

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** ANÁLISE NUMÉRICA

---

**Cursos** ENGENHARIA ALIMENTAR (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 14451009

---

**Área Científica** MATEMÁTICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem**  
Português - PT.

---

**Modalidade de ensino**  
Ensino presencial.

---

**Docente Responsável** Paula Maria Custódio Ribeiro

| DOCENTE                      | TIPO DE AULA | TURMAS       | TOTAL HORAS DE CONTACTO (*) |
|------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| Paula Maria Custódio Ribeiro | OT; T; TP    | T1; TP1; OT1 | 15T; 30TP; 30OT             |

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

| ANO | PERÍODO DE FUNCIONAMENTO* | HORAS DE CONTACTO | HORAS TOTAIS DE TRABALHO | ECTS |
|-----|---------------------------|-------------------|--------------------------|------|
| 1º  | S2                        | 15T; 30TP; 30OT   | 140                      | 5    |

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos das UC de Matemática I e de Álgebra Linear.

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se que o aluno adquira conhecimento sobre um conjunto de métodos numéricos que lhe permitam resolver problemas da engenharia, que compreenda os fundamentos de cada método para que os possa aplicar corretamente e avaliar o erro associado.

Objetiva-se que o aluno compreenda e aplique a teoria dos erros, os métodos para a resolução de equações não lineares, a resolução de sistemas de equações e para o ajuste de curvas por interpolação polinomial e pelo método dos mínimos quadrados. Compreenda e aplique métodos para a diferenciação, integração numérica e para a resolução de equações diferenciais ordinárias.

---

## Conteúdos programáticos

Teoria de erros:

Aritmética dos computadores. Erros na representação em vírgula flutuante Propagação de erros em operações elementares. Condicionamento e estabilidade.

Resolução de equações não lineares:

Separação das raízes. Método da bissecção. Método de Newton. Método do ponto fixo.

Resolução de sistemas de equações:

Eliminação de Gauss. Pivotação. Variantes do método de eliminação de Gauss. Decomposição LU. Matrizes definidas positivas. Decomposição de Cholesky. Análise de erros. Normas vectoriais e matriciais. Estabilidade. Métodos iterativos. Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel. Sistemas de equações não lineares.

Interpolação polinomial:

Interpolação de Lagrange. Interpolação de Newton das diferenças divididas.

Aproximação de funções:

Método dos mínimos quadrados.

Derivação e integração numérica:

Fórmulas de Newton-Cotes. Método do trapézio. Método de Simpson. Fórmulas de Gauss.

Métodos numéricos para equações diferenciais ordinárias: Método de Euler. Método de Runge-Kutta.

---

## Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Inúmeros problemas práticos exigem, pela sua natureza, métodos numéricos para a sua resolução, não encontrando resposta nas técnicas analíticas. Em outros casos, a simplicidade dos métodos numéricos na resolução de um problema que garantem a precisão necessária no resultado, tornam esta preferencial abordagem. Os conteúdos iniciais da UC são sobre a representação do número e a análise de erros, que será fundamental em todos os capítulos seguintes. Segue-se a apresentação e discussão de métodos para a resolução de equações não lineares, de sistemas de equações, aproximação de funções, diferenciação, integração e equações diferenciais. Procurar-se-á dar foco para aplicações no âmbito da engenharia.

---

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas Teóricas: Exposição detalhada dos conteúdos da UC com análise de exemplos.

Aulas Teórico-Práticas: Resolução de exercícios sobre os temas já tratados na aula teórica.

Orientação tutorial: Os exercícios propostos aos alunos para resolverem em casa são corrigidos e são esclarecidas dúvidas.

Avaliação:

Nas atividades letivas: 2 testes parcelares (T1 e T2) e participação nas aulas (P).

Exame: prova escrita.

Classificação final (CF): Se o aluno apenas se apresenta a exame ou obtém classificação  $< 7.5$  valores a T1 e/ou T2, a CF corresponde à nota obtida em exame. Caso contrário, a CF corresponde à média  $M$  entre T1 e T2 para os que por escrito, prescindiram da avaliação P (apenas possível para alunos trabalhadores estudantes e/ou repetentes), os restantes alunos têm como CF a média ponderada de 90% de  $M$

e 10% de  $P$ , e ficam dispensados de exame caso obtenham  $CF \geq 9.5$  valores.

Aprovação: nota final igual ou superior a 9.5 valores (na escala de 0 a 20 valores).

---

### Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

São apresentados os temas de forma rigorosa nas aulas teóricas, depois trabalhados em aulas teórico-práticas, de forma a fornecer aos alunos a fundamentação das ferramentas matemáticas bem como o seu manuseamento, procurando que consigam uma formação matemática que lhes permita perceber o funcionamento dos métodos numéricos e quais as suas limitações, de forma a poderem adaptá-los a diferentes situações.

É ao resolver sozinho os exercícios, que o aluno se apercebe das suas dificuldades. A correção dos exercícios nas aulas de orientação tutorial, permite que os alunos e o docente identifiquem os tópicos em que existem maiores dificuldades e que têm que ser mais trabalhados, bem como promove a realização de um trabalho continuado sobre a matéria em casa.

---

### Bibliografia principal

Rodrigues, J.A. Métodos Numéricos, Edições Sílabo, 2003

Ruggiero, M.G., Cálculo Numérico, McGraw Hill, 1989

Scheid, Francis, Análise Numérica, McGraw Hill, 2000

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** NUMERICAL ANALYSIS

**Courses** FOOD ENGINEERING

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** MATEMÁTICA

**Acronym**

**Language of instruction**  
Portuguese - PT

**Teaching/Learning modality**  
Classroom teaching.

**Coordinating teacher** Paula Maria Custódio Ribeiro

| Teaching staff               | Type      | Classes      | Hours (*)       |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------------|
| Paula Maria Custódio Ribeiro | OT; T; TP | T1; TP1; OT1 | 15T; 30TP; 30OT |

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

---

#### Contact hours

| T  | TP | PL | TC | S | E | OT | O | Total |
|----|----|----|----|---|---|----|---|-------|
| 15 | 30 | 0  | 0  | 0 | 0 | 30 | 0 | 140   |

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

---

#### Pre-requisites

no pre-requisites

---

#### Prior knowledge and skills

Knowledge of Mathematics I and Linear Algebra.

---

#### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

It is intended that the student acquires knowledge about a set of numerical methods that allow him to solve engineering problems, that understands the fundamentals of each method so that he can apply them correctly and evaluate the associated error.

The aim is for the student to understand and apply error theory, methods for solving nonlinear equations, solving equation systems and adjusting curves by polynomial interpolation and the least squares method. Understand and apply methods for differentiation, numerical integration, and resolution of ordinary differential equations.

---

## Syllabus

Error theory:

Arithmetic of computers. Errors in floating point representation. Error propagation in elementary operations. Conditioning and stability.

Resolution of nonlinear equations:

Root separation. Bisection method. Newton's method. Fixed point method.

Solving Equation Systems:

Gauss elimination. Pivoting. Variants of the Gaussian elimination method. LU decomposition. Positive definite matrices. Cholesky decomposition. Error analysis. Vector and matrix norms. Stability. Iterative methods. Jacobi Method. Gauss-Seidel Method. Systems of nonlinear equations.

Polynomial interpolation:

Lagrange interpolation. Newton's interpolation of the divided differences.

Approximation of functions:

Minimum squares method.

Derivation and numerical integration:

Newton-Cotes formulas. Trapezoid method. Simpson's method. Gauss formulas.

Numerical methods for ordinary differential equations: Euler method. Runge-Kutta Method.

---

## Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

Many practical problems require, by their nature, numerical methods to solve them, finding no answer in analytical techniques. In other cases, the simplicity of numerical methods in solving a problem that ensures the necessary precision in the result makes this approach preferable. The initial contents of the UC are about number representation and error analysis, which will be fundamental in all subsequent chapters. This is followed by the presentation and discussion of methods for solving nonlinear equations, systems of equations, the approximation of functions, differentiation, integration and differential equations. The focus will be given to engineering applications.

---

## Teaching methodologies (including evaluation)

Lectures: A detailed exposition of the contents of the lecture with the analysis of examples.

Theoretical-Practical classes: Resolution of exercises on the topics already treated in the lectures.

Tutorial orientation: The exercises proposed for students to solve at home are corrected and doubts are clarified.

Assessment:

During the course activities: 2 split tests (T1 and T2) and participation in classes (P).

Exam: written exam.

Final Classification (CF): If the student only goes to the exam or obtains a classification  $< 7.5$  in T1 and/or T2, the CF corresponds to the grade obtained in the exam. Otherwise, the CF corresponds to the average M between T1 and T2 for those who don't intend to grade in P (only possible for working students and/or repeating students), for the remaining students CF is the weighted average of 90% of M and 10% of P, and are exempt from examination students that achieve  $CF > 9.5$  values.

Approval: Final grade equal to or greater than 9.5 values (on a scale of 0 to 20).

---

### **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes**

The themes are presented in a rigorous way in the lectures, then they are worked in theoretical-practical lessons in order to provide to the students the grounds of the mathematical tools and their handling, looking for a mathematical background that can enable them to understand how the methods work but also what are their limitations, so that they know how to apply them to different situations. It is by solving the exercises alone that the student realizes his difficulties. Correcting the exercises in tutorial classes allows students and the teacher to identify the topics that are most difficult and need to be worked on, as well as promoting continued work on the subject at home.

---

### **Main Bibliography**

Rodrigues, J.A. Métodos Numéricos, Edições Sílabo, 2003

Ruggiero, M.G., Cálculo Numérico, McGraw Hill, 1989

Scheid, Francis, Análise Numérica, McGraw Hill, 2000