Serviço Público Federal

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E CONTRATOS

PROCESSO 23082.000769/2022-84

ELETRÔNICO

Cadastrado em 13/01/2022

Processo disponível para recebimento com código de barras/QR Code

Nome(s) do Interessado(s):	E-mail:	Identificador:
RAMON RAUDEL PENA GARCIA	ramon.raudel@ufrpe.br	1145087

Tipo do Processo:
PROJETO DE PESQUISA

Assunto do Processo:
231 - PROPOSIÇÃO DOS PROJETOS DE PESQUISA

Assunto Detalhado:
SOLICITA FORMALIZAÇÃO DO PROJETO DE TÍTULO INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, ÓTICAS, MAGNÉTICAS E FOTOCATALÍTICAS DE ÓXIDOS SEMICONDUTORES E MAGNÉTICOS.

Unidade de Origem:
SEÇÃO DE COMUNICAÇÃO E PROTOCOLO-UACSA (11.01.64.01.03.02)

Criado Por:
JOSE GERALDO ANDRADE PEREIRA

Observação:

MOVIMENTAÇÕES ASSOCIADAS

Data	Destino
13/01/2022	COORDENAÇÃO PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FÍSICA-PRPG (11.01.29.17.18)

Data	Destino

SIPAC | Secretaria de Tecnologias Digitais (STD) - (81) 3320-6046 | Copyright © 2005-2022 - UFRN - producao-jboss03.producao-jboss03

Para visualizar este processo, entre no **Portal Público** em https://sigs.ufrpe.br/public e acesse a Consulta de Processos.

Visualizar no Portal Público

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO

CAMPUS ABOLICIONISTA JOAQUIM NABUCO

Cabo de Santo Agostinho, 13 de janeiro de 2022.

Ofício n°. 01/2022

Para: Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Física PPENGFIS-

De: Prof. Ramón Raudel Peña Garcia

Assunto: Projeto de pesquisa a ser desenvolvido no PPENGFIS pelo docente Ramón Raudel Peña Garcia

Eu, **Ramón Raudel Peña Garcia** - SIAPE: 1145087, membro permanente do PPENGFIS, solicito a formalização, no PPENGFIS, do projeto de título "**Investigação das propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos**"

Em anexo a esse ofício deixo:

- Projeto a ser apreciado

Assim, solicito as devidas providências.

Atenciosamente,

Prof. Ramón Raudel Peña Garcia- SIAPE: 1145087

Emitido em 13/01/2022

OFÍCIO Nº 1/2022 - SCP-UACSA (11.01.64.01.03.02)
(Nº do Documento: 265)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/01/2022 20:28)
JOSE GERALDO ANDRADE PEREIRA
CHEFE - TITULAR
SCP-UACSA (11.01.64.01.03.02)
Matrícula: 1784491

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/documentos/ informando seu número: **265**, ano: **2022**, tipo: **OFÍCIO**, data de emissão: **13/01/2022** e o código de verificação: **2a5226fb3f**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Física

PROJETO DE PESQUISA

Investigação das propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos

COORDENADOR:

Ramón Raudel Peña Garcia

Janeiro de 2022

Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho - UACSA
Rua Cento e Sessenta e Três, 300 – Garapu
54518-430 Cabo de Santo Agostinho/PE
www.ppengfis.ufrpe.br

I- IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

1- Título
Investigação das propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos

2- Vigência	
Início previsto (mês/ano):	03/2022
Término previsto (mês/ano):	02/2026

3- Classificação da área do projeto (classificação definida pelo CNPq)	
Nome da área :	Engenharia de Materiais e Metalúrgica
Número do código:	3.03.00.00-2
Nome da sub-área :	Materiais Conjugados não Metálicos
Número do código:	3.03.05.03-9
Nome da especialidade:	Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas
Número do código:	1.05.07.13-2

4- Linhas de pesquisa do PPENGFIS contempladas no projeto	
☒	Materiais Nanoestruturados
☒	Materiais para aplicações ambientais, energéticas e industriais
☐	Metrologia e Instrumentação
☐	Espectroscopia coerente e óptica não linear
☐	Controle e dinâmica não linear

5- Palavras-chaves (máximo 5 palavras)	
• Nanopartículas	• Sol gel
• Fotocatálise	• Co-precipitação
• Óxidos magnéticos e semicondutores	

Cabo de Santo Agostinho, 13 de janeiro de 2022

Ramón Raudel Peña Garcia

Coordenador: Ramón Raudel Peña Garcia
(SIAPE: [1145087])

6- Participantes docentes:

Nome:	Ramón Raudel Peña Garcia
CPF:	70460871480
E-mail:	ramon.raudel@ufrpe.br
Bolsista do CNPq:	○ NÃO ◉ SIM Se sim, qual nível?: PQ-2
Função:	Coordenador ☒ Colaborador ☐

Nome:	Francisca Pereira de Araújo
CPF:	01856399338
E-mail:	araujofp15@gmail.com
Bolsista do CNPq:	◉ NÃO ○ SIM Se sim, qual nível?:
Função:	Coordenador ☐ Colaborador ☒

Nome:	Eduardo Padrón Hernández
CPF:	01354676408
E-mail:	eduardo.hernandez@ufpe.br
Bolsista do CNPq:	○ NÃO ◉ SIM Se sim, qual nível?: PQ-2
Função:	Coordenador ☐ Colaborador ☒

Nome:	Josy Anteveli Osajima
CPF:	00591078988
E-mail:	josyosajima@ufpi.edu.br
Bolsista do CNPq:	○ NÃO ◉ SIM Se sim, qual nível?: 1D
Função:	Coordenador ☐ Colaborador ☒

II- DETALHAMENTO DO PROJETO

1. Resumo

Este projeto de pesquisa visa investigar as propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos dopados e co-dopados com metais de transição (MT) e terras raras (TR). Os compostos serão sintetizados através dos métodos químicos sol-gel é co-precipitação. Os efeitos da adição dos dopantes sobre as propriedades estruturais, morfológicas, óticas e magnéticas, serão estudados por técnicas como Difração de raios-X (DRX), Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Raman, Fotoluminescência (FL), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), análise térmica, medidas de adsorção/dessorção de nitrogênio, medições magnéticas e ressonância paramagnética eletrônica (EPR). Esta última técnica será importante para explorar os defeitos intrínsecos e extrínsecos das nanoestruturas por meio da absorção de microondas. Além disso, os óxidos serão investigados quanto ao desempenho fotocatalítico em poluentes orgânicos, mapeamento de radicais e testes de ecotoxicidade. Este projeto contribuirá com o desenvolvimento de materiais com potencial aplicação na remediação ambiental; utilizando matéria prima renovável e de baixo custo. Por outro lado, fortalecerá parcerias entre Universidades do Brasil, auxiliará na formação de recursos humanos e contribuirá para produção cientifica e tecnológica de alta qualidade. Os profissionais envolvidos nessa proposta apresentam expertise na área do projeto e habilidades complementares que contribuirão para a obtenção de excelentes resultados.

2. Introdução

Nas últimas décadas foram descobertos fenômenos novos na área de magnetismo de nanoestruturas [1, 2]. Dentre estes fenômenos, destacam-se: magnetorresistência gigante, efeito túnel magnético, torque induzido por transferência de spin, transferência de torque por injeção de spin, manipulação de paredes de domínio com correntes polarizadas, nano-osciladores de micro-ondas por transferência de torque, condensação Bose-Einstein etc. [3, 4]. Uma parte considerável destes fenômenos tem gerado aplicações tecnológicas importantes na área de armazenamento digital de dados e processamento de sinais. Os maiores esforços em aplicação tecnológica do magnetismo, está na área da gravação magnética. Maior capacidade de gravação, métodos diferentes de leitura/gravação, dispositivos de memória magnética de acesso aleatório (MRAM) etc [1- 4].

Por outro lado, muitos pesquisadores têm empenhado esforços para o desenvolvimento de novos materiais que possam ser empregados na purificação e desinfecção de águas contaminadas [5 - 7]. A maioria dos contaminantes é oriunda da atividade humana em setores industriais, agricultura e processos urbanos, sendo os corantes, fármacos, pesticidas e plásticos os principais representantes [8]. Esses poluentes orgânicos não são biodegradáveis e representam riscos à saúde humana e dos animais [9]. Diferentes tecnologias tem mostrado eficácia na remoção de contaminantes recalcitrantes, destacando-se os processos fotocatalíticos [10]. A fotocatálise consiste em degradar um poluente-alvo a partir da formação de espécies oxidantes mediante absorção de radiação eletromagnética (UV ou visível). Em particular, a fotocatálise heterogênea vem demonstrando excelente capacidade de remoção de poluentes emergentes, tais como fármacos [11], pesticidas [12] e corantes [13]. Essa tecnologia é considerada de baixo custo e o material empregado para acelerar as reações de degradação pode ser reutilizado em outros ciclos de descontaminação.

Os óxidos metálicos são caraterizados por apresentarem aplicações tecnológicas em dispositivos eletrônicos e magnéticos, sensores, dentre outros [14, 15]. No que diz respeito à fotocatálise, tais materiais apresentam propriedades adequadas de morfologia, área superficial, estabilidade, gap de energia, além de recuperação e capacidade de reuso [16]. No entanto, dificilmente um material contempla todas essas caracteríticas. Diante disso, diferentes estratégias de síntese vem sendo sugeridas

ao longo dos anos para potencializar essas propriedades e, consequentemente, melhorar o desempenho fotocatalítico. Essas abordagens metodológicas estão relacionadas à alteração de parâmetros como concentração de espécies reagentes, temperatura, pH, adição de dopantes, imobilização em suportes, etc [17-19].

Um composto ferrimagnético que teve o seu interesse renovado na atualidade é a granada de ítrio e ferro ($Y_3Fe_5O_{12}$→YIG). O YIG é um material versátil que tem um elevado ponto de fusão, grande resistividade, excelentes propriedades eletromagnéticas, elevada estabilidade e condutividade térmica, baixa expansão térmica e excelente estabilidade química [20, 21]. O YIG pode ser considerado uma maravilha da natureza e seu papel no magnetismo é análogo ao do germânio na física dos semicondutores, à água na hidrodinâmica e ao quartzo na acústica do cristal. Há várias razões para isso; em primeiro lugar, tem a linha de ressonância ferromagnética mais estreita conhecida e o menor amortecimento de onda de spin e segundo, o crescimento do cristal YIG foi tão bem aperfeiçoado que seu amortecimento acústico é menor do que o do quartzo. Parâmetros importantes como a magnetização dependem da granada em particular, ou seja, da composição (presença de íons magnéticos), da estrutura do cristal (o arranjo tridimensional dos íons), do tamanho de grão, da densidade e porosidade, e de outros fatores, como a temperatura. Uma aplicação pouco explorada em nanoestruturas de YIG é seu desempenho fotocatalítico. Em nosso estudo mais recente, nanopartículas de YIG foram utilizadas como catalisadores para a oxidação seletiva de Etilbenzeno (EB) na presença de H_2O_2 como oxidante; alcançando resultados satisfatórios para YIG dopado com Zn e Ni [22].

Ao longo dos anos, muitos pesquisadores têm trabalhado para desenvolver novos materiais fotocatalisadores de elevada eficiência e reciclabilidade [8, 13, 19, 22]. Nesse contexto, o uso de materiais magnéticos com propriedades fotocatalíticas demonstra ser uma excelente alternativa para facilitar a coleta dos fotocatalisadores em suspensão, evitar a perda do material e, consequentemente, aumentar o potencial de reutilização. Estudos recentes têm demonstrado o efeito promissor de diferentes fotocatalisadores magnéticos na degradação de corantes [22 - 25]. Diante de tais considerações e tendo em vista as propriedades magnéticas anteriormente reportadas para o YIG, acredita-se que esse material possa ser considerado um candidato interessante para a remoção de poluentes orgânicos. É oportuno destacar que a inclusão de terras raras nos diferentes sítios da estrutura cúbica do YIG pode potencializar o desempenho fotocatalítico desse material e contribuir para o desenvolvimento de tecnologias para purificação e tratamento de água.

Por outro lado, a perspectiva de produzir novos materiais que possuam características relacionadas com avanços tecnológicos específicos e que permitam a compreensão de mecanismos e fenômenos é um fator de motivação para as pesquisas atuais. Neste sentido podemos assegurar que o ZnO é impressionante, suas aplicações antibacterianas, em sensores, atividades fotocatalíticas e recentemente como semicondutor magnético diluído, o tornam um dos materiais mais versáteis na atualidade [24]. Por exemplo, demonstrou-se que a dopagem de nanoestruturas de óxido de zinco (ZnO) com íons ferro e níquel favorecem ao surgimento de ferromagnetismo a temperatura ambiente [24]. Essa propriedade está diretamente relacionada à formação de vacâncias de oxígênio, assim como à inclusão de íons magnéticos; defeitos que tem sido demonstrado que contribuem para melhorias na atividade fotocatalítica. A dopagem e co-dopagem de estrutura de semicondutores com íons metálicos é promissora para inibir a recombinação de portadores de cargas fotogerados e permitir a absorção de uma faixa mais ampla de comprimentos de onda. Nesse âmbito, a inclusão de íons magnéticos e de terras raras podem garantir efeitos semelhantes, além de facilitar a separação das partículas finas do semicondutor e viabilizar a sua reciclabilidade.

A recuperação de semicondutores em ensaios fotocatalíticos é uma das atividades que dificulta o uso em ciclos consecutivos. Dessa forma, o desenvolvimento de semicondutores magnéticos diluídos com propriedades fotocatalíticas pode ser considerada uma alternativa rápida e eficiente para remover o fotocatalisador e facilitar a sua reciclabilidade. Nesse caso, ainda que em grandes volumes de água residuais, a aplicação de um imã externo auxiliaria na recuperação do material, evitando assim perdas durante o processo de separação de mistura. Por outro lado, a adição de metais dopantes também pode

ampliar a faixa de absorção da radiação e favorecer o desempenho fotocatalítico em condições naturais de luminosidade. [24, 26, 27].
Apesar dos grandes avanços tecnológicos e o grande número de aplicações encontrados em sistemas nanoestruturados de Granada de Ferro Ítrio (YIG) e oxido de zinco (ZnO), ainda seguem chamando à atenção porque muitas dessas aplicações são dependentes dos dopantes, de parâmetros estruturais e do método de síntese. Dessa forma, a produção de materiais versáteis que possam apresentar propriedades e aplicações magnéticas, óticas e fotocatalíticas, segue sendo um desafio para a comunidade cientifica. A inserção de íons de metais de transição e terras raras nas estruturas cristalinas do YIG e ZnO, tem mostrado avanços significativos em sistemas com aplicações óticas e atividades fotocatalíticas. Baseado nisso e com o intuito de contribuir para os avanços científicos atuais a proposta aqui apresentada visa:

3. Objetivos

Geral:

Investigar as propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos dopados e co-dopados com metais de transição e terras raras sintetizados através dos métodos químicos sol-gel é co-precipitação.

Específicos:

- → Sintetizar compostos nanoestruturados de $Y_3Fe_5O_{12}$ e ZnO dopados e co-dopados (TM = Fe, Ni, Co e Cr e TR = Ce, Yb, Pr, Er e La) usando os métodos sol gel e co-precipitação.
- → Analisar a influência dos parâmetros de síntese e dos dopantes sobre as propriedades físico-químicas: morfologia, propriedades estruturais, óticas, magnéticas, texturais e composicionais, utilizando difração de raios-X (DRX), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), adsorção/dessorção de nitrogênio (BET), espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), Raman, Espectroscopia no Ultravioleta visível (UV-Vis) por reflectância Difusa, Fotoluminescência (FL), Ressonância Paramagnética eletrônica (EPR) e medições magnéticas por médio de um Sistema de Medidas de Propriedades Físicas PPMS (MAV)
- → Estudar a capacidade fotocatalítica dos compostos em soluções de poluentes orgânicos (corantes ou fármacos)
- → Investigar o efeito dos parâmetros, tais como concentração do material, pH, efeitos de sais, tipo de radiação e inibidores no processo de fotocatálise.
- → Elucidar o mecanismo de ação dos materiais propostos frente aos contaminantes e determinar os fotoprodutos.
- → Investigar a ecotoxicidade das soluções irradiadas por meio de bioensaios com *Artemia salina*, antes e após os testes fotocatalíticos

4. Metodologia

Matérias primas

Matérias primas de alta pureza obtidas na Sigma-Aldrich Brasil no grau de: nitrato de ítrio hexahidratado [$Y(NO_3)_3$ - 99,95% de pureza], nitrato de érbio pentahidratado [$Er(NO_3)_3$ - 99,99% de pureza], nitrato de cério hexahidratado [$Ce(NO_3)_3$ - 99,99% de pureza], nitrato de praseodímio hexahidratado [$Pr(NO_3)_3$ -

99,9% de pureza], nitrato de itérbio pentahidratado [$Yb(NO_3)_3$ - 99,9% de pureza], Nitrato de lântano (III) hexahidratado [$La(NO_3)_3$ - 99,9 % de pureza], nitrato de ferro nonahidratado [$Fe(NO_3)_3$ - 99,95% de pureza], nitrato de cromo nonahidratado [$Cr(NO_3)_3$ - 99,9% de pureza], nitrato de zinco hexahidratado [$Zn(NO_3)_2$ - 99,9% de pureza], nitrato de cobalto hexahidratado [$Co(NO_3)_2$ – 98% de pureza], nitrato de níquel hexahidratado [$Ni(NO_3)_2$ - 99,9% de pureza], e ácido cítrico anidro [$C_6H_8O_7$, 99,5% de pureza] serão empregados nas sínteses das nanopartículas. Água destilada será usada como solvente, enquanto hidróxido de amônia será utilizado para ajustar o pH das soluções.

Sínteses das nanoestruturas de YIG e ZnO

Para a síntese das nanopartículas de YIG, quantidades estequiométricas das matérias primas serão pesadas para obter 0,04 mol/L em 50 ml de água destilada. Diversos sistemas poderão ser preparados ao longo do desenvolvimento deste projeto. Exemplos deles e suas fórmulas químicas gerais são: $Y_{3-x}Pr_xFe_{5-y}Yb_yO_{12}$, onde [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,02; 0,00), (0,00; 0,02), (0,01; 0,02), (0,02; 0,02), (0,03; 0,02), (0,04; 0,02)] e $Y_{3-x}Ce_xFe_{5-y}Er_yO_{12}$, aqui [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,02; 0,00), (0,00; 0,02), (0,02; 0,02), (0,02; 0,04), (0,02; 0,06)]. Após a passagem, os precursores serão dissolvidos em 50 ml de água destilada por agitação contínua durante 1 hora. O valor do pH será mantido constante em 2, devido ao fato de que este valor é crítico para o controle da homogeneidade química das partículas. O controle do pH tem um papel fundamental na obtenção de nanopartículas de YIG pelo método sol-gel. Valores muito elevados de pH, quando são preparados géis com ácido cítrico, não são possíveis, já que é muito provável que ocorra a precipitação da solução. Posteriormente, a solução será aquecida até 95° C durante 4 horas com agitação constante até a formação do gel, que em seguida será envelhecido por 24 h em temperatura ambiente. O gel envelhecido será aquecido até a temperatura de 350°C com uma rampa de 1°C/min e mantido durante 1h, este tratamento será realizado com o objetivo de queimar os compostos orgânicos presentes. O aerogel resultante será sinterizado a 900°C, com rampa de 1°C/min, e tempo de patamar de 2 horas. Finalmente, um resfriamento lento até 22°C se realizará com uma rampa de 1°C/min. Para as amostras dopadas e co-dopadas, a quantidade de matérias primas será ajustada mantendo a estequiometria e respeitando a mistura no nível atômico e o processo de síntese será o mesmo.

Um procedimento análogo será empregado para a sínteses dos compostos de ZnO dopadas e co-dopadas com MT e TR usando o método de co-precipitação. Neste caso, altos valores de hidróxido de amônio serão usados para alcançar valores de pH acima de 10. Neste estudo será possível verificar a formação de diferentes nanoestruturas e seus efeitos sobres as propriedades e aplicações propostas nos objetivos. Serão preparados diversos durante a execução do projeto. Exemplo deles e sua fórmula química são mostrados a continuação:

- → $Zn_{1-x-y}Fe_xPr_yO$, onde [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,02; 0,00), (0,00; 0,02), (0,02; 0,01), (0,02; 0,02), (0,02; 0,03), (0,02; 0,04)]. As amostras serão nomeadas: ZFP00 (para $Zn_{100}Fe_{0,00}Pr_{0,00}O$), ZFP20 (para $Zn_{0,98}Fe_{0,02}O$), ZFP02 (para $Zn_{0,98}Pr_{0,02}O$), ZFP21 (para $Zn_{0,97}Fe_{0,02}Pr_{0,01}O$), ZFP22 (para $Zn_{0,96}Fe_{0,02}Pr_{0,02}O$), ZFP23 (para $Zn_{0,95}Fe_{0,02}Pr_{0,03}O$) e ZFP24 (para $Zn_{0,94}Fe_{0,02}Pr_{0,04}O$).
- → $Zn_{1-x-y}Ce_xNi_yO$, onde [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,02; 0,00), (0,00; 0,02), (0,02; 0,01), (0,02; 0,02), (0,02; 0,03), (0,02; 0,04)] e as amostras serão nomeadas: ZCN00 (para $Zn_{100}Ce_{0,00}Ni_{0,00}O$), ZCN20 (para $Zn_{0,98}Ce_{0,02}O$), ZCN02 (para $Zn_{0,98}Ni_{0,02}O$), ZCN21 (para $Zn_{0,97}Ce_{0,02}Ni_{0,01}O$), ZCN22 (para $Zn_{0,96}Ce_{0,02}Ni_{0,02}O$), ZCN23 (para $Zn_{0,95}Ce_{0,02}Ni_{0,03}O$) e ZCN24 (para $Zn_{0,94}Ce_{0,02}Ni_{0,04}O$).
- → $Zn_{1-x-y}Er_xCr_yO$, onde [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,02; 0,00), (0,00; 0,02), (0,02; 0,01), (0,02; 0,02), (0,02; 0,03), (0,02; 0,04)] e as amostras serão nomeadas: ZEC00 (para $Zn_{100}Er_{0,00}Cr_{0,00}O$), ZEC20 (para $Zn_{0,98}Er_{0,02}O$), ZEC02 (para $Zn_{0,98}Cr_{0,02}O$), ZEC21 (para $Zn_{0,97}Er_{0,02}Cr_{0,01}O$), ZEC22 (para $Zn_{0,96}Er_{0,02}Cr_{0,02}O$), ZEC23 (para $Zn_{0,95}Er_{0,02}Cr_{0,03}O$) e ZEC24 (para $Zn_{0,94}Er_{0,02}Cr_{0,04}O$).
- → $Zn_{1-x-y}Er_xCo_yO$, onde [(x; y) = (0,00; 0,00), (0,04; 0,01), (0,03; 0,02), (0,02; 0,03), (0,01; 0,04)]. As amostras serão nomeadas: ZEC00 (para $Zn_{100}Er_{0,00}Co_{0,00}O$), ZEC41 (para $Zn_{0,95}Er_{0,04}Cr_{0,01}O$), ZEC32 (para $Zn_{0,95}Er_{0,03}Cr_{0,02}O$), ZEC23 (para $Zn_{0,95}Er_{0,02}Cr_{0,03}O$) e ZEC14 (para $Zn_{0,95}Er_{0,01}Cr_{0,04}O$)

Os precursores serão pesados nas quantidades estequiométricas precisas para obter 0,07 mol/L em 50 ml de água destilada. Os sais serão misturados e dissolvidos em 50 ml de água destilada com agitação contínua durante 1 hora. O pH será ajustado entre 10 e 13, pela adição de hidróxido de amônia. A solução, em agitação constante, será aquecida a 95° C até alcançar a precipitação da solução. A solução precipitada será lavada várias vezes com água destilada e álcool, com o objetivo de eliminar os resíduos presentes durante a sínteses. Posteriormente, um tratamento térmico a 135 °C (Rampa de 1 °C/min) durante 24 h para secagem do material será realizado. Em seguida, um tratamento térmico a 550 °C com patamar de 4 h (Rampa de 1 °C/min) finalizará a formação das nanoestruturas. As amostras dopadas e co-dopadas serão sintetizadas com a mesma metodologia, respeitando as misturas a nível atômico.

Caracterização dos materiais

Os materiais serão caracterizados com relação à estrutura, morfologia, propriedades texturais, óticas, magnéticas. A caracterização por Difração de Raios-X (DRX) permitirá avaliar a cristalinidade, formação de fases e efeitos dos dopantes sobre a estrutura cristalina. Será usado um difratômetro de raios-X, modelo D8 Advance da Bruker com radiação Cu-Kα (λ=1,5406 Å) e monocromador. A técnica de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) será útil para verificar a formação de intermediários; neste sentido será usado um Agilent Technology spectrometer, modelo CARY 630. A espectroscopia Raman, consolidara os efeitos dos dopantes sobre a estrutura. Um espectrômetro Raman, modelo Santerra da Bruker, com microscópio Olympus BX50 acoplado e um dispositivo de carga (CCD–Charge-Coupled Device) como detector será usado para a análises. Com auxílio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) serão estudados os efeitos dos dopantes, pH e temperatura no tamanho, distribuição e morfologia das nanopartículas. Será usado um MEV, modelo TESCAN VEGA3, correspondente a um sistema de emissão termiônica de tungstênio, adequado para operações de alto e baixo vácuo.

As propriedades ópticas serão investigadas por medidas de fotoluminescência (FL) e medidas de gap de energia, a partir de dados de espectroscopia no Ultravioleta-visível por reflectância difusa. Espectros de FL, permitirão determinar os defeitos estruturais, tanto intrínsecos como extrínsecos, causados pelas condições de sínteses e dopagem. Os espectros de FL serão medidos em um Espectrofluorímetro Horiba-Jobin Yvon Fluorolog-3 por excitação com comprimento de onda de 320 nm. Enquanto os espectros de refletância difusa serão obtidos em um Espectrômetro UV-VIS, Shimadzu, UV-2700. As propriedades texturais serão estudadas a partir das isotermas de adsorção de nitrogênio usando um Quantachrome Autosorb-iQ. A partir do qual será possível determinar a área superficial e a distribuição de volume de poros nos materiais, pelos métodos de Brunauer, Emmett e Teller (BET) e Barret, Joyner e Hallenda (BJH), respectivamente. A ressonância paramagnética eletrônica (EPR) é uma ferramenta poderosa e eficiente para o entendimento de características intrínsecas em materiais. A partir desse objetivo, medições de EPR permitirão determinar defeitos associados a vacâncias de oxigênio presentes nas amostras. Os espectros de EPR serão obtidos em um instrumento Electron-Spin Resonance Spectrometer System da Bruker (Rheinstetten, Germany), EMX Micro 6” / 1,2 kW, operando na frequência da banda X. Será utilizado um tubo de quartzo Wilmad padrão em uma cavidade altamente sensível. DPPH (α, α´-difenil-β-picrilhidrazil) se usará para a calibração de frequência (g = 2,0036) em 300K. Finalmente, as propriedades magnéticas serão investigadas por médio de medições em um Sistema de Medidas de Propriedades Físicas PPMS Evercool II, Quantum Design em temperatura ambiente.

Ensaios fotocatalíticos

Os testes fotocatalíticos serão realizados em uma caixa de radiação com reator de borossilicato acoplado ao banho termostático para controle de temperatura. As amostras serão irradiadas com fontes de radiação (solar e visível), cuja intensidade deverá ser monitorada com auxílio de um radiômetro. A eficiência fotocatalítica será avaliada com base na degradação de substratos orgânicos (corante ou fármaco). A quantificação da eficiência na fotodegradação do poluente será determinada pela relação matemática:

$$\text{Degradação } (\%) = [(C_0 - C)/C_0]*100$$

onde C_0 e C correspondem, à concentração inicial de corante e à concentração final de corante (t = 120 min), respectivamente. A constante de velocidade de degradação será determinada em função do ajuste dos dados a modelos cinéticos. Tendo em vista que os portadores de cargas são os principais responsáveis pela formação de radicais que promovem a quebra da cadeia orgânica do poluente, o estudo de inibidores deverá ser realizado na execução desse projeto. Para isso, os reagentes: álcool isopropílico, nitrato de prata e EDTA, que são inibidores de radicais $^{\bullet}OH$, e^- e h^+, respectivamente, serão adicionados aos sistemas de fotocatálise. A quantificação do efeito da adição de inibidores será realizada com auxílio da técnica de UV-Vis, a partir do monitoramento da banda de absorção principal do substrato utilizado. Outros parâmetros como concentração dos poluentes, concentração dos catalisadores, efeito de temperatura, pH, reciclo e estabilidade do fotocatalisador também serão avaliados. A elucidação dos fotoprodutos oriundos do processo de fotodegradação serão monitorados por cromatografia líquida de alta resolução acoplado ao detector de espectroscopia de massa e teor de carbono total.

Estudos de ecotoxicidade

Tendo em vista que os materiais possuem potencial para aplicação em ambientes aquáticos, ensaios de ecotoxicidade serão feitos frente à *Artemia Salina*. Esses microcrustáceos são encontrados em ambientes aquáticos, apresentam fácil cultivo e elevada sensibilidade a contaminantes, ainda que em baixas concentrações. O objetivo desse teste é verificar se os compostos intermediários formados durante a fotodegradação dos poluentes possuem toxicidade. Para realização do ensaio de ecotoxicidade, utilizar-se-á metodologia previamente sugerida pela literatura [28], que consiste no cultivo de ovos de Artemia salina em solução salina sintética (38 g L^{-1}) sob condições controladas de luz e oxigenação. Uma quantidade fixa de dez náuplios vivos será encubada em uma mistura contendo a solução do poluente irradiada e solução salina sintética (1:1 v/v) por 24, 48, 72 e 96 horas. Após esses intervalos de tempo, a taxa de náuplios vivos será determinada. Todos os testes serão realizados em triplicata e ensaios também deverão ser conduzidos com grupo controle (positivo e negativo).

5. Resultados esperados

Os resultados deste projeto de pesquisa possibilitarão descobrir aplicações importantes na área de novos materiais com propriedades ótica, magnéticas e alto desempenho na degradação de poluentes de meio aquoso. O estudo de compostos nanoestruturados de YIG e ZnO dopados e co-dopados com MT e TR, resultará em grandes avanços na análise de águas contaminadas, servindo de fundamentação para o avanço tecnológico e remediação ambiental, assim como em outras áreas que utilizam propriedades óticas e estruturais de materiais magnéticos e semicondutores. Busca-se obter resultados que tenham significativa aplicação prática, fabricando materiais que possam ser utilizados na indústria, com boa potencialidade na degradação de poluentes orgânicos e que poderão ser comercializados no Brasil. Outros tópicos motivadores dessa proposta incluem a colaboração entre pesquisadores nacionais e internacionais e a formação dos recursos humanos de graduação e pós-graduação de estudantes brasileiros no nível de iniciação científica, mestrado e doutorado nas áreas do projeto. Os conhecimentos adquiridos durante a execução desse projeto serão transmitidos à comunidade científica a partir de publicações em periódicos de impacto na área, reconhecida no JCR e participação em reuniões científicas (Congressos nacionais e internacionais). Em caso de potencial tecnológico envolvido, os dados deverão ser protegidos por meio do depósito de patentes. Espera-se obter resultados a partir da investigação básica que possam contribuir com o conhecimento científico na região do Norte-Nordeste do Brasil. Por outro lado, com esta proposta pretendemos obter resultados inovadores que contribuam para o desenvolvimento científico e tecnológico, por meio do aproveitamento de matéria prima renovável para produção de materiais com potencial capacidade de desinfecção de água residuais. Na atualidade há um grande interesse no desenvolvimento de materiais versáteis, cujas aplicações englobem propriedades ótica, magnéticas e alto desempenho fotocatalítico e que eles possam contribuir para o desenvolvimento

científico, tecnológico ou de inovação. A execução desse projeto contribuirá com conhecimentos teóricos e experimentais sobre o papel de nanoestruturas magnéticas e semicondutoras na purificação de aguas contaminadas. O campus das Engenharias da Universidade Federal Rural de Pernambuco, se encontra localizado no município de Cabo de Santo Agostinho; região conhecida pelo seu polo industrial de Suape Nosso projeto, também visa fortalecer o Programa de Pós-graduação em Engenharia Física da UFRPE - UACSA (primeiro do brasil) e os cursos de engenharia, nas áreas de materiais para aplicações ambientais. Pretendemos estabelecer uma estreita relação entre a Universidade e as indústrias e trabalhar de forma coordenada para solucionar problemas meio ambientais que afetam a região

6. Cronograma de atividades

Semestre / Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8
I	X	X	X	X	X	X	X	X
II	X	X	X					
III	X	X	X	X	X	X	X	X
IV	X	X	X	X				
V	X	X	X	X				
VI			X	X	X	X	X	
VII			X	X	X	X	X	
VIII			X	X	X	X	X	
IX				X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
XI	X	X	X	X	X	X	X	X
XII	X	X	X	X	X	X	X	X
XIII	X	X	X	X	X	X	X	X
XIV							X	X

Atividade I	Revisão da literatura para estabelecer o estado da arte sobre o tema de pesquisa
Atividade II	Otimização dos parâmetros de obtenção dos materiais a serem estudados
Atividade III	Reunião com a equipe de trabalho tempo indeterminado
Atividade IV	Sínteses das nanopartículas de YIG dopadas e co-dopadas com MT e TR
Atividade V	Sínteses das nanopartículas de ZnO dopadas e co-dopadas com MT e TR
Atividade VI	Caracterização estrutural e morfológica por DRX, MEV, FTIR e Raman dos compostos nanoestruturados de YIG e ZnO dopadas e co-dopadas
Atividade VII	Estudo das propriedades óticas e texturais por UV-Vis, PL e BET dos sistemas propostos

Atividade VIII	Estudo da influência da microestrutura, método de sínteses, temperatura e pH sobre as propriedades magnéticas dos compostos (MAV e EPR)
Atividade IX	Avaliação da atividade fotocatalítica dos materiais; Testes de inibidores; Testes de ecotoxicidade
Atividade X	Análise fenomenológica e discussão dos resultados obtidos
Atividade XI	Formação de recursos humanos de estudantes de IC, mestrado e Doutorado nas áreas do projeto
Atividade XII	Documentar os resultados derivados das etapas anteriores em termos de publicações em revistas internacionais especializadas
Atividade XIII	Participação nos encontros nacionais e internacionais (eventos, simpósios, conferências)
Atividade XIV	Elaboração de relatório de atividades

7. Apoio financeiro e/ou institucional

A elaboração deste projeto, consta com recursos financeiros a partir do EDITAL FACEPE 16/2021. Auxílio a projetos de pesquisa para jovens pesquisadores APQ-JP. PROCESSO Nº **APQ-0635-3.03/21.** Além disso, com esta proposta pretendemos estabelecer colaborações com empresas a fim de obter recursos financeiros que contribuam para o melhor desenvolvimento do projeto e dos laboratórios da UACSA. Paralelamente, os colaboradores poderão conseguir auxílio financeiro ao longo da realização do projeto.

8. Referências

[1] A. Fernández-Pacheco, R. Streubel, O. Fruchart, R. Hertel, P. Fischer, R. P. Cowburn. Three-dimensional nanomagnetism. Nature Communications. **8** (2017) 15756.

[2] M. Gibertini, M. Koperski, A. F. Morpurgo, K. S. Novoselov. Magnetic 2D materials and heterostructures. Nature Nanotechnology. **14** (2019) 408–419.

[3] C. M. Jaworski, J. Yang, S. Mack, D. D. Awschalom, J. P. Heremans, R. C. Myers. Observation of the spin-Seebeck effect in a ferromagnetic semiconductor. Nature Materials. **9** (2010) 898

[4] S. O. Demokritov, V. E. Demidov, O. Dzyapko, G. A. Melkov, A. A. Serga, B. Hillebrands, A. N. Slavin. Nature Letters. **443 (**2006**)** 430-433

[5] Mark A. Shannon, Paul W. Bohn, M. Elimelech, John G. Georgiadis, Benito J. Mariñas, Anne M. Mayes. Science and technology for water purification in the coming decades. Nature Reviews. **452** (2008) 301–310

[6] J. Zhou, F. Yang, Y. Huang, W. Ding, X. Xie. Smartphone-powered efficient water disinfection at the point of use. *npj Clean Water*. **3** (2020) 40

[7] Ching Kwek Pooi 1 and How Yong Ng. Review of low-cost point-of-use water treatment systems for developing communities. *npj Clean Water.* **1** (2018) 11.

[8] L.M.C. Honorio, P.A. Trigueiro, B.C. Viana, A.B. Ribeiro, J.A. Osajima, Nanostructured Materials for the Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants in Water. Nanostructured materials for treating aquatic pollution. Springer, Cham (2019) 65-90

[9] S. Malato, J. Blanco, A. Vidal, C. Richter, Photocatalysis with solar energy at a pilot-plant scale: An overview, Applied Catalysis B: Environmental. **37** (2002) 1–15

[10] M. Nasrollahzadeh, M. Sajjadi, S. Iravani, R.S. Varma, Starch, cellulose, pectin, gum, alginate, chitin

and chitosan derived (nano)materials for sustainable water treatment: A review,
Carbohydrate Polymers. **251** (2021) 116986.
[11] D.A. Solís-casados, L. Escobar-alarcón, L.M. Gómez-oliván, E. Haro-poniatowski, T. Klimova, Photodegradation of pharmaceutical drugs using Sn-modified TiO_2 powders under visible light irradiation, Fuel. 198 (2017).
[12] R. Fiorenza, A. Di Mauro, M. Cantarella, V. Privitera, G. Impellizzeri, Selective photodegradation of 2, 4-D pesticide from water by molecularly imprinted TiO_2,
Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. **380** (2019) 111872.
[13] F.P. Araujo, L.M.C. Honorio, I.S. Lima, P. Trigueiro, L.C. Almeida, P.B.A. Fechine, F.E.P. Santos, R. Peña-Garcia, E.C. Silva-Filho, J.A. Osajima, New composite TiO_2/naturals gums for high efficiency in photodiscoloration process, Ceramic International **46** (2020) 15534 –15543.
[14] C. Zhang, G. Liu, X. Geng, K. Wu, M. Debliquy, Metal oxide semiconductors with highly concentrated oxygen vacancies for gas sensing materials: A review, Sensors Actuators, A Phys. **309** (2020) 112026.
[15] W. Subramonian, T.Y. Wu, S. Chai, Photocatalytic degradation of industrial pulp and paper mill ef fl uent using synthesized magnetic $Fe_2O_3TiO_2$: Treatment ef fi ciency and characterizations of reused photocatalyst, Journal of Environmental Management. **187** (2017) 298–310.
[16] M.M. Khan, S.F. Adil, A. Al-mayouf, Metal oxides as photocatalysts. Journal of Saudi Chemical Society. **19** (2021) 462–464.
[17] C.C. Wang, X. Wang, W. Liu, The synthesis strategies and photocatalytic performances of TiO_2/MOFs composites: A state-of-the-art review. Chemical Engineering Journal. **391** (2020) 123601.
[18] A.I.S. Morais, W. V. Oliveira, V. V. Oliveira, F.P. Araujo, R.D.S. Bezerra, P.B.A. Fechine, B.C. Viana, M.B. Furtini, E.C. Silva-filho, J.A. Osajima, Semiconductor supported by Palygorskite and Layered Double Hydroxides clays to dye discoloration in solution by a photocatalytic process. Journal of Environmental Chemical Engineering. **7** (2019) 103431.
[19] J. Matos, J. Ocares-Riquelme, P.S. Poon, R. Montaña, X. García, K. Campos, J.C. Hernández-Garrido, M.M. Titirici, C-doped anatase TiO_2: Adsorption kinetics and photocatalytic degradation of methylene blue and phenol, and correlations with DFT estimations. Journal of Colloid and Interface Science. **547** (2019) 14–29.
[20] JP Caland, Cynthia PC Medrano, A Caytuero, E Baggio-Saitovitch, FJ Litterst, João M Soares, M Cabrera-Baez, E Padrón-Hernández, T Marques, Y Guerra, Bartolomeu C Viana, FEP Santos, R Peña-Garcia. Journal of Alloys and Compounds. **849** (2020) 156657
[21] R Peña-Garcia, Y Guerra, FEP Santos, LC Almeida, E Padrón-Hernández. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. **492** (2019) 165650.
[22] Jose Vitor C do Carmo, Andre Luis G Pinheiro, Alcineia C Oliveira, Manuela O de Castro, Joao M Soares, E Padron-Hernandez, R Pena-Garcia, Gilberto D Saraiva, Enrique Rodriguez-Castellon, Elena Rodriguez-Aguado. Ceramics International. **47** (2021) 6279-6289
[23] H. Yao, M. Fan, Y. Wang, G. Luo, W. Fei, Magnetic titanium dioxide based nanomaterials: Synthesis, characteristics, and photocatalytic application in pollutant degradation. Journal of Materials Chemistry A. **3** (2015) 17511–17524.
[24] C. Prabakar, S. Muthukumaran, V. Raja, Structural, magnetic and photoluminescence behavior of Ni/Fe doped ZnO nanostructures prepared by co-precipitation method, Optik (Stuttg). **202** (2020) 163714.
[25] M.A. Majeed Khan, R. Siwach, S. Kumar, A.N. Alhazaa, Role of Fe doping in tuning photocatalytic and photoelectrochemical properties of TiO_2 for photodegradation of methylene blue. Optics & Laser Technology. **118** (2019) 170–178.
[26] Araujo, Francisca P.; Pollyana Trigueiro, Pollyana Honório, Luzia M. C.; Furtini, Marcelo Barbosa; Oliveira, Dyego M.; Almeida, Luciano Costa; Peña Garcia, Ramón Raudel; Viana, Bartolomeu Cruz; Da Silva Filho, Edson Cavalcanti; Osajima, Josy. Dalton Transactions. **49** (2020) 16394.
[27] Araujo, Francisca P.; Trigueiro, Pollyana; Honório, Luzia M.C.; Oliveira, Dyego M.; Almeida, Luciano C.; Garcia, Ramón Peña; Lobo, Anderson Oliveira; Cantanhêde, Welter; Silva-Filho, Edson C.; Osajima, Josy A. International Journal of Biological Macromolecules. **165B** (2020) 2813.

[28] B.N. Meyer, N.R. Ferrigni, J.E. Putnam, L. Jacobsen, D. Nichols, J. McLaughlin, Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents, Journal of Medicinal Plants Research. **45** (1982) 31–34

Emitido em 13/01/2022

PROJETO DE PESQUISA Nº 2/2022 - SCP-UACSA (11.01.64.01.03.02)
(Nº do Documento: 7)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/01/2022 20:28)
JOSE GERALDO ANDRADE PEREIRA
CHEFE - TITULAR
SCP-UACSA (11.01.64.01.03.02)
Matrícula: 1784491

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/documentos/ informando seu número: **7**, ano: **2022**, tipo: **PROJETO DE PESQUISA**, data de emissão: **13/01/2022** e o código de verificação: **50a61a6018**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FÍSICA-PRPG

DESPACHO Nº 2885/2022 - CEFIS-CPPGSC (11.01.29.17.18)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Recife-PE, 24 de janeiro de 2022.

Encaminho ao Prof. Dr. Sergio Vladimir Barreiro DeGiorgi, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Física e relator desse processo, para avaliação e emissão de parecer.

(Assinado digitalmente em 24/01/2022 15:10)
HERBERT DE BRITO MORAIS
ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO
DIGER-UACSA (11.01.64)
Matrícula: 3211806

Processo Associado: 23082.000769/2022-84

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/public/documentos/index.jsp informando seu número: **2885**, ano: **2022**, tipo: **DESPACHO**, data de emissão: **24/01/2022** e o código de verificação: **69fe3b9585**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA UACSA-PREG

PARECER Nº 304/2022 - CEELUACSA-CGCG (11.01.30.06.33)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Cabo De Santo Agostinho-PE, 26 de janeiro de 2022.

Sou de parecer FAVORÁVEL à solicitação de formalização do projeto de pesquisa intitulado "Investigação das propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos", feita pelo professor Ramón Raudel Peña Garcia

(Assinado digitalmente em 26/01/2022 18:28)
SERGIO VLADIMIR BARREIRO DEGIORGI
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CGCG-UACSA (11.01.64.01.02)
Matrícula: 2279292

Processo Associado: 23082.000769/2022-84

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/public/documentos/index.jsp informando seu número: **304**, ano: **2022**, tipo: **PARECER**, data de emissão: **26/01/2022** e o código de verificação: **1e60682e82**

CEFIS-CPPGSC (11.01.29.17.18)

COLEGIADO DE COORDENAÇÃO DIDÁTICA

DECISÃO Nº 08/2021 – CCD/PPENGFIS

O Colegiado de Coordenação Didática (CCD), do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Física (PPEngFis), da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA/UFRPE), em sua 1ª reunião ordinária realizada em 27 de janeiro de 2022, examinando o expediente constante do processo nº 23082.000769/2022-84 procedente do Prof. Dr. Ramón Raudel Peña Garcia, no qual é solicitada uma apreciação do projeto de pesquisa "Investigação das propriedades estruturais, óticas, magnéticas e fotocatalíticas de óxidos semicondutores e magnéticos", **RESOLVE**, por unanimidade (X) ou maioria ( ) de seus membros, homologar **favoravelmente (X)** ou **desfavoravelmente ( )** o parecer do relator Prof. Dr. Sergio Vladimir Barreiro DeGiorgi, favorável à solicitação.

Cabo de Santo Agostinho, 27 de janeiro de 2022.

Emitido em 27/01/2022

DECISÃO Nº 08/2022 DECISÃO CCD/PPENGFIS/2022 - CEFIS-CPPGSC (11.01.29.17.18)
(Nº do Documento: 233)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 27/01/2022 10:46)
ADRIANO DA SILVA MARQUES
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CGCG-UACSA (11.01.64.01.02)
Matrícula: 1582891

(Assinado digitalmente em 27/01/2022 16:47)
ANA CLAUDIA VAZ DE ARAUJO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CGCG-UACSA (11.01.64.01.02)
Matrícula: 1299792

(Assinado digitalmente em 27/01/2022 11:18)
RAFAEL ALVES DE OLIVEIRA
COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO - TITULAR
PRPG (11.01.29)
Matrícula: 2726882

(Assinado digitalmente em 27/01/2022 15:57)
SERGIO VLADIMIR BARREIRO DEGIORGI
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CGCG-UACSA (11.01.64.01.02)
Matrícula: 2279292

(Assinado digitalmente em 27/01/2022 11:23)
MARIANA JOYCE BEZERRA DA SILVA CRISPIM
DISCENTE
Matrícula: 200722960

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/documentos/ informando seu número: **233**, ano: **2022**, tipo: **DECISÃO**, data de emissão: **27/01/2022** e o código de verificação: **a544166522**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FÍSICA-PRPG

DESPACHO Nº 3613/2022 - CEFIS-CPPGSC (11.01.29.17.18)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Recife-PE, 31 de janeiro de 2022.

ARQUIVE-SE

Razão para o arquivamento:

a) Processo finalizado.
b) Processo em duplicata a ser cancelado pela "Seção de Comunicação e Protocolo-UACSA (11.01.64.01.03.02)"
c) Desistência ou renúncia formalmente expressa pelo solicitante.
d) Decisão motivada por autoridade competente.

(Assinado digitalmente em 31/01/2022 15:38)
HERBERT DE BRITO MORAIS
ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO
DIGER-UACSA (11.01.64)
Matrícula: 3211806

Processo Associado: 23082.000769/2022-84

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sigs.ufrpe.br/public/documentos/index.jsp informando seu número: **3613**, ano: **2022**, tipo: **DESPACHO**, data de emissão: **31/01/2022** e o código de verificação: **735d6b606e**