



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

Nome do(a) Bolsista: **Midilane Sena Medina**

Código do Projeto vinculado: **001**

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto

Pesquisa e desenvolvimento de sensores eletroquímicos para dióxido de carbono

Prazo Execução (meses): 24

Objetivo Geral

Produzir um dispositivo sensor de dióxido de carbono composto de eletrodos metálicos, eletrólitos compósitos de LAMOX com carbonatos de lítio, sódio e potássio. Avaliar a sensibilidade, o tempo de resposta, a seletividade e a reprodutibilidade

Objetivos Específicos

Síntese e análise estrutural de pós cerâmicos LAMOX

Preparação e análise estrutural e química de membranas porosas

Impregnação das membranas cerâmicas com mistura eutética de carbonatos

Análise estrutural e química das membranas impregnadas

Análise das membranas impregnadas por espectroscopia de impedância

Análise da força eletromotriz gerada por diferentes teores de CO₂

Montagem e testes de seletividade, sensibilidade e tempo de vida do sinal de dispositivo sensor

Palavras-chave

1 - Sensor de dióxido de carbono

2 - membranas cerâmicas

3 - eletrólitos sólidos

4 -

5 -

Metas Físicas

1 - Síntese e caracterização de pós cerâmicos de LAMOX

2 - Preparação de membranas porosas

3 - Impregnação e análise estrutural e elétrica das membranas porosas com composição eutética de carbonatos

4 - Montagem e análise de dispositivo sensor de CO₂

5 - Escrita de relatório e artigo científico



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Justificativa Resumida:

Atualmente, a necessidade de desenvolvimento de sensores de dióxido de carbono (CO_2) comercialmente viáveis e de alta confiança é importante para minimizar efeitos do gás estufa e o impacto nas mudanças climáticas. Neste projeto, é proposto o uso de eletrólitos sólidos cerâmicos de vanadato de bismuto dopado com titânio e molibdato de lantânio dopado com tungstênio como matriz e compósito cerâmico com composição eutética de carbonatos de lítio, sódio e potássio para obtenção de um sensor eletroquímico para a detecção e quantificação de dióxido de carbono. É a primeira vez que esse compósito é utilizado como meio detector e espera-se obter um sensor de CO_2 sensível, seletivo e reprodutível.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

CRONOGRAMA FÍSICO

META FÍSICA 1 - Síntese e caracterização de pós cerâmicos de LAMOX

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Preparação de pós cerâmicos de LAMOX e BiTiVOX pelo método sol-gel.	Obtenção de pó cerâmicos amorfo (PUF)	01	07
Análise termogravimétrica do PUF	Obtenção de termograma indicando temperaturas de tratamento térmico das amostras	02	07
Tratamento térmico do PUF nas temperaturas indicadas	Obtenção de pó cerâmico cristalino na fase desejada	02	07
Análise dos pós cerâmicos cristalinos por difratometria de raios X	Obtenção de difratograma para análise da fase cristalina	03	07

META FÍSICA: 2 - Preparação de membranas porosas

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Preparação e tratamento térmico de pastilhas para obtenção de estrutura porosa	Obtenção de membranas porosas	03	11
Análise estrutural das membranas obtidas por difração de raios X	Otenção de membranas porosas com a fase estrutural desejada	04	11
Análise da porosidade	Obtenção do grau de porosidade das membranas	05	12

META FÍSICA: 3 - Impregnação e análise estrutural e elétrica das membranas porosas com composição eutética de carbonatos

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Impregnação das membranas cerâmicas com composição eutética de carbonatos	Obtenção de eletrólito sólido composto de	05	14



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

	LAMOX e carbonatos		
Análise do eletrólito por microscopia eletrônica de varredura	Obtenção de micrografias dos eletrólitos	05	15
Análise do eletrólito por microscopia por sonda	Obtenção da topologia dos eletrólitos	05	15
Análise por espectroscopia de fluorescência	Obtenção da composição química da membrana	06	15
Análise por espectroscopia de impedância	Obtenção da condutividade do eletrólito sólido compósito	06	15

META FÍSICA: 4 - Montagem e análise de dispositivo sensor de CO₂

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Análise da força eletromotriz gerada sob diferentes teores de CO ₂	Obtenção da reprodutibilidade	12	20
Montagem do dispositivo sensor de CO ₂ com diferentes eletrodos metálicos		12	20
Teste do tempo de resposta	Obtenção do tempo de resposta	12	20
Teste de seletividade com mistura de gases	Obtenção do grau de seletividade do sensor	12	20

META FÍSICA: 5 - Escrita de relatório e artigo científico

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Revisão da análise dos dados obtidos e literatura	Análise dos resultados experimentais	20	24
Escrita e submissão de relatório e artigo científico	Publicação em periódico indexado	20	24



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Resultados Esperados

- 1 - Obtenção de sensor de CO₂
- 2 - Submissão de pedido de patente
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 -
- 10 -

Grau de Inovação (se houver):

Pela primeira vez serão utilizados os eletrólitos sólidos de vanadato de bismuto dopado com titânio e molibdato de lantânio dopado com tungstênio.

Bibliografia:

- 1- Low temperature operable CO₂ gas sensor based on trivalent aluminum ion conducting solid, Nagai, T.; Tamura, S. ; Imanaka, N., *Electrochem. Solid State Lett.* 14, 12 (2011) J81-J83. DOI: 10.1149/2.009112esl.
- 2- Solid potentiometric CO₂ sensor using Li₃PO₄ film as the electrolyte, Wang, H.; Ren, J.; Zhang, H.; Sun, G.; Jiang, Z., *IEEE Sensors J.* 12, 6 (2012) 2001-2005. DOI: 10.1109/JSEN.2011.2182041.
- 3- A solid electrolyte potentiometric CO₂ gas sensor composed of lithium phosphate as both the reference and the solid electrolyte materials, Lee, H.-K.; Choi, N.-J.; Moon, S.E.; Yang, W. S.; Kim, J. *Korean Phys. Soc.* 61, 6 (2012) 938-941. DOI: 10.3938/jkps.61.938.
- 4- Preparation, structure and CO₂ sensor studies of BaCa_{0.33}Nb_{0.67-x}FexO_{3- δ} , Mulmi, S.; Thangadurai, V., *J. Electrochem. Soc.* 160, 8 (2013) B95-B101. DOI: 10.1149/2.043308jes.
- 5- Durability improvement of solid electrolyte CO₂ sensor against humidity variations, Lee, H.-K.; Choi, N.-J.; Moon, S.E.; Heo, J.A.; Yang, W.S.; Kim, J., *J. Nanosci. Nanotechnol.* 15, 1 (2015) 404-407. DOI: 10.1166/jnn.2015.8360.
- 6- Au thin-film electrodes based potentiometric CO₂ sensor using Li₃PO₄ as both the reference material and the solid electrolyte, Wang, H.; Chen, D.; Liu, Z.; Zhang, M., *Micro Nano Lett.* 11, 9 (2016) 545-549. DOI: 10.1049/mnl.2016.0240.
- 7- Low power consumption solid electrochemical-type micro CO₂ gas sensor, Lee, J.; Choi, N.-J.; Lee, H.-K.; Kim, J.; Lim, S.Y.; Kwon, J.Y.; Lee, S.M.; Moon, S.E.; Jong, J.J.; Yoo, D.J., *Sensors Actuators B-Chemical* 248 (2017) 957-960. DOI: 10.1016/j.snb.2017.02.040. 15
- 8- Fast initializing solid state electrochemical carbon dioxide sensor fabricated by a tape casting technique using yttria stabilized zirconia and sodium beta alumina heterojunction, Han, H.J.; Kim, T.W.; Kim, S.; Oh, S.; Park, C.-O., *Sensors Actuators B-Chemical* 248 (2017) 856-861. DOI: 10.1016/j.snb.2016.12.139.
- 9- Solid state electrochemical gas sensor for the quantitative determination of carbon dioxide, Schwandt, C.; Kumar, R.V.; Hills, M.P., *Sensors Actuators B-Chemical* 265 (2018) 27-34. DOI: 10.1016/j.snb.2018.03.012.
- 10- Editors' Choice-Review-Solid-State Electrochemical Carbon Dioxide Sensors: Fundamentals, Materials and Applications, Mulmi, S.; Thangadurai, V., *J. Electrochem. Soc.* 167, 3 (2020) 037567. DOI: 10.1149/1945-7111/ab67a9.
- 11- Electric field-assisted sintering (gadolinia-doped ceria/alkali salts) composite membranes, Carvalho, S.G.M.; Muccillo, E.N.S.M.; Marques, F.M.B.; Muccillo, R., *Materialia* 11 (2020) 100679. DOI: 10.1016/j.mtla.2020.100679.
- 12- Enhancement of the ionic conductivity in electric field-assisted pressureless sintered BITIVOX solid electrolytes, Medina, M.S.; Muccillo, E.N.S.; Muccillo, R., *Ceramics* 2 (2019) 502–513. DOI:10.3390/ceramics2030038.



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

13- Designing fast oxide-ion conductors based on $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$, Lacorre, P.; Goutenoire, F.; Bohnke, O.; Retoux, R.; Laligant, Y., *Nature* 404 (2000) 856–858.

DOI: 10.1038/35009069.

14- Electrical Conductivity of Magnesium Oxide/Molten Carbonate Eutectic Coexisting System, Nikolaeva, E.V.; Bovet, A.L.; Zakiryanova, I.D., *Z. Naturforsch.* 74, 9 (2019) 739–742. DOI: 10.1515/zna-2019-0109.