



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Instituto de Física e Matemática  
Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática

## PROGRAMA ANALÍTICO E EMENTA DE DISCIPLINA DA PÓS-GRADUAÇÃO

### IDENTIFICAÇÃO (campos obrigatórios)

Disciplina: Introdução à Homogeneização Matemática

Código da Disciplina: 11100200

Departamento: Matemática e Estatística

Sigla da Unidade: IFM

Professor Responsável: Leslie Darien Perez Fernandez

Matrícula SIAPE: 2010665

Modalidade:  Presencial  Semi Presencial  À Distância

Este componente curricular utiliza animais vertebrados vivos?  Sim \*  Não

\* De acordo com a [Lei N° 11.794/08](#), a [Resolução Normativa N° 53](#), de 19 de maio de 2021, do Concea, em complemento à Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais em Atividades de Ensino ou de Pesquisa Científica – DBCA e a existência da Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA-UFPel, informamos que é necessário preencher o Formulário Unificado para solicitação/autorização do uso de animais.

Informações detalhadas em: <https://wp.ufpel.edu.br/ceua/como-submeter-um-projeto/>

### OUTROS PROFESSORES ENVOLVIDOS

NOME	SIAPE

### CARGA HORÁRIA (campos obrigatórios)

Teórica: 72

Exercício: 0

Prática: 0

Número de créditos total: 04

Exigência de horário na oferta:  Sim  Não

## TIPO DE AVALIAÇÃO

A, B, C (padrão Pós-Graduação)	X
Frequente / Infrequente	
Satisfatório / Não Satisfatório	

## PRÉ-REQUISITOS

(se houver)

## EMENTA

Introdução aos métodos assintóticos; séries assintóticas; solução assintótica formal de famílias de equações diferenciais lineares e não lineares unidimensionais com coeficientes rapidamente oscilantes; perturbações regulares e singulares; método de escalas múltiplas; método de Krylov-Bogoliubov; método de homogeneização assintótica (MHA); justificação matemática do MHA; aplicações do MHA a problemas com equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas com condições de contato perfeito e imperfeito; introdução às técnicas de camada limite e homogeneização reiterada; métodos variacionais de homogeneização; limites variacionais elementares e melhorados; combinação dos métodos assintótico e variacional de homogeneização a problemas não lineares.

CURSOS PARA OS QUAIS É MINISTRADA	Código do curso no Cobalto	Nível <sup>2</sup>	Legenda <sup>1</sup>
PPG Modelagem Matemática	7063	M	O.P.
PPG Modelagem Matemática	9126	D	O.P.

1 - (O.A.) = Obrigatória (O.P.) = Optativa

2 - E = Especialização M = Mestrado D = Doutorado

## Programa Analítico

Unidades e Assuntos	Nº de Horas Aulas
<b>I. Introdução aos métodos assintóticos.</b> 1.1 Símbolos de ordem. Propriedades. 1.2 Desenvolvimento assintótico. Cálculo com séries assintóticas. Solução assintótica formal. 1.3 Exemplos de perturbações regulares e singulares. 1.4 Método de escalas múltiplas. 1.5 Método de Krylov-Bogoliubov.	10
<b>II. Método de homogeneização assintótica (MHA)</b> 2.1 Aplicação do MHA para construir uma solução assintótica formal de uma família de problemas unidimensionais do tipo $L^\varepsilon u^\varepsilon = f$ onde $0 < \varepsilon \ll 1$ e	20

$L^\varepsilon = \frac{d}{dx} \left( a^\varepsilon(x) \frac{d}{dx} \right)$  é o operador elíptico unidimensional com coeficiente  $a^\varepsilon(x)$  diferenciável, rapidamente oscilante e periódico.

2.2 Justificação matemática do MHA.

2.3 Generalização do MHA ao caso de coeficientes continuamente diferenciáveis por partes com condições de contato perfeito sobre os pontos de descontinuidade.

2.4 Coeficiente efetivo para a condição de contato perfeito.

2.5 Generalização do MHA ao caso de coeficientes continuamente diferenciáveis por partes com condições de contato imperfeito sobre os pontos de descontinuidade.

2.6 Coeficiente efetivo para a condição de contato imperfeito.

2.7 Exemplo de aplicação do MHA a uma família de problemas parabólicos.

2.8 Exemplo de aplicação do MHA a uma família de problemas hiperbólicos.

2.9 Exemplo de aplicação do MHA a uma família de problemas não lineares.

2.10 Introdução à técnica de camada limite.

### III. Homogeneização reiterada

3.1 Aplicação do MHA para construir uma solução assintótica formal de uma família de problemas unidimensionais do tipo  $L^\varepsilon u^\varepsilon = f$  com  $\varepsilon = \{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N\}$  e  $0 < \varepsilon_i \ll 1$ ,  $\forall i$ , e  $L^\varepsilon$  um operador elíptico unidimensional com coeficientes rapidamente oscilantes e periódicos.

20

3.2 Justificação matemática do MHA.

3.3 Exemplo de cálculo do coeficiente efetivo via homogeneização reiterada.

### IV. Métodos variacionais de homogeneização

4.1 Fundamentos teóricos.

14

4.2 Limites variacionais elementares.

4.3 Limites variacionais melhorados.

4.4 Aplicações a compósitos unidimensionais com leis potenciais.

4.5 Aplicações a compósitos unidimensionais bifásicos.

### V. Aplicações

5.1 Homogeneização em  $\mathbb{R}^n$ .

08

5.2 Apresentação de alguns problemas de interesse atual em aplicações de novos materiais, nanotecnologia, mecânica de ossos, e fluxo em meios porosos.

### Referências Bibliográficas

Referências	Nº de Ordem
1. Bakhvalov, N ; Panasenko, G.P. Homogenisation: Averaging Processes in Periodic	

- media. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989.
2. Panasenko, G. P. Homogenization for Periodic Media: From Microscale to Macroscale. Physics of Atomic Nuclei, ISSN 1063-7788, v. 71, n. 4, pp. 681-694, 2008.
3. Panasenko, G. P. Multi-Scale Modelling for Structures and Composites. Springer, Berlin, 2005.
4. Papanicolaou, G.; Bensoussan, A. & Lions, J. L. Asymptotic Analysis for Periodic Structures. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978.
5. Sanchez-Hubert, J.; Sanchez-Palencia, E. Introduction aux Méthodes Asymptotiques et à Homogénéisation. MASON, 1992.
6. Tartar, L. The General Theory of Homogenization. Springer. 2009.
7. Cioranescu, D.; Donado, P. An Introduction to Homogenization. Oxford University Press. 1999.
8. Sanchez-Palencia, E.; Zaoui, A. Homogenization Techniques for Composite Media. Springer, 1987.
9. Pavliotis, G.A; Stuart, A.M. Multiscale Methods: Averaging and Homogenization, Springer, 2008.
10. Mei, C.C.; Vernescu, B. Homogenization Methods for Multiscale Mechanics. World Scientific, 2010.
11. Artigos científicos de revistas nacionais e internacionais relacionados com a disciplina e atuais.

**IMPORTANTE:** Além do correto preenchimento do Programa Analítico, é obrigatório anexar a Ata do Departamento e a Ata do Colegiado, bem como o memorando explicando a solicitação desejada. Caso contrário, não será possível realizar o cadastro.