Considerando a literatura associada [3], [4], dentre as metodologias empregadas para desagregação de cargas, foi escolhida a corrente RMS como grandeza de interesse, coletada a baixa frequência (2Hz). Todo o processo de coleta dos valores instantâneos e cálculo do valor RMS foram feitos em um sistema computacional de baixo custo ESP32,

utilizando um Transformador de Corrente (TC) do tipo janela em um circuito simplificado. A Figura 1, considerando [3], [4], mostra quais grandezas são adequadas para análise da carga de acordo com as diversas faixas de frequência.

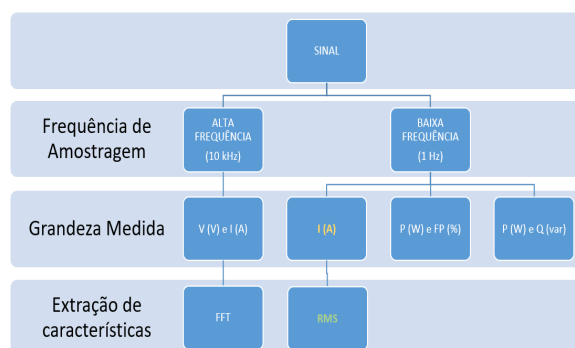


Figura 2: Características do sinal para NILM

Foi criado ainda no ESP32 uma rota que pode ser acessada pela rede, que contém os últimos 256 valores RMS gerados por ele, junto com os seus respectivos tempos de geração.

Para armazenar essas amostras geradas pelo ESP32 em arquivos csv, foi criado um aplicativo para dispositivos Android. Entretanto, dispositivos Android tem uma limitação que não podem fazer requisições à rede com a tela bloqueada.

A fim de contornar o problema anterior foi criado um Web Server que faria a coleta de

valores a cada 24 horas, e armazenaria as amostras RMS em um arquivo .csv.

Para início da etapa de criação da base de arquivos com eventos, o Web Server coletou por alguns dias os valores RMS gerados pelo ESP com o TC acoplado no circuito que monitorava um micro-ondas (carga escolhida para monitoramento). Esses eventos, foram registrados manualmente e, ao fim da captura, repassados para o instante exato no arquivo gerado pelo Web Server.

Com a base de arquivos criada, por conta das limitações computacionais e custo, foi escolhido como classificador uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo Perceptron Multicamadas (MLP).

Como feito em [5], para a entrada do classificador, foi escolhida uma janela de valores que contém as últimas 5 amostras RMS geradas pelo ESP. Essa janela seria atualizada a cada 500ms, removendo a amostra mais antiga e inserindo a mais nova no início da fila.

Para preparar os dados de entrada da RNA, os arquivos csv gerados pelo Web Server foram convertidos para o formato de janelas de tempo. Para filtragem das janelas que seriam utilizadas no treinamento, foi utilizado o software *Weka*. Depois de concluído o treinamento da RNA utilizando a biblioteca *Scikit-Learn* para Python, foi escrito um novo código em C para embarcar o classificador no ESP32.

A Figura 2 ilustra alguns eventos detectados pelo classificador embarcado no ESP32. Os quadrados verdes acima da figura indicam os eventos classificados com ligamento do micro-ondas. Os círculos vermelhos indicam os eventos detectados como desligamento do

micro-ondas. Já os quadrados com números 1 e 2, representam, respectivamente, os eventos ligamento e desligamento reais do micro-ondas.

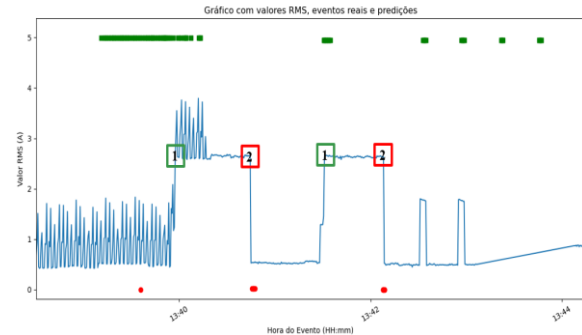


Figura 2: Gráfico com a corrente RMS e detecção de eventos

## CONCLUSÕES:

Pelos resultados observados, foi possível verificar a viabilidade de utilização de um dispositivo de baixo custo para identificar eventos em cargas conhecidas em uma rede elétrica. Entretanto, devido ao reduzido número de janelas de ligamento e desligamento na base de dados, e a presença de cargas de perfil similar no mesmo circuito medido, falsos positivos foram detectados. O ambiente de testes, disponível durante a pandemia de COVID-19, pode ter contribuído para esse resultado. Para reduzir os erros de classificação, sugere-se a incorporação de mais eventos na base de dados, obtidos em um ambiente de testes controlado.

## AGRADECIMENTOS:

PROPPI UFF pela bolsa de Iniciação Científica e ao Laboratório Didático de Eletrônica TEE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] **Hart, G. W. (1992).** "Nonintrusive appliance load monitoring," in Proceedings of the IEEE, vol. 80, no. 12, pp. 1870-1891

[2] **Darby, S. (2006).** "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

[3] **Antonio Ruano, (2019)** NILM Techniques for Intelligent Home Energy Management and Ambient Assisted Living: A Review. Energies 12, 2203.

[4] **Ahmed Zoha, Alexander Gluhak (2012)** Non-Intrusive Load Monitoring Approaches for Disaggregated Energy Sensing: A Survey. Sensors 12

[5] **Meziane, M. N., Ravier, P., Lamarque, G., Bune-tel, J.-C. L. and Raingeaud, Y. (2017).** "High accuracy event detection for Non-Intrusive Load Monitoring," 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), New Orleans, LA

