



**UFRPE**

**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**

*<Programa de Pós-Graduação ou linha de pesquisa>*

---

---

**PROJETO DE PESQUISA**

*Submetido em conformidade com a Resolução CEPE/UFRPE nº 361/2021*

**<Título do projeto>**

---

*Edital/Chamada de referência:*

*<Nome da chamada / agência / número – ou “Projeto institucional”>*

---

**Coordenador(a) do Projeto**

<Nome completo do(a) docente>  
<Matrícula SIAPE> | <e-mail>@ufrpe.br  
Departamento de Matemática (DM) – UFRPE

**Recife – PE  
2026**

## Sumário

1	Identificação	2
2	Resumo	5
3	Introdução	6
4	Objetivos	7
5	Método de pesquisa	8
6	Contribuições científicas e técnicas esperadas	10
7	Cronograma de atividades	12

# 1 Identificação

## Título

<Título completo do projeto. Em matemática, prefira títulos que indiquem o objeto, o método e o tipo de resultado. Exemplos: “Métodos variacionais para equações elípticas semilineares com crescimento crítico em domínios não-convexos”; “Análise espectral de operadores de Schrödinger com potenciais aleatórios em redes complexas”.>

## Vigência

Início previsto: <mês/ano>  
 Término previsto: <mês/ano + 24 meses>  
 Duração total: 24 meses (limite normativo: 60 meses)

## Classificação da área (Tabela CNPq)

Nível	Denominação	Código
Grande área	Ciências Exatas e da Terra	1.00.00.00-3
Área	Matemática	1.01.00.00-8
Subárea	<Análise / Matemática Aplicada / Geometria e Topologia / Álgebra>	<ver tabela CNPq>
Especialidade	<Especialidade do 4º nível>	<código>

*Subáreas frequentes da Matemática: 1.01.01.00 (Álgebra), 1.01.02.00 (Análise), 1.01.03.00 (Geometria e Topologia), 1.01.04.00 (Matemática Aplicada). Consulte a tabela do CNPq para a especialidade.*

## Linha(s) de pesquisa

- <Linha de pesquisa do(s) Grupo(s) de Pesquisa do DM/UFRPE cadastrado(s) no DGP/CNPq – p. ex., “Análise Funcional e Equações Diferenciais Parciais”, “Sistemas Dinâmicos”, “Otimização e Análise Numérica”, “Matemática Aplicada à Modelagem de Fenômenos Físicos”>
- <Linha 2 (se aplicável)>

## Palavras-chave

- |   |  |
|---|--|
| 1. <Termo técnico do objeto – p. ex., equações elípticas> | 4. <Termo do tipo de resultado – p. ex., regularidade> |
| 2. <Termo do método – p. ex., métodos variacionais>       | 5. <opcional>  |
| 3. <Termo da estrutura – p. ex., crescimento crítico>     | 6. <opcional>  |

*Mínimo de 4 palavras-chave (Art. 10, V). Recomenda-se distribuir entre objeto, método, estrutura e tipo de resultado para indexação eficiente.*

## Grupo de pesquisa

Nome do grupo: <Nome do GP cadastrado no DGP/CNPq e credenciado no NUPESQ/IPÊ>  
 Líder(es): <Nome do(s) líder(es) – docente(s) do DM/UFRPE>  
 Link DGP/CNPq: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/<XXXX>>

## Relação dos participantes

### <Nome completo do(a) docente coordenador(a)>

---

CPF/Passaporte: <CPF>  
 SIAPE: <SIAPE>  
 E-mail: <email>@ufrpe.br  
 Vinculação: Departamento de Matemática (DM) – UFRPE  
 Função: Coordenador(a)  
 Carga horária: <8 a 12> horas/semana  
 Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/<XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX>>

---

### <Nome do(a) colaborador(a) docente do DM>

---

CPF/Passaporte: <CPF>  
 SIAPE: <SIAPE>  
 E-mail: <email>@ufrpe.br  
 Vinculação: Departamento de Matemática (DM) – UFRPE  
 Função: Colaborador(a)  
 Carga horária: <4 a 8> horas/semana  
 Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/<XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX>>

---

**<Nome do(a) colaborador(a) externo(a)>**

CPF/Passaporte: <CPF / Passaporte>  
 SIAPE: –  
 E-mail: <email>  
 Vinculação: <Departamento – IES (p. ex., DMat – UFPE; IMPA; UNI-CAMP)>  
 Função: Colaborador(a)  
 Carga horária: <4 a 6> horas/semana  
 Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>>

**<Nome do(a) mestrando(a)>**

CPF/Passaporte: <CPF>  
 SIAPE: –  
 E-mail: <email>  
 Vinculação: <PPG vinculado ao DM/UFRPE – p. ex., PROFMAT, ou PPG em rede>  
 Função: Colaborador(a)  
 Carga horária: <16 a 20> horas/semana  
 Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>>

**<Nome do(a) bolsista IC>**

CPF/Passaporte: <CPF>  
 SIAPE: –  
 E-mail: <email>  
 Vinculação: <Bach. em Matemática / Lic. em Matemática> – UFRPE  
 Função: Colaborador(a)  
 Carga horária: <12 a 20> horas/semana  
 Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>>

## 2 Resumo

<Resumo. Em Matemática, evite generalidades como “este projeto é importante”. Em vez disso, declare a classe de objetos estudada (p. ex., “equações de Schrödinger não-lineares com potencial periódico”), o tipo de pergunta (existência, regularidade, estabilidade, classificação), e a estratégia (variacional, espectral, topológica, computacional). Reserve a linguagem técnica precisa para as seções subsequentes; aqui o objetivo é situar avaliadores que podem não ser especialistas na subárea.>

### 3 Introdução

<Abertura: situe o problema em sua tradição matemática. Para problemas analíticos, é eficaz começar pela equação ou estrutura fundamental e seu papel em aplicações (física, biologia, otimização) ou em outras áreas da própria matemática. Evite começar com história do campo; prefira começar com o objeto. Em 1–2 parágrafos, conduza o leitor até a pergunta central do projeto.>

#### Estado da arte

<Organize tematicamente, agrupando por escola/abordagem (p. ex., métodos variacionais vs. análise espectral vs. topologia algébrica vs. análise harmônica). Cite os trabalhos fundadores e a literatura recente (últimos 5 anos) que delimita a fronteira atual. Para cada vertente principal, indique o que foi resolvido e o que permanece em aberto. Use 6–12 referências centrais.>

A teoria de pontos críticos de minimax, desenvolvida por Ambrosetti e Rabinowitz (1973) e sistematizada por Rabinowitz (1986), fornece a base analítica central para a abordagem variacional adotada neste projeto. O arcabouço funcional clássico em espaços de Sobolev está detalhado em Brezis (2011) e Evans (2010). Para questões de concentração e compacidade em domínios não-limitados, o princípio fundamental é o de Lions (1984). Resultados de estimativas a priori e existência de soluções positivas foram estabelecidos por Figueiredo, Lions e Nussbaum (1982). Para equações com crescimento exponencial crítico, ver Figueiredo, Ó e Ruf (2002).

#### Justificativa

<Por que este projeto deve ser financiado agora? Articule três argumentos: (i) maturidade técnica – quais ferramentas matemáticas recentes tornam o problema agora abordável; (ii) capacidade local – qual é a competência específica do(s) docente(s) do DM/UFRPE e colaboradores; (iii) impacto esperado – formação de pesquisadores, publicações em periódicos qualificados, conexões interdisciplinares ou aplicadas. Esta subseção é central para os critérios de mérito e relevância da avaliação institucional.>

## 4 Objetivos

### Objetivo geral

<Uma frase que articula a questão matemática central. Em Matemática, prefira verbos como *demonstrar*, *estabelecer*, *caracterizar*, *construir*, *classificar*, *estimar*. Evite “estudar” e “analisar” isolados. Exemplo: “Estabelecer condições suficientes para a existência e regularidade de soluções fracas para uma classe de equações elípticas semilineares com crescimento crítico em domínios de fronteira singular”.>

### Objetivos específicos

- OE1.** <OE1 – formular precisamente a classe de problemas e o arcabouço funcional adotado (espaços de Sobolev/Banach relevantes; hipóteses sobre coeficientes/domínio).>
- OE2.** <OE2 – demonstrar o(s) resultado(s) central(is): teorema(s) de existência, unicidade, regularidade, ou classificação.>
- OE3.** <OE3 – analisar propriedades qualitativas adicionais: estabilidade, comportamento assintótico, simetrias.>
- OE4.** <OE4 – desenvolver, quando aplicável, esquemas numéricos (elementos finitos, métodos espectrais, diferenças finitas) e validar com casos analíticos conhecidos.>
- OE5.** <OE5 – consolidar a produção em artigos, comunicações em congressos e formação dos discentes envolvidos.>

## 5 Método de pesquisa

<Apresente a estratégia analítica e, quando aplicável, computacional. Boa prática: organizar a metodologia em paralelo aos objetivos específicos (OE1, OE2, ...), deixando explícita a correspondência entre cada objetivo e o conjunto de técnicas matemáticas que o realiza.>

### Arcabouço teórico

<Declare o ambiente funcional. Para problemas variacionais: o espaço de Sobolev/Hilbert ambiente, funcional de energia, condições de compacidade (p. ex., Palais–Smale). Para problemas espectrais: o operador, seu domínio essencial e auto-adjunção. Para problemas em geometria: a categoria de variedades e estruturas adicionais (riemanniana, simplética, de contato). Liste os teoremas-pilar que serão invocados (Teorema do Passo da Montanha, Princípio Variacional de Ekeland, Teorema de Sard, Lema de Lions, etc.).>

### Procedimentos por objetivo

**OE1 – Formulação e arcabouço.** <Esboce a formulação fraca/forte do problema, a escolha de espaços funcionais, e os primeiros lemas técnicos (regularidade do funcional, limitação de sequências minimizadoras).>

**OE2 – Resultado central.** <Esboce a estratégia de demonstração: passo da montanha, redução de Lyapunov–Schmidt, métodos topológicos (grau de Brouwer/Leray–Schauder), métodos de continuação, ou outra técnica central. Indique as estimativas a priori a serem obtidas.>

**OE3 – Análise qualitativa.** <Estabilidade, simetrias (princípio de simetrização, Schwarz), comportamento assintótico, regularidade ótima.>

**OE4 – Validação numérica.** <Quando aplicável: esquema numérico escolhido (elementos finitos, método espectral de Galerkin, diferenças finitas implícitas), ferramenta computacional (FEniCS/dolfin, Julia/DifferentialEquations.jl, MATLAB, Python/SciPy), critérios de convergência, comparação com soluções analíticas conhecidas.>

### Resultados preliminares

<Inclua, se houver: lemas já demonstrados, estimativas parciais, simulações exploratórias do(s) coordenador(es) e colaboradores. Resultados preliminares são o item que mais aumenta a credibilidade da viabilidade – inclua mesmo que parciais.>

## Aspectos éticos

A presente pesquisa é de natureza teórica/computacional e não envolve seres humanos nem animais, dispensando análise pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), conforme Art. 11, §1º e §2º da Resolução CEPE/UFRPE 361/2021.

## 6 Contribuições científicas e técnicas esperadas

<Apresente contribuições *verificáveis*. Em Matemática, as contribuições são tipicamente: novos teoremas, generalizações de resultados existentes, novos métodos de prova ou de aproximação numérica, e suas consequências em áreas afins.>

### Contribuições científicas (matemática pura)

- <Teorema(s) principal(is) a serem demonstrados, com enunciado já formulado em termos da classe de problemas estudada.>
- <Generalizações ou refinamentos de resultados clássicos (cite especificamente: “estende o teorema de  $X$ - $Y$  ao caso  $Z$ ”).>
- <Conexões interdisciplinares: implicações para áreas como Equações Diferenciais, Análise Funcional, Geometria, ou Física Matemática.>
- <Publicações projetadas: <2 a 4> artigos em periódicos Qualis A1/A2 da área de Matemática (CAPES) – p. ex., *Journal of Differential Equations*, *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, *Journal of Functional Analysis*, *Advances in Mathematics*, *Calculus of Variations and PDEs*.>
- <Apresentações em eventos: ENAMA, CNMAC, ICM, congressos regionais e internacionais relevantes.>

### Contribuições técnicas (matemática aplicada / computacional)

- <Implementação computacional aberta (repositório no GitHub ou Zenodo) dos métodos numéricos desenvolvidos.>
- <Documentação reprodutível dos experimentos numéricos.>
- <Quando aplicável: aplicação a problemas concretos (modelagem, otimização, simulação) com parceiros externos.>

### Formação de recursos humanos

<Discentes envolvidos: <N> bolsistas IC (PIBIC, BIA-UFRPE ou FACEPE), <N> mestrandos (PROFMAT ou PPG vinculado ao DM), <N> doutorandos (em rede ou em colaboração com PPGs externos). A formação ocorre em três frentes: (i) seminários internos do grupo; (ii) co-orientações em TCC, dissertação e tese; (iii) participação direta nas demonstrações e nos experimentos numéricos.>

## **Impacto institucional**

<Como o projeto fortalece o Departamento de Matemática e a UFRPE: consolidação do(s) Grupo(s) de Pesquisa cadastrado(s) no DGP/CNPq; produção qualificada para indicadores institucionais e CAPES; potencial credenciamento ou recredenciamento de docentes em PPGs; eventual impulso à criação de PPG próprio em Matemática no DM/UFRPE, se essa for uma meta departamental.>

## 7 Cronograma de atividades

<Texto curto: justifique a duração de 24 meses, descreva a lógica de fases (preparação, desenvolvimento, análise, disseminação) e mencione que cada atividade tem responsável identificado, em conformidade com o Art. 10, XIII da Resolução 361/2021.>

### Descrição das fases e metas

#### F.0 Preparação e fundamentação (meses 1–4)

Revisão sistemática da literatura especializada, formulação precisa da classe de problemas e estabelecimento do arcabouço funcional adotado. *Atividades:* A.0.1 revisão sistemática (últimos 5 anos); A.0.2 formulação dos problemas e do arcabouço funcional; A.0.3 relatório de estado da arte e seminário interno do grupo.

#### F.1 Desenvolvimento dos resultados centrais (meses 4–15)

Demonstração dos resultados principais (existência, regularidade, estabilidade) e, quando aplicável, implementação de esquemas numéricos para validação. *Atividades:* A.1.1 demonstração dos resultados centrais; A.1.2 implementação numérica (quando aplicável); A.1.3 validação com casos analiticamente conhecidos; A.1.4 análise de regularidade e estimativas a priori.

#### F.2 Aprofundamento e produção (meses 12–22)

Generalização dos resultados, redação de manuscritos e submissão a periódicos qualificados. *Atividades:* A.2.1 generalização e refinamento; A.2.2 redação dos manuscritos científicos; A.2.3 submissão e revisão por pares.

#### F.3 Disseminação e encerramento (meses 18–24)

Comunicação dos resultados em congressos e seminários, e encerramento institucional do projeto. *Atividades:* A.3.1 apresentação em congressos (ENAMA, CNMAC, eventos internacionais); A.3.2 seminários no DM/UFRPE e em IES parceiras; A.3.3 relatório final e prestação de contas (Art. 13).

O cronograma a seguir distribui as atividades pelos meses de execução e identifica os responsáveis em cada atividade. A coloração das células indica a fase do projeto; as siglas na coluna “Resp.” identificam os membros da equipe (ver legenda ao final).





## Equipe e atribuições

A tabela a seguir decifra as siglas da coluna “Resp.”, identificando cada membro da equipe e sua função no projeto. Os demais dados de cada participante constam da Seção 1 – Participantes.

Sigla	Nome	Função (Res. 361)
COORD	<Nome do(a) docente coordenador(a)>	Coordenador(a)
COL-1	<Nome do(a) colab. docente interno(a)>	Colaborador(a)
COL-2	<Nome do(a) colab. externo(a)>	Colaborador(a)
MS-1	<Nome do(a) mestrando(a)>	Colaborador(a)
IC-1	<Nome do(a) bolsista IC>	Colaborador(a)

## Legenda das fases

**F.0** Preparação

**F.1** Desenvolvimento

**F.2** Aprofundamento

**F.3** Disseminação

## Referências bibliográficas

- AMBROSETTI, A.; RABINOWITZ, P. H. Dual variational methods in critical point theory and applications. **Journal of Functional Analysis**, v. 14, n. 4, p. 349–381, 1973.
- BREZIS, H. **Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations**. New York: Springer, 2011.
- EVANS, L. C. **Partial Differential Equations**. 2. ed. Providence: American Mathematical Society, 2010. v. 19. (Graduate Studies in Mathematics, v. 19).
- FIGUEIREDO, D. G. de; LIONS, P.-L.; NUSSBAUM, R. D. A priori estimates and existence of positive solutions of semilinear elliptic equations. **Journal de Mathématiques Pures et Appliquées**, v. 61, p. 41–63, 1982.
- FIGUEIREDO, D. G. de; Ó, J. M. B. do; RUF, B. On an inequality by N. Trudinger and J. Moser and related elliptic equations. **Communications on Pure and Applied Mathematics**, v. 55, n. 2, p. 135–152, 2002.
- LIONS, P.-L. The concentration-compactness principle in the calculus of variations. The locally compact case, part 1. **Annales de l’Institut Henri Poincaré. Analyse Non Linéaire**, v. 1, n. 2, p. 109–145, 1984.
- RABINOWITZ, P. H. **Minimax Methods in Critical Point Theory with Applications to Differential Equations**. Providence: American Mathematical Society, 1986. v. 65. (CBMS Regional Conference Series in Mathematics, v. 65).

---

Data e assinatura do(a) coordenador(a):

---

<Nome completo do(a) coordenador(a)>

SIAPE: <NN> | CPF: <NN>

Recife-PE, 28 de abril de 2026