

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental

Nome da disciplina

Dinâmica das Estruturas

Pré-requisitos

Matemática avançada

Área de Concentração

(Geotecnia/Estruturas/Construção)

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64

4

6

Início da disciplina

15/09/2026

Término da disciplina

08/12/2026

Dias da semana

Terça-feira e Quinta-feira

Horário

10:00 a 12:30 (11:00 a 13:30)

Ementa

Revisões de cinemática/dinâmica do corpo rígido - Introdução à Dinâmica de Estruturas

- Ação estática versus ação dinâmica.
- Tipos de ações dinâmicas (periódicas e não periódicas; determinísticas e estocásticas).
- Modelos de análise contínuos e discretos.
- Sistemas com N e com um grau de liberdade: Modelos esquemáticos e equações de equilíbrio dinâmico.
- Formulação das equações do equilíbrio dinâmico. Princípio d'Alembert.
- Redução de sistemas contínuos e discretos. Parâmetros generalizados.

Equação do movimento – Sistemas 1 grau liberdade (generalizado) - Vibrações livres

- Resposta em Vibrações livres sem amortecimento
- Método de Rayleigh
- Exemplos práticos.
- Resposta em Vibrações livres com amortecimento
- Exemplos/ilustrações práticos.

Sistemas com um grau de liberdade - Vibrações forçadas harmônicas

- Vibrações forçadas harmônicas sem amortecimento.
- Vibrações forçadas harmônicas com amortecimento.
- Amplificação da resposta dinâmica. Ressonância.
- Deslocamento de base - Transmissibilidade
- Exemplos práticos.

Sistemas com um grau de liberdade - Vibrações forçadas quaisquer

- Vibrações forçadas por ação dinâmica qualquer. Integral de Duhamel.
- Espectro resposta
- Integração numérica da equação de equilíbrio
- Exemplos práticos

Sistemas com N graus de liberdade

- Equações de equilíbrio dinâmico. Matrizes de rigidez, de massa e de amortecimento.
- Vibrações livres. Frequências e modos de vibração.
- Propriedades dos modos de vibração - Ortogonalidade

- Resposta em vibrações forçadas - Método da sobreposição modal.
- Exemplos práticos.

Sistemas com N graus de liberdade

- Elementos finitos - Vigas
- Elementos finitos - Pórticos
- Elementos finitos - Treliças
- Condensação estática e dinâmica
- Sistemas contínuos (vigas - placas)
- Métodos de integração direta das equações de movimento

Resposta dinâmica a movimentos da base

- A ação sísmica (caso particular).
- Sistemas com um grau de liberdade. Espectros de resposta.
- Sistemas com N graus de liberdade. Sobreposição modal espectral.
- Análise modal sísmica de pórticos - Método de Rayleigh.
- Exemplos práticos

A ação sísmica e as estruturas - Análise sísmica de estruturas: não-linear e linear

- Noções gerais sobre sismologia.
- O enquadramento sismo-tectónico de Portugal.
- Caracterização da ação sísmica. Aspectos regulamentares para projeto.
- Análise não-linear. Requisitos estruturais: rigidez, resistência e ductilidade (capacidade de dissipação de energia)
- Métodos e modelos de análise.
- Análises lineares. Análises lineares estáticas. Aspectos regulamentares.
- Exemplos práticos

Modelos 2D e 3D na análise de edifícios sob ações horizontais:

- Análise com modelos 3D. Efeitos de comportamento tridimensional na distribuição dos esforços.
- Análise com modelos 2D ("pórticos em comboio")
- Efeitos da translação uniforme. Centro de rigidez.
- Efeitos da torção. Aspectos regulamentares.
- Análise sísmica plana baseada no Método de Rayleigh.
- Exemplos de aplicação.

Modelos 2D e 3D na análise de edifícios sob ações horizontais:

- Análise com modelos 3D.
- Efeitos de comportamento tridimensional na distribuição dos esforços.
- Análise com modelos 2D ("pórticos em comboio")
- Efeitos da translação uniforme. Centro de rigidez.
- Efeitos da torção. Aspectos regulamentares.
- Análise sísmica plana baseada no Método de Rayleigh.
- Exemplos de aplicação.

Dimensionamento de estruturas de edifícios sob ações horizontais:

- Sistemas de contraventamento. Aspectos gerais de conceção e análise.
- Interação pórtico-parede. Interação solo-estrutura.
- Método do corte basal na análise de sistemas tipo pórtico.
- Dimensionamento por capacidade resistente ("Capacity Design"). Modelo coluna forte-viga fraca.

Conceção de edifícios em zonas sísmicas - Sistemas de proteção e controlo de vibrações

- Regras e princípios gerais
- Influência da configuração dos edifícios: planta e alçado
- Influência da distribuição da rigidez e da resistência lateral
- Influência dos elementos não-estruturais
- Influência das condições de "implantação"
- Exemplos ilustrativos
- Considerações gerais.
- Isolamento de base
- Dissipadores (viscosos e histeréticos)
- Amortecedores massa sintonizada (TMD) e TLD's
- Exemplos de aplicações.

2. OBJETIVOS**2.a Objetivo geral**

Estudar o comportamento dinâmico de sistemas estruturais de um e vários graus de liberdade, bem como entender a resposta a excitações sísmicas.

2.b Objetivos específicos

Resposta de sistemas de um grau de liberdade em vibração livre, forçada com e sem amortecimento

Resposta de sistemas contínuos

Resposta a ações sísmicas

Dimensionamento de edifícios submetidos a ações horizontais

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

Prof.	Sem.	DATA	CH		ASSUNTO
			Presencial	Remota	
ZENON (UFG)	1	15/09/2026			Apresentação aos alunos / Introdução à Dinâmica de Estruturas
	1	17/09/2026		2,5	- Equação do movimento – Sistemas 1 grau liberdade (generalizado) - Vibrações livres
	2	22/09/2026		2,5	- Sistemas com um grau de liberdade - Vibrações forçadas harmônicas
	2	24/09/2026		2,5	
	3	29/09/2026		2,5	- Sistemas com um grau de liberdade - Vibrações forçadas quaisquer
	3	01/10/2026		2,5	
	4	06/10/2026		2,5	- Espectros de resposta
	4	08/10/2026		2,5	
	5	13/10/2026		2,5	- Integração Numérica
	5	15/10/2026		2,5	
	6	20/10/2026		2,5	- Sistemas com N graus de liberdade. Sobreposição Modal.
	6	22/10/2026		2,5	
	7	27/10/2026		2,5	- Resposta dinâmica a movimentos de base.
	7	29/10/2026		2,5	- Espectros de resposta
JOÃO (IPB)	8	03/11/2026		3,0	- Avaliação (parte 1)
	8	05/11/2026		3,0	- A ação sísmica e as estruturas: - Resposta de estruturas a movimentos sísmicos - Análise sísmica modal (espectral)
	9	10/11/2026		3,0	- A ação sísmica e as estruturas: - Noções de sismologia.
	9	12/11/2026		3,0	- Sinais sísmicos: gênese, propagação e medição. Parâmetros descritivos. - Perigosidade sísmica das regiões. Espectros resposta regulamentares.
	10	17/11/2026		3,0	- Análise sísmica de edifícios. Métodos (lineares e não-lineares) e modelos (2D e 3D). Requisitos regulamentares.
	10	19/11/2026		3,0	
	11	24/11/2026		3,0	- Análise sísmica de edifícios. Modelos planos (2D).
	11	26/11/2026		3,0	
	12	01/12/2026		3,0	- Sistemas de contraventamento em edifícios. Dimensionamento em zonas sísmicas.
	12	03/12/2026		3,0	
	12	03/12/2026		3,0	- Conceção de edifícios em zonas sísmicas. - Sistemas de proteção e controlo de vibrações.
	13	08/12/2026			- Avaliação (parte 2)
		Total		60	

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. HORÁRIO DE AULA

Devido à mudança de horário em Portugal

	Brasil	Portugal
De 16 de setembro a 23 de outubro	10:00 a 12:30	14:00 a 16:30
De 28 de outubro a 09 de dezembro	11:00 a 13:30	14:00 a 16:30

5. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

- Esta disciplina será ministrada de forma conjunta entre a Universidade Federal de Goiás (UFG) e o Instituto Politécnico de Bragança (IPB) em Portugal, assim será dada pelo prof. Zenon Prado (UFG) e pelo prof. João Roque (IPB).
- A primeira parte de disciplina será ministrada pelo Prof. Zenon Prado durante 8 semanas com carga horária de 5 horas semanais.
- A segunda parte da disciplina será ministrada pelo Prof. João Roque durante 4 semanas com carga

horária de 6 horas semanais.

- Aulas remotas usando o Google Meet da plataforma GSuit;
- Material disponibilizado no Google Sala de Aula da plataforma Gsuit.
- Atendimento remoto individual ou em grupos via Google Meet previamente marcado ou via email institucional zenon@ufg.br e iroque@ipb.pt.

6. RECURSOS UTILIZADOS

- Aulas síncronas serão através do Google Meet da plataforma GSuit, utilizando apresentações digitais, mesa digitalizadora e com material disponibilizado no Google Sala de Aula da plataforma Gsuit.
- Link do Google Meet: <https://meet.google.com/aag-gswf-sts>

7. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

Não serão permitidos compartilhamentos de material às pessoas que não estejam regularmente matriculadas na disciplina. Caso o discente não permita a utilização de sua imagem, o mesmo não deverá abrir sua webcam e som, interagindo por meio do chat e que utilize um avatar para sua identificação visual. Todo material produzido será conteúdo protegido por direito autoral, sendo permitida apenas a sua reprodução para fins educativos e de informação, nos termos da Lei no. 9610/98

8. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

8.a Descrição dos critérios

Listas individuais através da resolução de problemas propostos explorando os conceitos teóricos e as técnicas de solução dos conteúdos abordados.

8.b Composição da nota

A nota final é a média ponderada das listas e do trabalho final da disciplina.

$$NF (UFG) = 0,70 \text{ Prova} + 0,30 \text{ Listas}$$

$$NF (IPB) = \text{Nota da segunda parte}$$

$$NF = (NF (UFG) + NF (IPB)) / 2$$

9. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. PAZ, M., *Structural Dynamics – Theory and Computation*, New York, Van Nostrand Reinhold Company. 1985.
2. TEDESCO, J.; MCDUGAL, W. e ALLEN R. *Structural Dynamics: theory and applications*, Nova York, Addison Wesley. 1999.
3. ROEHL, J.P. *Dinâmica Estrutural. Notas de Aula*. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 1996.
4. CLOUGH, R. W e PENZIEN, J., *Dynamics of Structures*, 2nd Ed., New York, McGraw-Hill, 1993.
5. CRAIG, R.R. e KURDILA, A. *Fundamentals of structural dynamics*, New York, John Wileys. 2006
6. HART, G. e WONG, K. *Structural Dynamics for Structural Engineers*, John Wiley., 2000.
7. RAO, S.S. *Mechanical Vibrations*, New Jersey, Prentice Hall, 2004.

Complementar

1. MEIROVITCH, L., *Analytical Methods in Vibrations*, The MacMillan Company. 1967.
2. LIMA, S.S e SANTOS, S. H. *Análise Dinâmica de Estruturas*, Rio de Janeiro, Ciência Moderna. 2008.

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Zenon J. Guzman N. del Prado – João Roque

Goiânia, _28_de _Julho_ de 2026.

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental

Nome da disciplina

Introdução à Dinâmica Não-linear

Pré-requisitos

Dinâmica das estruturas

Área de Concentração
(Geotecnia/Estruturas/Construção)

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

Optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64

4

4

Início da disciplina

Término da disciplina

11/08/2026

02/12/2026

Dia da semana

Horário

Terça feira

14:00 - 17:40

Ementa

1. Introdução à dinâmica não-linear e caos
2. Sistemas dinâmicos discretos – Mapas unidimensionais – Mapas bi-dimensionais
3. Conceitos da teoria de sistemas dinâmicos
4. Teoria de bifurcações
5. Sistemas dinâmicos caóticos
6. Expoentes de Lyapunov
7. Fractais e dimensão fractal
8. Caos hamiltoneano
9. Análise de séries temporais

2. OBJETIVOS

2.a Objetivo geral

Estudar os conceitos e métodos numéricos de sistemas dinâmicos não lineares

2.b Objetivos específicos

Estudar os diversos sistemas dinâmicos não lineares e os aplicando métodos numéricos para solução de sistemas não lineares

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

DATA	CONTEÚDO PROGRAMADO	CH SÍNCRONA	CH ASSÍNCRONA
11/08/2026	Introdução – Sistemas lineares e não lineares	4	
18/08/2026	Introdução à dinâmica não-linear e caos	8	
25/08/2026	Sistemas dinâmicos discretos – Mapas unidimensionais – Mapas bi - dimensionais	12	
01/09/2026	Conceitos da teoria de sistemas dinâmicos	14	
08/09/2026	Teoria de bifurcações	20	
15/09/2026	Sistemas autônomos e não autônomos	24	
22/09/2026	Sistemas dinâmicos caóticos	28	

29/09/2026	Expoentes de Lyapunov	32	
06/10/2026	Métodos numéricos	36	
13/10/2026	Fractais e dimensão fractal	40	
20/10/2026	Aplicações	44	
27/10/2026	Caos hamiltoniano	48	
03/11/2026	Aplicações e métodos numéricos	52	
10/11/2026	Análise de séries temporais	56	
17/11/2026	Métodos numéricos de series	60	
24/11/2026	Apresentação de trabalho final	64	

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Aulas presenciais e conversas acadêmicas de forma a desenvolver a disciplina mediante seminários semanais.

5. RECURSOS UTILIZADOS

Material didático disponibilizado aos alunos
Email institucional;

6. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

Não serão permitidos compartilhamentos de material às pessoas que não estejam regularmente matriculadas na disciplina. Caso o discente não permita a utilização de sua imagem, o mesmo não deverá abrir sua webcam e som, interagindo por meio do chat e que utilize um avatar para sua identificação visual. Todo material produzido será conteúdo protegido por direito autoral, sendo permitida apenas a sua reprodução para fins educativos e de informação, nos termos da Lei no. 9610/98

7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

7.a Descrição dos critérios

Listas individuais através da resolução de problemas propostos explorando os conceitos teóricos e as técnicas de solução dos conteúdos abordados.
Trabalho final de curso.

7.b Composição da nota

A nota final é a média ponderada das listas e do trabalho final da disciplina.

$$NF = 0,70 \text{ Trabalho} + 0,30 \text{ Listas}$$

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. Strogatz, S. *Nonlinear dynamics and chaos*. Westview press, 2000
 2. Nayfeh, A. e Balachandran, B. *Applied nonlinear dynamics*, Wiley Interscience. 1995.
 3. Savi, M. *Dinâmica não-linear e caos*. E-papers. 2006
 4. Parker, T. e Chua, L. *Practical numerical algorithms for chaotic systems*. Springer Verlag. 1991.
 5. Thompson J.M.T e Stewart H.B, *Nonlinear Dynamics and Chaos*, Wiley, 1986.
 6. Lynch S., *Dynamical systems with applications using maple*, Birkhäuser Basel, Year: 2010
- Complementar
1. Moon, F. *Chaotic vibrations*. Wiley Interscience. 1987.

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Zenon J. Guzman N. del Prado

Goiânia, __28__ de __julho__ de 2026_.

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental - EECA

Nome da disciplina

GECC0153 – Elasticidade não linear

Pré-requisitos

Teoria da Elasticidade

Área de Concentração

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

Optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64

4

4h

Início da disciplina

Término da disciplina

10/08/2026

14/12/2026

Dia da semana

Horário

Segunda feira

8:00 ~11:30

Ementa

Cálculo tensorial, operação com vetores e tensores. Tensor de tensões, tensor de Piola-Kirchhoff, tensões de Cauchy, tensões principais, invariantes das tensões. Equações constitutivas em elasticidade, hiper-elasticidade, incompressibilidade, formas de energia de deformação. Tensores das deformações, deformações de Green, deformações de Lagrange. Princípios variacionais generalizados. Formulação Lagrangeana total e atualizada.

2. OBJETIVOS

2.a Objetivo geral

Compreender a influência das não linearidades geométrica e física nos conceitos que envolvem a elasticidade e a mecânica do contínuo dos corpos sólidos

2.b Objetivos específicos

Compreender a utilização do cálculo tensorial e o uso de operações com vetores e tensores;
Compreender os conceitos dos tensores de tensões e analisar as suas diferentes formas de apresentação considerando as não linearidades;
Compreender os conceitos dos tensores de deformação e analisar as suas diferentes formas de apresentação considerando as não linearidades;
Compreender as Formulações Lagrangeanas total e atualizada.

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

DATA	CONTEÚDO PROGRAMADO	CH
10/08/2026	Apresentação da disciplina e Notação vetorial	4
17/08/2026	Notação tensorial	8
24/08/2026	Cálculo tensorial e vetorial	12
31/08/2026	Tensor de tensões	16
07/09/2026	Independência do Brasil	
14/09/2026	Tensões principais e Círculo de Mohr	20
21/09/2026	Tensor de deformações	24
28/09/2026	Cinemática do contínuo - Formulação Lagrangeana	28
05/10/2026	Cinemática - Gradiente de deformação, Alongamento	32
12/10/2026	Dia das crianças	
19/10/2026	Cinemática – Medidas de deformação	36
26/10/2026	Condições de Compatibilidade	40

02/11/2026	Finados	
09/11/2026	Teorema de Gauss e Conservação de massa	44
16/11/2026	Momentum Principles	48
23/11/2026	Tensões de Piola-Kirchhoff	52
30/11/2026	Princípio do Trabalho Virtual	56
07/12/2026	Modelos Constitutivos	60
14/12/2026	Entrega Final Listas	64

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

1. Aulas dialogadas no formato presencial com recursos multimídia para projeção em tela e quadro para as aulas;
2. Estudo dirigido com a utilização de bibliografia recomendada;
3. Material disponibilizado no Google Sala de Aula da plataforma Gsuit e/ou Plataforma SIGAA;
4. Atendimento, presencial ou remoto, individual ou em grupos, previamente marcado via email institucional arthuralax@ufg.br;
5. Resolução de exercícios de forma assíncrona com entrega utilizando a plataforma GSuit.

5. RECURSOS UTILIZADOS

Aulas em regime de Ensino Presencial;
Bibliografia recomendada;
Google Sala de Aula, Meet da plataforma Gsuit;
Email institucional e Plataforma SIGAA.

6. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

O material fornecido na disciplina é de uso individual e restrito aos alunos matriculados na disciplina e não poderá ser distribuído ou divulgado, de nenhuma forma ou por qualquer meio, sem a prévia autorização de todos os envolvidos na atividade, o que incluiu, mas não se limita, ao docente e aos alunos participantes da atividade.

O aluno poderá fotografar trechos da aula com a finalidade exclusiva de anotação do conteúdo para posterior utilização própria pelo aluno em seus estudos (art. 46, IV da Lei 9610/98). Porém, é expressamente vedada sua publicação sem a autorização dos demais envolvidos (alunos e docentes), o que inclui compartilhamento pela internet, WhatsApp, etc.

Todo o material gerado pelo docente da disciplina, o que inclui, mas não se limita, às notas de aula elaboradas pelo docente e esboços feitos durante a aula, estão protegidos por direitos autorais.

Fica subentendido que ao se matricular em na disciplina em questão, os alunos confirmam que leram e estão de acordo com os dispositivos legais acima descritos.

7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

7.a Descrição dos critérios

Trabalhos individuais através da resolução de problemas propostos explorando os conceitos teóricos e as técnicas de solução dos conteúdos abordados.

7.b Composição da nota

Média Ponderada dos trabalhos individuais propostos durante a disciplina

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

Malvern, L. E. Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice Hall, 1969

Holzapfel, G. A. Nonlinear Solid Mechanics: A continuum approach for engineering, Jon Wiley and Sons, 2000

Complementar

Reddy, J.N. An Introduction to Continuum Mechanics with Applications. Cambridge University Press 2008

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Arthur Állax de Araújo Albuquerque

Goiânia, 20 de Julho de 2026.

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental

Nome da disciplina

GECC0141 – Método dos Elementos Finitos

Pré-requisitos

Área de Concentração

(Geotecnia/Estruturas/Construção)

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

Optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64

4

4h

Início da disciplina

12/08/2026

Término da disciplina

02/12/2026

Dia da semana

Quarta-feira

Horário

08:00 - 11:30

Ementa

PARTE I – Formulação do Método dos Elementos Finitos

1. Fundamentos dos métodos de abordagem discreta: MDF, MEF, MEC: elementos e nós, modelagem, discretização e outras aproximações.
2. Formulação variacional do Método dos Elementos Finitos.
3. Análise estática linear de barras e vigas: interpolação. construção de funções de forma, formulação da matriz de rigidez, propriedades da matriz de rigidez, singularidade, tensões.
4. Estado plano: elementos triangulares, elementos retangulares, colapso de nós, carregamento, tensões.
5. Elementos isoparamétricos: Estimativa de erro e convergência.

PARTE II – Formulação do Método dos Elementos Finitos

6. Uso de programas computacionais para análise estática linear via Método dos Elementos Finitos.
7. Estimativa de erro e convergência.
8. Aplicação a problemas de análise de estruturas e problemas geotécnicos.

2. OBJETIVOS

2.a Objetivo geral

O objetivo do curso é introduzir a formulação do Método dos Elementos Finitos (MEF) via formulação variacional para o desenvolvimento de elementos finitos de barras com rigidezes axial, a flexão, e elementos bidimensionais triangulares e retangulares. Além disso o curso visa também abordar técnicas de análise da aplicação do MEF na modelagem de estruturas.

2.b Objetivos específicos

São objetivos específicos:

- Obtenção da matriz de rigidez de elementos retilíneos via MEF
- Consideração de forças pontuais e distribuídas
- Programação de elementos finitos bidimensionais triangulares e quadráticos
- Apresentação de aspectos de modelagem de estruturas via MEF, tais como erros e convergência de resultados
- Estudo da formulação isoparamétricas de elementos finitos

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

DATA	CONTEÚDO PROGRAMADO	CH SÍNCRONA	CH ASSÍNCRONA
12/08/2026	Apresentação da disciplina. Introdução ao método dos elementos finitos	4	
	Energia Potencial Total / Energia de deformação da barra / Energia Potencial das forças externas (concentradas e distribuídas)		
	Princípio da Estacionariedade da Energia Potencial Total		
	Elemento finito de barra com rigidez uniaxial		
29/08/2026	Elemento finito de barra com rigidez uniaxial. Obtenção da matriz de rigidez e Vetor de forças	8	
	Exercício: Barra submetida a carregamento concentrado e distribuído.		
26/08/2026	Elemento finito de barra com rigidez uniaxial com n graus de liberdade	12	
	Exercício: Barra submetida a carregamento distribuído.		
	Coordenadas naturais. Formulação isoparamétrica do elemento finito de barra com rigidez uniaxial		
02/09/2026	Energia de deformação dos elementos de barra submetida a flexão. Entrega da 1ª lista de exercícios	16	
	Formulação do elemento finito de viga. Euler Bernoulli		
09/09/2026	Formulação do elemento finito de viga. Timoshenko. Integração numérica (Quadratura de Gauss)	20	
16/09/2026	Programação do elemento de viga de Timoshenko	24	
23/09/2026	Programação do elemento de viga de Timoshenko	28	
30/09/2026	Programação do elemento de viga de Timoshenko. Estimativa de erro e convergência	32	
07/10/2026	Estado Geral de Tensões e Estado Plano de Tensões. Elementos finitos bidimensionais. Entrega da 2ª lista de exercícios	36	
14/10/2026	Estado Geral de Tensões e Estado Plano de Tensões. Elementos finitos bidimensionais	40	
21/10/2026	Estado Geral de Tensões e Estado Plano de Tensões. Elementos finitos bidimensionais	44	
28/10/2026	Dia do servidor público		
04/11/2026	Uso de programas computacionais para análise estática linear via Método dos Elementos Finitos	48	
11/11/2026	Uso de programas computacionais para análise estática linear via Método dos Elementos Finitos	52	
18/11/2026	Atividade Avaliativa	54	
25/11/2026	Apresentação sobre estudo de artigo científico	60	
02/12/2026	Entrega e Apresentação de código computacional	64	

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

1. Aulas dialogadas com recursos multimídia para projeção em tela e quadro para as aulas em Ensino Presencial (EP);
2. **Caso haja necessidade de utilização de Ensino Remoto Emergencial (ERE) devido ao cenário pandêmico**, as aulas serão dialogadas com recursos remotos através do Google Meet da plataforma Gsuit;
3. Material disponibilizado no Google Sala de Aula da plataforma Gsuit e/ou Plataforma SIGAA;
4. O curso contará com atividades síncronas, realizadas no laboratório de computação e atividades assíncronas, envolvendo a implementação computacional. A participação dos alunos nas atividades síncronas será estimulada com uso do PYTHON e as simulações no Programa comercial de Elementos Finitos facilitarão a fixação do conteúdo.

5. RECURSOS UTILIZADOS

Serão utilizados o PYTHON e as ferramentas do SIGAA e do pacote G Suite for Education.

6. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

Caso haja necessidade de ERE devido ao cenário pandêmico, as atividades síncronas em regime ERE da disciplina poderão ser gravadas com a finalidade de disponibilizar aos alunos um material de apoio ao seu estudo individual. Assim, esse material é de uso individual e restrito aos alunos matriculados na disciplina e não poderá ser distribuído ou divulgado, de nenhuma forma ou por qualquer meio, sem a prévia autorização de todos os envolvidos na atividade síncrona, o que incluiu, mas não se limita, ao docente e aos alunos participantes da atividade síncrona.

É facultado a qualquer pessoa participante da atividade síncrona da disciplina se opor à gravação de sua imagem e/ou voz. Para isso, a pessoa(s) deverá(ão) manifestar expressamente a sua oposição à gravação, no chat da disciplina, antes do início da aula. No caso de haver alguma oposição à gravação, solicita-se à pessoa(s) que se manifestou(aram) que mantenha(m) a sua câmera e microfones desligados de modo a permitir a disponibilização da gravação da atividade aos demais alunos matriculados na disciplina. Havendo necessidade de manifestação durante a gravação, que ela seja feita por meio do chat. No caso de ser necessária alguma manifestação oral ou por meio de vídeo da(s) pessoa(as) que se opôs(opuseram) à gravação, solicita-se avisar previamente ao docente, e/ou responsável pela gravação, para que a gravação seja interrompida durante a sua intervenção.

O aluno poderá gravar ou fotografar trechos da aula com a finalidade exclusiva de anotação do conteúdo para posterior utilização própria pelo aluno em seus estudos (art. 46, IV da Lei 9610/98). Porém, é expressamente vedada sua publicação sem a autorização dos demais envolvidos (alunos e docente), o que inclui compartilhamento pela internet, WhatsApp, etc.

Todo o material gerado pelo docente da disciplina, o que inclui, mas não se limita, aos vídeos das atividades síncronas, notas de aula elaboradas pelo docente e esboços feitos durante a aula, estão protegidos por direitos autorais.

Fica anuído por parte dos discentes que ao se matricularem na disciplina em questão, os discentes confirmam que leram e estão de acordo com os dispositivos legais acima descritos.

7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

7.a Descrição dos critérios

A avaliação da disciplina será composta por 2 (duas) listas de exercícios, a serem desenvolvidas individualmente e entregues, 2 (dois) programas computacionais, e, 1 (uma) prova que será aplicada no final do curso com o intuito de medir os conhecimentos adquiridos.

7.b Composição da nota

A nota será composta da maneira a seguir:

$$N1 = (0.2NL + 0.4NP + 0.4NPC) / 2$$

$$N2 = (0.2NL + 0.4NP + 0.4NPC) / 2$$

Notas das Listas: NL.

Nota dos Programas Computacionais: NPC.

Nota da Prova: NP.

N1: Nota da 1ª unidade.

N2: Nota da 2ª unidade.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. BATHE, K. J. "Finite Element Procedures." New York: Prentice Hall Inc. 1996. 1037 p.
2. COOK, R. D.; MALKUS, D. S.; PLESHA, M. E.; WITT, R. J. "Concepts and Applications of Finite Element Analysis". 4th edition. John Wiley & Sons, 2002. 719 p.
3. COOK, R. D. "Finite Element Modeling for Stress Analysis." John Wiley & Sons, Inc., Inc. 1995. 336 p.
4. HUGHES, T. J. R. "The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis." Dover Publications, 2000. 672 p.
5. MOAVENI, SAEED. Finite Element Analysis: Theory and Application With Ansys. 3rd Edition. PRENTICE HALL, 2007.
6. NAYLOR, D. J.; PANDE G. N.; TABB, R. "Finite Elements in Geotechnical Engineering". Swansea, UK: PINERIDGE PRESS, 1981. 245p.
7. RAO, S. S. "The finite element method in engineering". 3rd Edition. USA: Butterworth-Heinemann, 1999. 556 p.
8. TNO Building and Construction Research. Diana Users' Manual. Release 9.4. Delft, Netherlands, 2008.
9. ZIENKIEWICZ, C.; TAYLOR, R. L. "The Finite Element Method". Vol 1. 4th edition. London: McGraw-Hill, 2002. 712p.

--

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Arthur Álax de Araújo Albuquerque

Goiânia, 20 / 07 / 2026.

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental

Nome da disciplina

Estruturas Pré-moldadas

Pré-requisitos

Área de Concentração

(Geotecnia/Estruturas/Construção)

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

Optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64 HA

4

4 HAS

Início da disciplina

11/08/2026

Término da disciplina

01/12/2026

Dia da semana

Terça-feira

Horário

14h10min às 17h40min

Ementa

1. Materiais, processos e equipamentos usados na pré-fabricação de estruturas.
2. Produção, transporte e montagem de elementos pré-moldados.
3. Normalização de elementos pré-fabricados de concreto.
4. Tipologia e análise de ligações.
5. Lajes alveolares
6. Estabilidade global de estruturas pré-moldadas
7. Projeto e detalhamento de ligações entre elementos estruturais pré-moldados de concreto
8. Pesquisas em ligações

2. OBJETIVOS

2.a Objetivo geral

A disciplina tem por objetivo apresentar aos alunos os conceitos de estruturas de concreto pré-moldado, dando-se ênfase ao projeto das ligações mais comuns. Além disso, visa introduzir os alunos nas pesquisas mais relevantes no tema de estruturas pré-moldadas

2.b Objetivos específicos

Capacitar os alunos a dimensionar ligações típicas em estruturas pré-moldadas
Apresentar aos alunos as pesquisas recentes na área de estruturas pré-moldadas de concreto

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

DATA	CH	ASSUNTO
	Presencial	
11/08/2026	4	1. Fundamentos dos sistemas construtivos pré-fabricados de concreto
18/08/2026	4	2. Produção dos elementos de concreto pré-moldado
25/08/2026	4	3. Diretrizes de projeto de sistemas pré-moldados de concreto
01/09/2026	4	3. Diretrizes de projeto de sistemas pré-moldados de concreto
08/09/2026	4	3. Diretrizes de projeto de sistemas pré-moldados de concreto
15/09/2026	4	4. Tipologia de ligações
22/09/2026	4	5. Estabilidade Global de estruturas com ligações semirrígidas
29/09/2026	4	5. Estabilidade Global de estruturas com ligações semirrígidas 1º teste
06/10/2026	4	7. Elementos pré-moldados para pisos e coberturas 8. Dimensionamento de lajes alveolares
13/10/2026	4	9. Dimensionamento de pavimentos com laje alveolar sem capa para evitar o colapso progressivo
20/10/2026	4	10. Dimensionamento de ligações viga-pilar 10.1 Blocos parcialmente carregados 10.2 Transferência de esforços localizados
03/11/2026	4	10. Dimensionamento de ligações viga-pilar 10.3 Chumbadores com e sem excentricidade 10.4 Apoio elastomérico
10/11/2026	4	10. Dimensionamento de ligações viga-pilar 10.5 Dimensionamento e detalhamento de consolos
17/11/2026	4	10. Dimensionamento de ligações viga-pilar 10.6 Dimensionamento e detalhamento de Dente Gerber
24/11/2026	4	11. Dimensionamento e detalhamento de ligação pilar-fundação: cálice de fundação
01/12/2026	4	12. Dimensionamento da interface de elementos compostos segundo os procedimentos da NBR 9062:2006 e da FIP.
Total		

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

As estratégias de ensino dessa disciplina resumem-se em:

- Aulas expositivas, onde os principais conceitos e métodos relacionados ao projeto das estruturas de concreto pré-moldado são apresentados.
- Aulas de exercícios, onde os alunos resolvem problemas de dimensionamento de elementos e ligações de estruturas em concreto pré-moldado.
- Trabalhos a serem resolvidos pelos alunos fora de sala de aula.

5. RECURSOS UTILIZADOS

As aulas expositivas serão ministradas de forma remota utilizando as seguintes plataformas e recursos:

- SIGAA;
- Sala de aula;
- Equipamentos para projeção, tais como retroprojetor e projetor multimídia;
- Programa computacional de dimensionamento de estruturas de concreto pré-moldado.
- Portal de Periódicos da CAPES
- Sites de associações de Concreto Pré-moldado

Os trabalhos e listas de exercícios serão entregues de forma virtual no SIGAA. Não serão recebidos trabalhos e/ou listas de exercício por e-mail.

6. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**6.a Descrição dos critérios**

1. Avaliação individual por meio de aplicação de teste e de trabalhos a serem desenvolvidos ao longo do curso.
2. Participação (interesse/frequência) do aluno nas atividades em sala;

6.b Composição da nota

O critério de avaliação constará de um teste a ser realizado durante o curso e do desenvolvimento de trabalhos. A Média Final (MF) do aluno será obtida por:

$$MF = 0,1 N1 + 0,15 N2 + 0,25 N3 + 0,25 N4 + 0,25 N5$$

Sendo N1: resumo de artigos científicos;
N2: teste;
N3: trabalho de estabilidade global;
N4: trabalho de dimensionamento de laje alveolar
N5: Lista de exercícios

As provas serão realizadas no horário normal de aula

7. BIBLIOGRAFIA**Básica**

1. EL DEBS, M. K.. *Concreto Pré-moldado*: Fundamentos e aplicações. 2 Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
2. ELLIOTT, K. S. *Precast Concrete Structures*. Second Edition. Boca Raton : Taylor & Francis, CRC Press, 2017.
3. FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON – Fib. *Structural connections for precast concrete buildings*: Guide to good practice prepared by Task Group 6.2. Bulletin 43. 1.ed. Switzerland: International Federation for Structural Concrete, 2008.
4. PRECAST / PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE - PCI. *PCI design handbook*: Precast and Prestressed concrete. 7.ed. USA: Prestressed Concrete Institute , 2010.

Complementar

1. ACI-ASCE Committee 445. *Strut-and-Tie Method Guidelines for ACI 318-19—Guide*. ACI PRC-445.2-21. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2021. ISBN: 978-1-64195-146-3
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9062: *Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado*. Rio de Janeiro, 2017.
3. FERREIRA, M.A. Estudo de deformabilidades de ligações para análise linear em pórticos planos de elementos pré-moldados de concreto. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 1993.
4. fib CEB-FIP ; PCI. *Concreto Pré-moldado em Edifícios Altos*: Estado da Arte preparado pelo Grupo de Trabalho 6.7. Bulletin 101. 1.ed. International Federation for Structural Concrete e Precast / Prestressed Concrete Institute, 2021 (versão em Português).
5. MUNTE CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS [Carlos Eduardo Emrich Melo, co-autor]. *Manual Munte de projeto em pré-fabricados de concreto*. 2. Ed. São Paulo: Pini, 2007.
6. PCI CONNECTION DETAILS COMMITTEE. *PCI connections manual for precast and prestressed concrete construction*. 1.ed. USA: Prestressed Concrete Institute , 2008.
7. CANHA, R.M.F. Estudo teórico-experimental da ligação pilar-fundação por meio de cálice em estruturas de concreto pré-moldado. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2004.
8. SANTOS, D.M. Projeto Estrutural por bielas e tirantes. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
9. SILVA, C.C.C. Contribuição ao projeto de dentes de concreto para ligações em estruturas de concreto pré-moldado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2017.
10. VAN ACKER, A.. *Manual de sistemas pré-fabricados de concreto*. FIB, 2002. Tradução por Marcelo de Araújo Ferreira, ABCIC, 2003.

8. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

O aluno poderá gravar ou fotografar trechos da aula com a finalidade exclusiva de anotação do conteúdo para posterior utilização própria pelo aluno em seus estudos (art. 46, IV da Lei 9610/98). Porém, é expressamente vedada sua publicação sem a autorização dos demais envolvidos (alunos e docente), o que inclui compartilhamento pela internet, WhatsApp, etc.

Todo o material gerado pelo docente da disciplina, o que inclui, mas não se limita, a notas de aula elaboradas pelo docente e esboços feitos durante a aula, estão protegidos por direitos autorais. Os alunos, e/ou outros envolvidos na disciplina, deverão tratar esse material conforme licença CC BY-NC-ND da Creative Commons. Os termos legais dessa licença estão disponíveis em <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pt>.

Fica subentendido que ao se matricularem na disciplina em questão, os alunos confirmam que leram e estão de acordo com os dispositivos legais acima descritos.

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Daniel de Lima Araújo

Goiânia, 03 de agosto de 2026.

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Unidade

Escola de Engenharia Civil e Ambiental

Nome da disciplina

GECCXXX – Tópicos especiais III – Quantificação de incertezas

Pré-requisitos

--

Área de Concentração

Natureza da disciplina (obrigatória / optativa)

Estruturas

Optativa

Distribuição da carga horária:

Carga horária total

Número de Créditos

Carga horária semanal

64

4

4h

Início da disciplina

Término da disciplina

13/08/2026

03/12/2026

Dia da semana

Horário

Quinta-feira

14:00 ~17:40

Ementa

Teoria da probabilidade. Variáveis aleatórias, vetores aleatórios, processos estocásticos e campos aleatórios. Método de Monte Carlo. Decomposição de Karhunen-Loeve. Representação em polinômios de Chaos. Método de Galerkin para propagação de incertezas. Noções de dinâmica mensurável.

2. OBJETIVOS

2.a Objetivo geral

Introduzir conceitos referentes a propagação e quantificação de incertezas em mecânica estrutural.

2.b Objetivos específicos

Compreender os conceitos formais de variável aleatória, vetor aleatório e processo estocástico. Compreender os métodos de discretização espectral na representação de processos estocásticos e campos aleatórios.

Introduzir conceitos de dinâmica mensurável aplicáveis a propagação de incertezas.

Aplicar a teoria em problemas diversos.

3. PROGRAMA CRONOLÓGICO DE EXECUÇÃO

DATA	CONTEÚDO PROGRAMADO	CH
13/08/2026	Introdução à disciplina. Teoria da probabilidade – visão axiomática. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Processo estocástico e campos aleatórios. Convergência. Exemplos.	4
20/08/2026	Independência entre variáveis aleatórias. Vetores aleatórios. Vetores Gaussianos. Exemplos.	8
27/08/2026	Transformação de variáveis aleatórias. Método da transformada inversa. Geração de variáveis aleatórias. Exemplos.	12
03/09/2026	Método de Monte Carlo. Lei dos grandes números, teorema do limite central. Integração por Monte Carlo. Exemplos.	16
10/09/2026	Expansão espectral. Decomposição de Karhunen-Loeve. Exemplos com função de covariância conhecida.	20
17/09/2026	Expansão espectral. Decomposição de Karhunen-Loeve. Exemplos com função de covariância estimada.	24
24/09/2026	Congresso	24
01/10/2026	Expansão espectral. Representação por polinômios de Chaos. Exemplos.	28

08/10/2026	Expansão espectral. Representação por polinômios de Chaos. Exemplos.	32
15/10/2026	PRIMEIRA AVALIAÇÃO (P1)	36
22/10/2026	Método de Galerkin para propagação de incertezas. Definição formal do modelo matemático e discretização do campo aleatório de casos lineares. Exemplos.	40
29/10/2026	Método de Galerkin para propagação de incertezas. Definição formal do modelo matemático e discretização do campo aleatório de casos não-lineares. Exemplos.	44
05/11/2026	Noções de dinâmica mensurável. Grafos, cadeias de Markov, sistemas iterados.	48
12/11/2026	Noções de dinâmica mensurável. Processo de Wiener, integral de Itô, equações diferenciais estocásticas, integração numérica. Exemplos.	52
19/11/2026	Noções de dinâmica mensurável. Operador de Perron-Frobenius, método de Ulam. Exemplos.	56
26/11/2026	SEGUNDA AVALIAÇÃO (P2)	60
03/12/2026	Apresentação e entrega do projeto final da disciplina	64

OBS: Ao longo do semestre, o Programa poderá sofrer alterações, acordadas com os discentes, em razão de eventos não previstos inicialmente.

4. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

1. Aulas dialogadas com recursos multimídia para projeção em tela e quadro para as aulas em Ensino Presencial (EP);
2. As aulas serão dialogadas com recursos remotos através do Google Meet da plataforma Gsuit;
3. Material disponibilizado no Google Sala de Aula da plataforma Gsuit e/ou Plataforma SIGAA;
4. Atendimento individual ou em grupos, presencial ou remoto via Google Meet, devem ser previamente marcados via email institucional kaibenedetti@ufg.br;

5. RECURSOS UTILIZADOS

Aulas em regime de Ensino Presencial;
Google Sala de Aula da plataforma Gsuit e/ou Plataforma SIGAA;
Email institucional.

6. DISPOSITIVOS LEGAIS / DIREITO DE IMAGEM

O material disponibilizado no curso é de uso individual e restrito aos alunos matriculados na disciplina e não poderá ser distribuído ou divulgado, de nenhuma forma ou por qualquer meio, sem a prévia autorização do docente.

O aluno poderá gravar ou fotografar trechos da aula com a finalidade exclusiva de anotação do conteúdo para posterior utilização própria pelo aluno em seus estudos (art. 46, IV da Lei 9610/98). Porém, é expressamente vedada sua publicação sem a autorização dos demais envolvidos (alunos e docente), o que inclui compartilhamento pela internet, WhatsApp, etc.

Todo o material gerado pelo docente da disciplina, o que inclui, mas não se limita, aos vídeos das atividades síncronas, notas de aula elaboradas pelo docente e esboços feitos durante a aula, estão protegidos por direitos autorais.

Fica entendido que, ao se matricularem na disciplina em questão, os alunos confirmam que leram e estão de acordo com os dispositivos legais acima descritos.

7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

7.a Descrição dos critérios

Os conceitos teóricos e técnicas de solução apresentados durante o curso serão avaliados por meio de trabalhos e provas individuais. Um projeto final com tema correlato ao curso será desenvolvido, com avaliação dada pela redação e apresentação.

7.b Composição da nota

20% da nota será composta da Média Aritmética dos trabalhos individuais e atividades assíncronas propostas durante a disciplina;

40% da nota será composta da Média Aritmética das provas individuais;

40% da nota será composta do desenvolvimento, apresentação e entrega do projeto final.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

Sampaio, R., Lima, R.D.Q.: Modelagem Estocástica e Geração de Amostras de Variáveis e Vetores Aleatórios. Vol. 70, SBMAC, São Paulo, SP (2012)

Le Maître, O.P., Knio, O.M.: Spectral Methods for Uncertainty Quantification. Springer, Dordrecht (2010)

Boltt, E.M., Santitissadeekorn, N.: Applied and Computational Measurable Dynamics. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA (2013)

Complementar

Sullivan, T.J.: Introduction to Uncertainty Quantification. Vol. 63, Springer International Publishing, Cham (2015)

Soize, C.: Uncertainty Quantification. Vol. 47, Springer International Publishing, Cham (2017)

Xiu, D.: Numerical Methods for Stochastic Computations. Princeton University Press (2010)

9. DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

Kaio César Borges Benedetti

Goiânia, 20 de fevereiro de 2026.