
Modelação de Recursos Florestais

Relatório da unidade curricular

Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias

Vila Real, 2021

Concurso para Provas de Agregação no ramo de conhecimento em Ciências Agronómicas e Florestais, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Diário da República, 2.^a série — N.º 133, Regulamento N.º 657/2016 de 13 de julho de 2016).

Relatório de unidade curricular a que se reporta a alínea b) do Artigo 5º do Decreto 239/2007, de 19 de junho, para a obtenção do título de Agregado pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Índice

PREÂMBULO	V
1. A FORMAÇÃO EM ANÁLISE DE DADOS E MODELAÇÃO NOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA FLORESTAL	3
1.1 Enquadramento em curso de Licenciatura.....	3
1.2 Enquadramento em curso de Mestrado	5
1.3 Disponibilização como oferta educativa em curso de Doutoramento	7
1.4 O envolvimento académico da candidata e perspetivas para a unidade curricular	7
2. A UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS	13
2.1 Contexto-instituição. Enquadramento da unidade curricular no curso.....	13
2.2 Escolaridade.....	14
2.3 Objetivos e qualificações de aprendizagem.....	14
2.4 Linhas gerais do programa	15
3. FUNCIONAMENTO DA UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS	17
3.1 Modalidade de ensino	17
3.2 Tipologias das aulas	17
3.3 Metodologias de ensino e de aprendizagem	18
3.4 Plataforma de suporte à aprendizagem.....	22
3.5 Avaliação de conhecimentos.....	24
3.6 Avaliação da unidade curricular.....	27
4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DA UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS	29
4.1 Programa teórico-prático detalhado da unidade curricular.....	29
4.2 Calendarização dos temas abordados no programa da unidade curricular.....	36
5. ATIVIDADES E RECURSOS	39
5.1 Atividades.....	39
5.2 Tutoriais.....	39
5.3 Bases de dados.....	40
5.4 Bibliografia sugerida.....	42
5.5 Outros recursos	43
6. REFLEXÃO ACERCA DA IMPLEMENTAÇÃO EM B-LEARNING	45
ANEXOS	47
Anexo 1 – Planos de estudo de Licenciatura em Engenharia Florestal.....	49
Anexo 2 – Planos de estudo de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais.....	53
Anexo 3 – Testes de avaliação de conhecimentos.....	55

PREÂMBULO

O presente relatório, para apreciação no âmbito das provas conducentes à obtenção do grau de Agregado, incide na unidade curricular **Modelação de Recursos Florestais**. Esta unidade curricular faz parte do plano de estudos do curso de Mestrado em Engenharia Florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. A candidata é regente da unidade desde o início de funcionamento, no ano letivo 2006/2007.

A seleção desta unidade curricular para as Provas de Agregação é sustentada por dois pilares principais: o interesse da análise de dados e da modelação estatística nos currículos de Engenharia Florestal, e o facto de estes temas constituírem uma área de conhecimento privilegiada, ao longo da carreira de investigação e de docência, da candidata às referidas provas.

A análise e a modelação de informação recolhida em sistemas florestais são matérias que têm sido contempladas nos currículos de cursos de Engenharia Florestal, oferecidos pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), podendo identificar-se como antecessoras mais remotas a disciplina Dendrometria – presente desde a origem de formação graduada em Produção Florestal, pelo Instituto Politécnico de Vila Real – e a disciplina Análise Multidimensional, incluída pela primeira vez no plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal, que entrou em funcionamento no ano letivo 1989/1990.

As alterações de planos de estudos que ocorreram ao nível de Licenciatura em Engenharia Florestal, e a formação Pós-Graduada promovida pela UTAD nesta área, iniciada em 1997/1998, incentivaram a adaptação de conteúdos, a modificação de designação e a transferência para curso de Mestrado. A estabilização ocorre após a reestruturação dos cursos, no âmbito do Processo de Bolonha.

Considera-se, neste relatório, que a unidade curricular é disponibilizada no curso de Mestrado em Engenharia Florestal, em concordância com o plano de estudos de 2º ciclo em vigor, integrando a oferta educativa disponibilizada pela Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias, da UTAD.

Propõe-se, neste documento, a adaptação de funcionamento eminentemente presencial para modalidade mista, combinando o ensino presencial e o ensino a distância em modalidade de aprendizagem híbrida, “blended learning” (*b-learning*), com o objetivo de melhorar os processos de ensino e de aprendizagem e de atender a novas exigências e habilitações digitais dos atuais candidatos jovens ao Ensino Superior e das gerações de alunos que ingressarão em futuro próximo. Esta modalidade favorece, também, atrair um maior número de alunos, designadamente adultos, para o Ensino Superior, em alinhamento com as ações expressas no Contrato Programa do Governo (Contrato para a Legislatura com o Ensino Superior para 2020–2023, de 29 de novembro de 2019), que promovem o ensino a distância.

A modalidade *b-learning* é, simultaneamente, uma opção estratégica em situações em que a possibilidade de contacto presencial é limitada, como sucedeu, tão recentemente, por motivo da pandemia de COVID-19. Em circunstâncias como as sentidas, a modalidade permitiria responder mais rápida e eficazmente a constrangimentos de redução ou suspensão de atividade presencial.

O relatório que se apresenta está estruturado em duas partes. Uma parte inicial onde se descreve a evolução histórica associada à unidade curricular e suas antecedentes, com o devido enquadramento em planos de estudo da área da Engenharia Florestal da oferta educativa da UTAD.

Conjuga-se essa parte introdutória com uma síntese do percurso e contributo académico por parte da candidata às Provas de Agregação e reflete-se acerca dos desafios presentes e futuros para o Curso de Mestrado e para a unidade curricular, atendendo às mudanças societais e às características das atuais gerações de alunos e candidatos ao curso.

A segunda parte corresponde ao relatório da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, na versão de funcionamento em modalidade *b-learning*. Trata-se de uma proposta desenvolvida com cuidado, pronta a ser concretizada, cuja implementação poderá ser feita quando ocorrer alteração do funcionamento do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal para modalidade *b-learning*.

Esta segunda parte apresenta a caracterização da unidade curricular, na versão de modelo misto de ensino, presencial e a distância, em relação aos aspetos previstos no âmbito das provas, designadamente programa, conteúdos e métodos de ensino.

A descrição tem início com o enquadramento da unidade curricular na oferta educativa da Escola e da Universidade complementando-se a caracterização com a identificação de objetivos a cumprir e as competências a potenciar. Prossegue-se com a exposição do funcionamento da unidade curricular, identificando os métodos e as técnicas de ensino e de aprendizagem, e os critérios de avaliação. Apresenta-se a organização da unidade curricular quanto ao plano de aulas e à calendarização das sessões presenciais e a distância, fazendo a aproximação ao calendário escolar. Conclui-se com indicação dos suportes e recursos privilegiados para o funcionamento da unidade curricular, remetendo para anexo informação que complementa o descrito no corpo do relatório.

Parte 1

A FORMAÇÃO EM ANÁLISE DE DADOS E MODELAÇÃO NOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA FLORESTAL DA UTAD

Disciplinas antecessoras e localização atual da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais em planos de estudo de Engenharia Florestal

1. A FORMAÇÃO EM ANÁLISE DE DADOS E MODELAÇÃO NOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA FLORESTAL

Considerou-se oportuno iniciar este relatório contextualizando a unidade curricular Modelação de Recursos Florestais quanto a disciplinas antecessoras e localização atual em planos de estudo de Engenharia Florestal.

Para concretização desta síntese recuperou-se informação de planos de estudos que estava dispersa em pastas de Coordenação de Curso e em documentos próprios, bem como em arquivos físicos dos Serviços Académicos, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Para os planos mais recentes, a informação é facilmente acessível através do Diário da República Eletrónico.

1.1 Enquadramento em curso de Licenciatura

O curso de **Licenciatura em Engenharia Florestal** oferecido pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) encontra-se em funcionamento desde o ano letivo 1979/1980, aquando da elevação do Instituto Politécnico de Vila Real (IPVR) a Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro (IUTAD), dando sequência ao Curso de Bacharelato em Produção Florestal. O prosseguimento da docência da Licenciatura em Engenharia Florestal na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro adveio com a criação desta universidade, em 1985.

A referência explícita a formação especializada no domínio da **análise de dados** no currículo de Engenharia Florestal surge no ano letivo 1989/1990 com a entrada em vigor de um novo plano de estudos para a **Licenciatura em Engenharia Florestal** (Quadro A1.1, em anexo). A inclusão dá-se através da disciplina semestral, de carácter optativo, intitulada **Análise Multidimensional**, integrada no 1º semestre, do 5º ano, da Licenciatura em Engenharia Florestal. Quanto a conteúdos de **modelação**, embora não explícitos na designação da disciplina, eram abordados na disciplina **Dendrometria**¹, sendo aí apresentados fundamentos de análise de regressão e aplicações do modelo de regressão linear a dados de árvores e de povoamentos. Uma vez que a disciplina Dendrometria integrou os planos de estudo do Curso de Bacharelato, pode remeter-se para o ano de início deste curso (1975), a génese de formação em modelação aplicada a recursos florestais.

Aquando da reestruturação do plano de estudos da licenciatura, promovida em 2001, a revisão de conteúdos e de denominação levou à substituição da disciplina Análise Multidimensional pela disciplina **Modelação e Análise Multidimensional**. Esta disciplina passou a integrar a oferta de disciplinas de carácter opcional do 2º semestre do 3º ano da Licenciatura. No Quadro A1.2 (em anexo) apresenta-se a lista de disciplinas da Licenciatura em Engenharia Florestal que vigorou até à adequação do curso ao regime jurídico fixado pelo Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março. A disciplina de Modelação e Análise Multidimensional integrou a oferta educativa da UTAD e teve alunos inscritos até ao ano letivo 2005/2006. No ano letivo 2006/2007, decorrente do quadro de reformas associadas à Declaração de Bolonha, entrou em funcionamento o novo plano de estudos para a Licenciatura (1º ciclo de formação) em Engenharia Florestal. Neste plano, uma parte limitada

¹ Da responsabilidade do Professor Catedrático Carlos Pacheco Marques, docente e regente da disciplina.

do programa de Modelação e Análise Multidimensional, foi incorporada, como módulo específico, na unidade curricular Inventário Florestal (Quadro A1.3, em anexo), lecionada no 2º semestre do 2º ano. O plano de estudos esteve em vigor nos anos letivos 2006/2007 e 2007/2008.

Com a primeira revisão do plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal “pós-Bolonha”, implementada no ano letivo 2009/2010, retomou-se a diferenciação de matérias de Dendrometria e de Inventário Florestal em unidades distintas. Quanto à componente de modelação, deixou de estar contemplada explicitamente no 1º ciclo de estudos em Engenharia Florestal. Ainda que em aplicações limitadas, manteve-se a referência a modelos simples na unidade curricular Dendrometria, com algumas aplicações de desenvolvimento de modelos, na unidade Inventário Florestal, no âmbito do projeto de inventário de recursos florestais. A pesquisa e o estudo de modelos de apoio à gestão florestal passaram a fazer parte de atividade prática da unidade curricular Ordenamento Florestal (esta última inserida, desde 2018/2019, no plano de estudos de Licenciatura em Engenharia Florestal, anteriormente integrada no plano de estudos de Mestrado em Engenharia Florestal).

No Quadro 1 é exposto o plano de estudos da licenciatura que está em funcionamento desde o ano letivo 2018/2019.

Quadro 1. Plano de estudos do curso de Licenciatura em Engenharia Florestal, em vigor desde o ano letivo 2018/2019.

Fonte: adaptado de Diário da República, 2.ª série – N.º 213 – 6 de novembro de 2018, pp. 29685-29688.

Unidades curriculares	Área Científica	Tempo de trabalho (h)		ECTS
		Total	Contacto	
1º Ano, 1º Semestre				
Biologia Aplicada	BIO	162	T:30; PL:30	6
Botânica e Anatomia da Madeira.	BIO/EF	162	TP:45; PL:22,5	6
Bioclimatologia e Hidrologia	CT/EF	162	TP:37,5; TC:30	6
Floresta e Ambiente .	EF	81	TP:30	3
Matemática I	MAT	81	TP:37,5	3
Química	QUI	162	T:37,5; PL:37,5	6
1º Ano, 2º Semestre				
Bioquímica	BIO	162	T:37,5; PL:37,5	6
Desenvolvimento Rural	CES/EF	81	TP:37,5	3
Física	FIS	162	T:37,5; PL:37,5	6
Matemática II	MAT	81	TP:37,5	3
Silvicultura I	EF	162	T:30; PL:15; TC:15	6
Ecologia Florestal	EF	162	TP:52,5	6
2º Ano, 1º Semestre				
Ciência do Solo	CT	162	TP:67,5	6
Bioprocessos Florestais	EF	162	T:30; PL:30	6
Fogos Florestais	EF	162	T:30; PL:30; S:7,5	6
Genética e Introdução ao Melhoramento Florestal	BIO	162	TP:30; PL:37,5	6
Gestão de Áreas Classificadas	EF	81	TP:30; S:4	3
Engenharia Natural em Territórios Florestais	EF	81	TP:30; E:4	3
2º Ano, 2º Semestre				
Dendrometria	EF	162	T:22,5; PL:22; TC:22,5	6
Tecnologia dos Produtos Florestais	EF	162	TP:37,5; PL:30	6
Métodos Estatísticos	MAT/EF	81	TP:37,5	3
Ecofisiologia da Árvore	BIO/EF	81	TP:30; S:4	3
Fitossanidade Florestal	EF	162	T:15; TP:45; S:5	6
Silvicultura II	EF	162	T:15; TP:45	6

Quadro 1. Plano de estudos do curso de Licenciatura em Engenharia Florestal, em vigor desde o ano letivo 2018/2019. (Cont.)

3º Ano, 1º Semestre				
Gestão Empresarial e Empreendedorismo	CES/EF	162	TP:67,5	6
Nutrição e Fertilização Florestal	EF	162	TP:60	6
Recursos Faunísticos	EF	162	TP:67,5	6
Geomática	CT/ET	162	T:30; PL:45	6
Floresta e Sociedade	CS/EF	81	TP:30; E:1,5	3
Opção 1		81		3
3º Ano, 2º Semestre				
Gestão da Empresa Florestal	EF	81	TP:30; E:4	3
Inventário Florestal	EF	162	T:22,5; TL:30; TC:15	6
Mecanização e Infraestruturas Florestais	EF	162	TP:67,5	6
Ordenamento Florestal	EF	162	TP:67,5	6
Projecto	CA	243	S:7; OT:29	9

Legenda. Área científica: EF Engenharia Florestal, CT Ciências da Terra, BIO Biologia, MAT Matemática, QUI Química, FIS Física, CES Ciências Económicas e Sociais, CS Ciências Sociais, ET Engenharia e Técnicas Afins. Contacto: T ensino teórico, TP ensino teórico-prático, PL ensino prático e laboratorial, TC Trabalho de campo, S seminário, E estágio, OT orientação tutorial.

1.2 Enquadramento em curso de Mestrado

Em 1990, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro promove a abertura de formação pós-graduada na área das Ciências Agrárias, com registo pelo Ministério da Educação, em 1993, de cinco cursos de Mestrado e igual número de cursos de Pós-Graduação. A Universidade passa a conferir o grau de Mestre em Ciências Agrárias-Produção Florestal e em Ciências Agrárias-Engenharia de Recursos Florestais e o diploma de Pós-Graduação em ambas as vertentes.

A estrutura curricular do **Curso de Mestrado em Ciências Agrárias-Engenharia de Recursos Florestais**, antecessor do atual Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, é apresentada no Quadro A2.1, em anexo. A componente letiva estava organizada em três trimestres, sendo que, no plano de estudo eram consideradas duas disciplinas com certa afinidade a Modelação de Recursos Florestais: **Bioestatística e Metodologia da Investigação e Análise Multidimensional**.

O curso original foi reestruturado e no ano letivo 2001/2002, o plano de estudos do curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais apresentava, entre outras alterações, a supressão da disciplina Bioestatística e Metodologia da Investigação e inclusão da disciplina **Modelação e Análise de Dados**, no 1º trimestre do curso (Quadro A2.2, em anexo).

Aquando de uma revisão realizada em 2006/2007, a unidade curricular Modelação e Análise de Dados deixou de fazer parte do elenco de unidades curriculares, tendo sido substituída por uma nova unidade curricular designada por **Modelação de Recursos Florestais**, sob regência da candidata a estas Provas. Esta unidade funcionou no **Curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais**, com as tipologias de ensino teórico-prático e tutorial.

Em 2009, decorrente do Processo de Bolonha, procedeu-se a uma reestruturação do curso. A adequação envolveu a alteração do nome do curso para curso de **Mestrado (2º ciclo) em Engenharia Florestal**, e a conceção de um novo plano de estudos. Com esta mudança, ocorreu a substituição de algumas unidades curriculares, e extinção de outras, entre as quais Delineamento de Experiências e Técnicas de Amostragem.

A extinção da unidade curricular Delineamento de Experiências e Técnicas de Amostragem teve influência no conteúdo do programa de **Modelação de Recursos Florestais**, o qual passou a englobar matéria de **delineamento experimental**. A unidade curricular Modelação de Recursos Florestais manteve a tipologia de ensino teórico-prático e tutorial, sendo lecionada, no 1º semestre do 2º ano do curso, pela candidata (temas de análise de dados e de modelação, ocupando 2/3 das aulas) e pelo investigador Dr. José Luís Penetra Lousada (matéria de delineamento experimental, ocupando 1/3 das aulas). A adaptação foi concretizada no ano letivo 2009/2010 e manteve-se até ao ano letivo 2017/2018, último ano em que funcionou o referido plano.

Em 2018/2019 entrou em funcionamento um novo plano de estudos (Quadro 2). Neste plano, e sob proposta da regente, candidata a estas Provas, a unidade passou a ser disponibilizada no 1º ano do curso, justificando-se essa alteração por se tratar de uma unidade que capacita os estudantes em matérias cujo interesse é transversal ao curso, facultando conhecimento de suporte em métodos quantitativos para atividades realizadas no âmbito da preparação de dissertação, a qual desejavelmente pode ter início no decurso do 1º ano.

Quadro 2. Plano de estudos do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, em vigor desde o ano letivo 2018/2019.

Fonte: adaptado de Diário da República, 2.ª série – N.º 215 – 8 de novembro de 2018, pp. 30018-30020.

Unidades curriculares	Área Científica	Tempo de trabalho (h)		ECTS
		Total	Contacto	
1º Ano, 1º Semestre				
Modelação de Recursos Florestais	EF	162	TP:60; OT:1	6
Conceção e Gestão de SIG	CT	162	TP:60; OT:1	6
Ordenamento de Recursos Cinegéticos	EF	81	TP:30; S:4	3
Temas Atuais de Engenharia Florestal	EF	81	TP:30; S:4	3
Planeamento e Gestão do Fogo	EF	162	T:22,5; TP:37,5; OT:1	6
Gestão Sustentada do Solo	CT	162	TP:60; OT:1	6
1º Ano, 2º Semestre				
Mercados e Indústrias Florestais	ENG	81	TP:30; S:4	3
Sistemas Ripícolas e Requalificação Fluvial	EF	81	TP:30; S:4	3
Melhoramento Florestal	BIO	81	TP:30; S:3	3
Funcionalidades dos SIG	CT	81	TP:30; S:4	3
Sistemas Agrosilvopastoris	EF	162	TP:60; TC:7,5	6
Ecologia da Paisagem	BIO	162	TP:67,5	6
Planeamento Florestal	EF	162	TP:67,5	6
2º Ano, 1º Semestre				
Valorização Económica e Social de Recursos Florestais	CS	162	TP:60; OT:1	6
Perturbações Climáticas e Restauração de Ecossistemas Florestais	EF	162	T:30; TP:30; S:7; OT:1	6
Floresta Urbana	EF	162	TP:37,5; PL:30; OT:0,5	6
Planeamento e Ordenamento da Paisagem	EF	162	O:67,5	6
Dissertação I	EF	162	TP:10; OT:57,5	3
2º Ano, 2º Semestre				
Dissertação II		810	TP:20; OT:100	30

Legenda. Área científica: EF Engenharia Florestal, CT Ciências da Terra, CS Ciências Sociais e do Comportamento, BIO Biologia, AP Arquitetura Paisagista, ENG Engenharia, Indústrias Transformadoras e Construção. Contacto: T ensino teórico, TP ensino teórico-prático, PL ensino prático e laboratorial, TC Trabalho de campo, S seminário, E estágio, OT orientação tutorial.

1.3 Disponibilização como oferta educativa em curso de Doutoramento

A unidade curricular **Modelação de Recursos Florestais**, disponibilizada no curso de Mestrado em Engenharia Florestal integrou, desde o ano letivo 2010/2011 até ao ano letivo 2017/2018, o conjunto de unidades curriculares optativas de formação avançada do **Curso de Doutoramentos em Ciências Agronómicas-Ciências Florestais** oferecido pela UTAD.

Em 2018/2019 ano entrou em funcionamento um novo plano de estudos para o curso, cuja formação na área da análise de dados, passou a estar contemplada, na unidade curricular **Estatística Avançada Aplicada às Ciências Agronómicas e Florestais** da área científica de Estatística. O programa incide nas análises de variância, discriminante e em componentes principais e aborda a regressão linear. Os conteúdos apresentados correspondem a uma parte reduzida dos incluídos no programa da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais.

Os alunos que não tenham frequentado o Curso de Mestrado em Engenharia Florestal e pretendam realizar o seu programa de doutoramento na área da modelação aplicada a recursos florestais podem garantir a aquisição de formação específica, através de candidatura à frequência isolada da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, de acordo com os procedimentos previstos na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

1.4 O envolvimento académico da candidata e perspetivas para a unidade curricular

Nas secções 1.1 a 1.3 foi providenciada informação quanto a planos de estudos de Licenciatura, de Mestrado e de Doutoramento no domínio da Engenharia Florestal, integrados na oferta educativa da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, para compreensão da evolução ocorrida, até à atualidade, no conjunto de unidades curriculares especificamente adstritas a análise de dados multivariados e a modelação, aplicadas a recursos florestais.

Evidencia-se, na síntese realizada, o reconhecimento, desde há mais de 40 anos, da importância da área de conhecimento de análise de dados e de modelação estatística aplicada a recursos florestais, na Engenharia Florestal e no perfil do Engenheiro Florestal, graduado pela UTAD. O percurso envolveu principalmente o corpo docente do Departamento Florestal (atual Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagista – CIFAP), tendo contado com a colaboração de docentes e investigadores de outros departamentos², e pontualmente, no início de formação pós-graduada, o apoio de docentes externos à UTAD.

A candidata a estas Provas de Agregação familiarizou-se muito cedo com a análise de dados e a modelação, ainda como aluna de Licenciatura em Engenharia Florestal, tendo realizado no final do curso, em 1990/1991, o estágio nesse domínio, com a apresentação do Relatório Final de Estágio em "Modelos para predição da produção em povoamentos de *Eucalyptus globulus*". Enquanto docente, acompanhou a evolução associada às disciplinas e unidades curriculares desta área de formação,

² Menciona-se neste documento, o Departamento de Matemática (DM) e o Departamento de Economia e Sociologia (DES) pela colaboração do Investigador F. Wolfgang Macedo (DM) e do Professor Catedrático João Fernandes Rebelo (DES) em disciplinas de análise de dados de planos de estudos em Engenharia Florestal.

desde o início da carreira, no ano letivo **1991/1992**, coadjuvando a docência das aulas práticas de **Dendrometria**, e desde o ano letivo **1997/1998**, quando passou a lecionar as aulas teóricas e as aulas práticas da disciplina **Modelação e Análise Multidimensional** da Licenciatura em Engenharia Florestal³.

Em **2001/2002**, foi-lhe proposto assegurar a componente prática de **Modelação e Análise de Dados**, no curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais, mantendo-se ligada à docência destas matérias até à atualidade. Em 2005 assumiu a **regência** das disciplinas antecessoras que deram origem à atual unidade curricular **Modelação de Recursos Florestais**, e mais tarde, em **2006/2007**, aquando do início do seu funcionamento, a regência desta unidade.

Ao longo da carreira académica, a candidata adquiriu formação adicional na área de análise de dados, estatística e modelação, através de estudo autónomo e participação em cursos de formação avançada (17 cursos) e realização de missões científicas em laboratórios estrangeiros (8 missões), cuja informação detalhada consta no currículo que acompanha este relatório, no processo das Provas.

A investigação desenvolvida no percurso académico, incluindo a associada à preparação dos cursos de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais e de Doutoramento em Ciências Agrárias-Ciências Florestais, incidiu particularmente na modelação de recursos florestais, consubstanciando a especialização neste domínio. Os trabalhos produzidos como Dissertação de Mestrado e como Tese de Doutoramento, foram, por essa ordem, “Estimação da biomassa do tronco em *Eucalyptus globulus* Labill.” e “Modelação do crescimento, mortalidade e distribuição diamétrica, do pinhal bravo no Vale do Tâmega”.

É autora e coautora de um conjunto numeroso de publicações científicas em revistas indexadas às bases de dados Web of Science ou Scopus, que incluem aplicações e avanços científicos na área da modelação estatística aplicada a recursos florestais.

É autora do modelo ModisPinaster, integrado na plataforma de simulação CAPSIS (Computer-aided Projection of Strategies in Silviculture) e detém o título de Modeladora, pela comunidade internacional CAPSIS, sediada em França.

Em termos de prática orientada para o ensino e aprendizagem, produziu textos didáticos para suporte à componente teórica e à prática oficial, sendo coautora do livro “**Guia Prático de Avaliações Florestais – Inventário Florestal e Modelação Estatística**” (Carlos Pacheco Marques, Teresa Fidalgo Fonseca e João Calçada Duarte), publicado em 2018. O conteúdo abrange uma parte substancial das matérias teóricas contidas no programa da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, sendo complementado com a apresentação e análise de um conjunto de casos de estudo envolvendo a modelação de recursos florestais, com bases de dados reais.

No início de 2020, ainda em época pré-pandemia da COVID-19, inicia o desenvolvimento de um **projeto pedagógico** para implementação da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais em **modalidade de b-learning**.

A modificação para **b-learning** vai ao encontro das propostas do Contrato Programa do Governo (Contrato para a Legislatura com o Ensino Superior para 2020–2023, de 29 de novembro de 2019)⁴

³ Lecionação em coparceria com o Professor Associado José Tadeu Aranha (CIFAP).

⁴ Acessível em <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/documento?i=contrato-para-a-legislatura-com-o-ensino-superior-para-2020-2023> (última consulta em 10 de dezembro de 2020).

orientado para estimular a convergência de Portugal com a Europa até 2030, designadamente as expressas nos **desafios "alargar a base social para uma sociedade baseada no conhecimento" e "diversificar e especializar o processo de ensino/aprendizagem no ensino superior [...]"**, e concretizada nas metas 2 e 3, quanto a atividades de reforço ou implementação de ensino a distância.

Esta modalidade dá resposta a uma necessidade de mudança nos processos de ensino e de aprendizagem, reconhecida no Contrato Programa "estimular a modernização do processo de ensino-aprendizagem face um processo crescente e acelerado de transformação digital da nossa sociedade", decorrente das alterações na sociedade.

No novo contexto social surgem gerações que facilmente percecionam, usam e interagem com tecnologia, através do recurso diário e frequente a sistemas iterativos de comunicação, como a Internet e dispositivos móveis. Ao aparecimento dos "millennials", conhecidos como nativos digitais, segue-se a geração Z, dos "centenials" (nascidos entre 1995 e 2005), correspondendo aos jovens que podem já estar a frequentar, ou que irão iniciar em breve, o ensino universitário⁵. Os jovens desta geração, com domínio da tecnologia, são descritos como possuindo capacidade de realizar multitarefas em simultâneo, mas com tempo de atenção muito breve, pelo que exigem novas práticas nos processos de ensino e de aprendizagem e mudança de atitude dos intervenientes neste processo. A nosso ver, a diversificação de atividades associada ao ensino híbrido favorece esta mudança.

Entretanto, o impacto causado pela pandemia, em constrangimento severo de contacto social, dá relevância acrescida a esta proposta de redução de ensino presencial. O que era aconselhável fazer (ensino a distância), passa a ser necessário. E como o ensino a distância não se reduz ao exercício de contactar virtualmente com os alunos através de uma plataforma de videoconferência, é opinião da candidata que o projeto pedagógico a considerar de futuro para o curso de Mestrado em Engenharia Florestal, e para a unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, em particular, deverá adotar uma modalidade de ensino adaptável a circunstâncias impeditivas de ensino presencial, modalidade essa facilmente conseguida com a preparação em modelo híbrido.

Um outro motivo que sustenta a proposta de funcionamento semipresencial está associada ao facto de nas várias edições do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal estarem inscritos alunos adultos, com emprego, que procuram o curso para especialização. As restrições de tempo para se deslocarem à UTAD, em horário laboral, a fim de assistirem presencialmente às aulas são impeditivas de um acompanhamento contínuo. Ainda que o curso seja promovido em regime de final de semana (tarde de quinta-feira, sexta-feira, de manhã e de tarde, e manhã de sábado), o número de horas presenciais nas tardes de quinta-feira e no dia de sexta-feira é superior ao número de horas que a entidade patronal permite mensalmente, para formação. Os alunos usam como estratégia organizarem o seu próprio horário, semanalmente, de modo a conseguirem acompanhar o máximo possível das aulas presenciais, diversificando a participação pelas unidades curriculares. A possibilidade de disporem de parte do tempo associado à unidade em ensino presencial e outra parte em ensino a distância, favorecerá a candidatura ao curso e o acompanhamento mais bem-sucedido da matéria, ao longo do semestre, por parte dos inscritos.

A par do desafio de alteração da modalidade de ensino, há o estímulo em rever o programa da unidade curricular, de modo a preparar a geração Z para o futuro. Estes alunos serão os novos

⁵ A informação acerca da geração Z está acessível em fontes documentais e em referências *web*, fornecendo-se nesta secção uma síntese breve, com alguns dos elementos mais relevantes, tendo como suporte as consultas realizadas.

profissionais, alguns desempenhando funções em carreiras que podem ainda não existir. Irão interagir com Inteligência Artificial ou familiarizar-se com o conceito. O uso de algoritmos e aprendizagem orientada será cada vez mais comum, permitindo trabalhar com os dados, aprender com eles e ser capazes de fazer previsão ou sugestão de resultados. Muitos desses conteúdos e capacitações obtidas – assentes, neste caso, em métodos estatísticos – fazem já parte do programa e dos objetivos da unidade curricular. Na revisão do conteúdo do programa é realçada a ligação à Ciência de Dados e são introduzidos tópicos para familiarização com técnicas e processos associados a aprendizagem de máquinas. Esta referência está também orientada com o comprometimento do Governo e das instituições de Ensino Superior, na Meta 3, mais especificamente para a concretização da ação 3.3 “O aumento da capacidade de todos estudantes e graduados de ensino superior de processar dados, promovendo a capacidade de comunicação de resultados do processamento de grandes quantidades de informação em todas as áreas do conhecimento [...], por forma a alcançar as seguintes metas na transformação da oferta do ensino superior: Ensino Universitário – 100% dos novos estudantes registados no ensino universitário até 2023 têm a oportunidade de obter formação sobre “ciência de dados” [...].”

Juntamente com as habilitações técnicas de análise de dados e de resolução de problemas é necessário promover as competências de comunicação entre intervenientes no processo de ensino de ensino e de aprendizagem e na comunicação à sociedade. Além da oralidade e da escrita há que reconhecer a importância da componente visual na comunicação.

No projeto de adaptação da unidade curricular teve-se presente os aspetos relevantes identificados. É a essa proposta que reporta a descrição da unidade curricular abordada neste relatório. Partindo da versão atual em funcionamento, procede-se às atualizações apropriadas para que, tendo em conta os objetivos principais de formação em Engenharia Florestal e da unidade curricular, em particular, a nova proposta evidencie conteúdos de Ciência de Dados; mantenha a solidez do conhecimento científico suportado em métodos estatísticos; promova a criatividade no desenvolvimento de projetos de modelação aplicada a dados de recursos florestais; incorpore elementos facilitadores de comunicação visual e gráfica; reduza o tempo de contacto em sala de aula; diversifique as práticas pedagógicas e permita o envolvimento bem-sucedido dos alunos para valorização dos processos de ensino e de aprendizagem.

Assumindo que a presente proposta corresponde a uma versão aperfeiçoada da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, faz-se o seu enquadramento no curso de Mestrado em Engenharia Florestal, no Capítulo 2. Prevê-se que o plano de estudos em vigor, apresentado no Quadro 2, possa vir a ser modificado, mas como representa, nos aspetos fundamentais, o curso onde se insere a atual proposta da unidade curricular, permite contextualizar a unidade curricular na formação do Engenheiro Florestal, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Parte 2

A UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS INTEGRADA EM CURSO DE Mestrado em Engenharia Florestal

Objetivos e qualificações de aprendizagem, funcionamento, métodos de ensino e de aprendizagem, programa e conteúdos

2. A UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS

2.1 Contexto-instituição. Enquadramento da unidade curricular no curso

A unidade curricular insere-se no plano de estudos do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, integrado na oferta educativa da Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias (ECAV), da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. O regulamento do curso em vigor está publicado no Diário da República (2.ª série) n.º 215/2018 de 8 de novembro de 2018, Aviso n.º 16114/2018, tendo entrado em funcionamento no letivo 2018/2019 o plano de estudos aí apresentado.

O curso está estruturado de acordo com o Sistema Europeu de Transferência e Acumulação de Créditos (ECTS) nos termos do Decreto-Lei n.º 42/2005, de 22 de fevereiro, e legislação subsequente, e normas internas aplicáveis. Assume-se que cada 27 horas de trabalho do aluno correspondem a 1 ECTS, pelo que os ECTS totais de cada unidade curricular traduzem a carga média de trabalho dos alunos na referida unidade. No caso do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, as unidades que integram a parte curricular possuem 3 ou 6 ECTS. O curso é constituído por 17 unidades curriculares, e duas unidades especificamente dedicadas à preparação da Dissertação, perfazendo 120 ECTS, distribuídas por 4 semestres letivos (Quadro 2). A realização, com sucesso, das 17 unidades curriculares que integram a parte curricular do curso, no total de 84 ECTS, confere um curso de especialização em Engenharia Florestal.

Em termos de objetivos gerais, o curso “pretende assegurar a aquisição de competências de nível avançado (...), com especial incidência no reconhecimento aprofundado das componentes e das interações nos ecossistemas florestais, desenvolvendo e aplicando o conceito de sustentabilidade na prática florestal, na perspetiva da conservação futura dos recursos naturais”.

Tem como objetivos específicos:

- “conferir competências para conceber, elaborar e realizar projetos e estudos inovadores em ambiente multidisciplinar envolvendo as várias componentes dos recursos, das atividades e do património florestal;
- consolidar competências ao nível da inventariação e modelação dos recursos florestais, funcionalidades dos SIG e planeamento florestal;
- capacitar técnica e cientificamente os alunos para a perceção e resolução de problemas nas áreas de conservação e gestão sustentável dos recursos florestais e agroflorestais, ecologia e gestão do fogo, ecologia dos sistemas ripícolas e proteção da biodiversidade, gestão sustentável dos solos, restauração de ecossistemas florestais e ordenamento de recursos cinegéticos.”

No plano de estudos do curso, Modelação de Recursos Florestais é uma unidade curricular obrigatória do primeiro ano, sendo lecionada no primeiro semestre. Esta unidade está classificada como pertencendo à área científica da Engenharia Florestal inserindo-se na área de formação 623 (Silvicultura e caça), conforme a Portaria n.º 256/2005, de 16 de março⁶.

⁶ Diário da República, 2.ª série – N.º 53 – 16 de março de 2005.

2.2 Escolaridade

A unidade curricular Modelação de Recursos Florestais possui 6 ECTS, a que correspondem 162 horas de trabalho do aluno, sob todas as suas formas, incluindo sessões de ensino de natureza coletiva, de orientação pessoal, projetos, estudo e avaliação. Nesta unidade, das 162 horas, 60 horas são de ensino de natureza coletiva, 1 hora é de orientação pessoal de tipo tutorial e 101 horas são de trabalho autónomo (Quadro 2).

O calendário escolar da UTAD tem como referência uma duração entre 18 e 20 semanas para cada semestre, incluindo os períodos de avaliação, das quais são usualmente afetas à atividade letiva 15 semanas. Para uma duração média de 15 semanas de aulas, a carga horária semanal, em horas de contacto, é de 4 h. Estas horas são teórico-práticas.

Nas horas de contacto é feita a exposição da matéria, a realização da prática oficial associada aos conteúdos teóricos, e procede-se à discussão e análise de casos de estudo. As horas de trabalho autónomo são usadas para consolidação de conhecimentos e para aperfeiçoamento da atividade prática, incluindo a elaboração de um trabalho de projeto.

2.3 Objetivos e qualificações de aprendizagem

Os principais objetivos da unidade curricular são a compreensão da importância dos dados e dos modelos florestais e a compreensão de princípios, conceitos e métodos usados no desenvolvimento de modelos aplicados a recursos florestais. Os alunos irão também aprender competências práticas para a criação de modelos e comunicação de resultados obtidos no processo de modelação.

Pretende-se que os estudantes, no final da unidade curricular, adquiriram as seguintes qualificações:

- Capacidade para perceber a importância e o potencial da Ciência de Dados na Engenharia Florestal, sendo capazes de usar métodos estatísticos, interpretar, e comunicar resultados;
- Competências essenciais na análise estatística e visual de dados multivariados que envolvam a identificação de padrões e o reconhecimento de relações e interdependências entre variáveis.
- Competências avançadas de utilização de folha de cálculo na apresentação, análise e caracterização de dados.
- Competências intermédias de aprendizagem específica de aplicações computacionais centradas no uso de pacotes para análise estatística e modelação.
- Capacitação para identificar situações em que é desejável recorrer a modelos florestais e criatividade para propor aplicações em situações novas.
- Competências essenciais de pesquisa e compreensão de modelos florestais existentes e identificação dos seus componentes fundamentais.
- Competências intermédias para desenvolver modelos florestais, que envolvam atributos de árvores ou de povoamentos, e interpretar resultados do processo da estimação.

- Competências para identificar e implementar uma aproximação adequada de modelação, incluindo métodos de aprendizagem de máquinas.
- Compreensão da necessidade de realizar diagnósticos complementares de adequação dos modelos.
- Competências intermédias para implementar, examinar e interpretar hipóteses associadas a procedimentos de regressão e seus pressupostos;
- Competências avançadas para identificar forças e vulnerabilidades de um modelo;
- Competências de comunicação, disponibilização de informação envolvendo dados e modelos e desenvolvimento de apresentações;
- Competências sociais, centradas na participação em debates e na apresentação oral de projeto.

Com o ensino em modalidade *b-learning* há promoção de novas habilidades, designadamente autonomia, responsabilidade e capacidade para utilizar múltiplos recursos.

2.4 Linhas gerais do programa

O programa da unidade curricular diz respeito ao desenvolvimento, análise e comunicação de modelos florestais. Inclui tópicos avançados de análise de dados e de regressão (“Data Analytics”), aplicados aos recursos florestais, orientações para o processo de criação e de avaliação de modelos, e procedimentos para a comunicação de informação.

De um modo sucinto, o programa de Modelação de Recursos Florestais considera os temas a seguir expostos.

- A Ciência de Dados e a Engenharia Florestal.
- Os modelos aplicados a dados de recursos florestais.
- O processo de modelação de recursos florestais.
- Da conceção à verificação do comportamento do modelo.
- Conceitos fundamentais do modelo de regressão linear.
- Estimação em situações não ideais. Diagnósticos e soluções.
- Modelo de regressão não linear.
- Modelos com variáveis qualitativas como regressores.
- Modelos lineares generalizados. Modelos com variáveis qualitativas como variável resposta.
- Modelos com efeitos aleatórios.
- A comunicação de informação e de resultados.

A unidade curricular tem início com uma reflexão acerca da importância da análise de dados e da modelação, ao nível da sociedade atual e da Engenharia Florestal, seguindo-se uma revisão de conhecimentos basilares acerca de dados e de análise estatística. A formação progride para matérias avançadas associadas aos modelos de regressão linear e não linear. O estudo de casos específicos de modelação, através de métodos de aprendizagem ativa, e sempre aplicada a dados de recursos florestais, acompanha a exposição dos conteúdos abordados nos pontos de análise de dados e análise do modelo de regressão, permitindo mais facilmente a apreensão dos conceitos apresentados.

Por se considerar fundamental habilitar os alunos na descrição de procedimentos, apresentação e divulgação de resultados, é incluído, explicitamente, no programa o tema comunicação, o qual é abordado e trabalhado ao longo do semestre.

3. FUNCIONAMENTO DA UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS

3.1 Modalidade de ensino

Na proposta apresentada neste relatório, a unidade curricular é configurada como ensino semipresencial, em sistema de *b-learning*. Esta proposta acompanha as expectativas do futuro da Educação e da Formação, a qual será mais digital, com integração de ferramentas digitais nas formações presenciais e na adaptação a ensino a distância.

A programação em modalidade semipresencial é um modelo misto, também designado de modelo híbrido, que combina elementos do regime presencial com elementos do ensino a distância em regime de *e-learning*. Esta modalidade utiliza o uso de plataformas digitais (nesta unidade curricular utilizamos o Moodle) para transformar e melhorar o processo de aprendizagem.

Na componente de ensino a distância, a unidade curricular está estruturada em sessões síncronas, e em atividades assíncronas. Entende-se por sessão síncrona a que é desenvolvida em tempo real e que permite aos alunos interagirem *online* com a docente e com os seus pares para participarem nas atividades letivas, esclarecerem as dúvidas ou questões, apresentarem trabalhos, designadamente no *chat* ou em videoconferências. A atividade assíncrona é desenvolvida em tempo não real. Os alunos trabalham autonomamente, acedendo a recursos educativos e formativos e a outros materiais curriculares disponibilizados na plataforma de aprendizagem *online*, ou fora dela, na *web*, bem como a ferramentas de comunicação não síncronas que lhes permitem estabelecer interação com os seus pares e a docente, em torno das temáticas em estudo.

A UTAD dispõe de apoio específico às atividades de ensino a distância, o qual é prestado pelo Gabinete de *e-learning* (<https://e-learning.utad.pt/>).

3.2 Tipologias das aulas

As aulas de Modelação de Recursos Florestais decorrem tradicionalmente em sessões teórico-práticas, em dois períodos de contacto, num total de 4 horas semanais, estando atribuída à unidade curricular 1 hora de tipologia tutorial.

Com a implementação da modalidade em *b-learning*, diversifica-se a tipologia das aulas, substituindo, parcialmente, o modo tradicional de ensino presencial, por sessões síncronas da modalidade de ensino a distância, nas quais a docente e os alunos trabalham juntos num horário pré-definido, complementando este ensino com atividades assíncronas, em horários flexíveis, de trabalho autónomo realizado pelo aluno, através da plataforma Moodle.

Para não exceder o tempo letivo atribuído de 4 horas de contacto semanais, organiza-se a distribuição das 4 horas de contacto, de modo equilibrado, pelas modalidades de ensino presencial (2 horas) e de ensino a distância, em aulas síncronas (2 horas), através de sessões de videoconferência.

A unidade curricular mantém as componentes teórica e prática, interligadas na tipologia de ensino teórico-prático, sendo dada ênfase à aplicação de diversas técnicas quantitativas no processo de modelação orientado para recursos florestais. A componente prática, fortemente associada a trabalho oficial suportado por computador, inclui a familiarização e a utilização de tecnologia para preparação de bases de dados e procedimentos de análise estatística.

A experiência da docente é tida em consideração no planeamento das sessões, de modo a garantir que as atividades a desenvolver pelos alunos e que exijam uma supervisão mais próxima, sejam realizadas preferencialmente em sessões presenciais, ou em sessões síncronas, quando a distância. A sessão de 1 hora tutorial, prevista no plano atual do curso, mantém-se para orientação aos alunos, sendo concretizada em modalidade de ensino a distância.

As atividades assíncronas incluem-se implicitamente na categoria de trabalho autónomo desenvolvido pelo aluno pelo que não são aludidas no plano das aulas.

Acrescenta-se que o Regulamento Pedagógico da UTAD, publicado como Regulamento nº 136/2018, no Diário da República, 2ª Série, nº 41, de 27 de fevereiro de 2018, prevê que, além do tempo atribuído às aulas teórico-práticas, em que os alunos contactam diretamente com a docente, os docentes assegurem um período de atendimento semanal aos estudantes correspondente a 50% do seu serviço letivo. Este período de atendimento adicional permite que os alunos esclareçam dúvidas, sejam acompanhados no estudo e recebam orientações para o trabalho a desenvolver autonomamente. Na unidade curricular, o período de atendimento pode decorrer presencialmente ou a distância, em momento síncrono ou assíncrono. No início das aulas é definido, com os alunos, um horário de atendimento comum para esclarecimentos feitos presencialmente ou a distância, em momento síncrono. Nesta segunda situação, as ferramentas privilegiadas são a videoconferência e o atendimento via *chat* do Moodle. Além das possibilidades de atendimento referidas, fica disponível o atendimento a distância, em atividade assíncrona. Nesse caso, os alunos devem enviar as questões antecipadamente, por email ou através do Moodle, as quais serão respondidas com a brevidade possível, ou, o mais tardar, no horário combinado.

3.3 Metodologias de ensino e de aprendizagem

As metodologias de ensino e de aprendizagem adotadas procuram dar resposta aos objetivos do curso diretamente relacionados com a unidade curricular, quanto a aquisição de conhecimento e a sua aplicação ao nível de análise de dados e modelação dos recursos florestais e aumento da capacitação técnica e científica dos alunos para a perceção e resolução de problemas, nomeadamente os associados ao desenvolvimento e utilização de modelos para suporte à gestão sustentável dos recursos florestais.

Os métodos pedagógicos perfilhados na unidade curricular repartem-se por:

- (a) ensino presencial;
- (b) ensino a distância, em atividade síncrona;
- (c) aprendizagem autónoma;

e incluem a avaliação (tratada na secção 3.5).

Nos métodos pedagógicos (a) e (b) incluem-se as atividades de ensino e de aprendizagem, contabilizadas como as horas de contacto com a docente, consistindo no tempo dedicado a sessões de ensino de natureza coletiva, em sala de aula (ensino presencial) ou suportado por videoconferência (ensino a distância, em sessão síncrona). Nesta unidade curricular estes dois métodos contabilizam um total de 60 horas.

A aprendizagem autónoma (c) refere-se às atividades que o aluno realiza autonomamente, desenvolvidas no estudo individual e na execução de trabalhos e projeto, as quais deverão contribuir para a aplicação do conhecimento e compreensão. Nesta unidade, o método (c) e o tempo despendido na realização de atividades de avaliação totalizam 101 horas.

Os métodos de ensino e de aprendizagem mencionados para a unidade curricular estão representados na Figura 1. A figura contém elementos adicionais quanto ao funcionamento da unidade curricular, e respetivos suportes, os quais são descritos com detalhe ao longo deste documento.

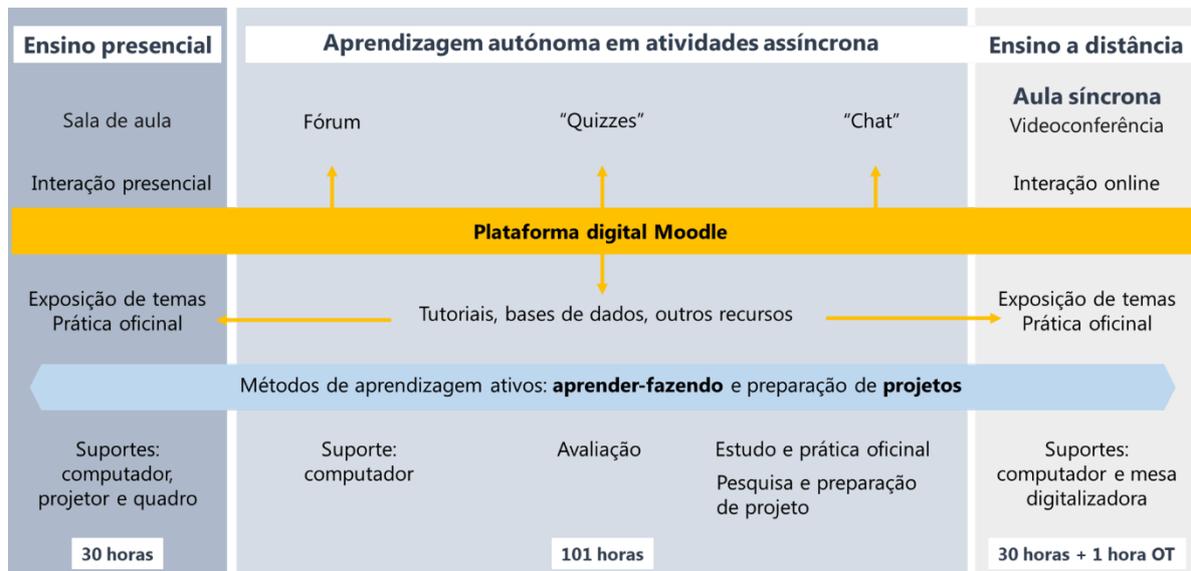


Figura 1. Representação dos métodos de ensino, meios e suportes utilizados nos processos de ensino e de aprendizagem da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais.

As aulas, nas modalidades didáticas de ensino presencial (em sala física) e a distância, na forma síncrona (em sala virtual), são de tipologia teórico-prática, assegurando flexibilidade na harmonização da componente de cariz teórico com a prática oficial.

O processo de ensino e de aprendizagem combina o uso da plataforma digital Moodle (secção 3.4) com momentos em contexto de sala de aula, sendo adotadas várias metodologias, operacionalizadas em diferentes estratégias: aulas com exposição teórica de conteúdo científico, interação com pacotes estatísticos e plataformas digitais, realização de trabalhos individuais e atividades em grupo, pesquisa, leitura e análise crítica de artigos científicos. São utilizados métodos de aprendizagem ativos, suportados no aprender-fazendo ("hands-on") e na preparação de projetos ("Project based learning"), convidando à participação e intervenção do aluno no processo de aprendizagem e promovendo a

criatividade na procura de soluções. A sensibilização para o desenvolvimento adicional de aptidões de comunicação, organização e apresentação de resultados – explicitamente consideradas no programa – facilitará a participação presente e futura dos alunos em atividades científicas

As aulas têm início com uma componente expositiva oral dos princípios teóricos, apoiados pela exposição de casos de estudo. Os exemplos expostos são casos reais da prática profissional de engenheiros florestais, ou são inspirados em questões concretas, incluindo casos de estudo de investigação conduzida pela docente ou por outros investigadores. Abrangem igualmente situações descritas em documento de suporte ou acedidas via pesquisa na *Internet*.

A partir da segunda aula, a exposição inicial contempla uma breve revisão dos assuntos tratados na aula anterior para consolidação do conhecimento, promovendo-se nessa atividade a interação com os alunos, e para fazer a ligação ao tema da nova aula.

Na exposição dos temas há recurso a projeções de conteúdos gráficos, de texto, imagem e esquemas, bem como referência a resultados experimentais e exibição de exemplificações práticas dos assuntos em desenvolvimento. A apresentação é feita através de diapositivos com recurso ao *software* Microsoft Office *Power Point*. As situações reais são diversificadas, e dependem do tema específico em análise. Nas aulas de natureza presencial, a exposição tem como suporte o projetor multimédia. As sessões síncronas são concretizadas através de plataforma de vídeo e áudio tendo prevalecido, no ano de 2020, o uso da plataforma Zoom recorrendo ao serviço Colibri (webconf-colibri.fccn.pt). Este serviço disponibiliza um ambiente adequado para a realização de aulas e serviço de tutoria a distância, incluindo ferramentas de gestão, funcionalidades de simulação de quadro para anotações, bem como partilha e gravação de sessões. Sempre que oportuno, recorre-se ao uso de quadro branco (em sala de aula) ou de mesa digitalizadora (em ensino a distância).

Para cada tema estão identificadas recomendações de consulta e leitura de secções específicas e de exemplos da Parte 2 do livro, já referenciado, "**Guia Prático de Avaliações Florestais: Inventário Florestal e Modelação Estatística**", de que é coautora. A consulta do guia facilita o estudo autónomo, permitindo aprofundar o conhecimento e firmar a aprendizagem. Além dos materiais indicados, são facultados tutoriais (sob a forma de documento ou de vídeo de curta duração) e é fornecida indicação de bibliografia suplementar de consulta para possibilitar uma aprendizagem mais aprofundada das matérias lecionadas.

À componente teórica segue-se uma parte oficial, procurando colocar em prática métodos de ensino e de aprendizagem centrados no aluno, promovendo a participação individualizada do aluno, supervisionada pela docente. A componente de aplicação prática é suportada por dados reais, de bases de dados variadas. O formato consiste, regra geral, na apresentação de um problema e sugestão de implementação dos procedimentos a adotar para resolução do mesmo. É reservado um período de tempo para os alunos realizarem a prática, permitindo a experimentação, a qual serve de fonte de reflexão e discussão, na temática de estudo desenvolvida.

Nas sessões presenciais e nas sessões a distância síncronas, a docente acompanha e apoia os alunos, esclarecendo dúvidas, percecionando dificuldades e auxiliando na resolução. Nas sessões de ensino a distância, a utilização de plataforma de vídeo e áudio, como o Zoom, permite uma interação muito eficaz na aprendizagem suportada por aplicações em folha de cálculo ou pacote estatístico. A partilha de ecrã permite o acompanhamento de procedimentos práticos com a participação direta dos alunos, fomentando-se a diversificação de participações voluntárias para perceção das dificuldades que possam ocorrer na prática oficial. Quando são detetadas hesitações, recorre-se a alternância de ecrãs

de modo a identificar desvios aos procedimentos e esclarecer dúvidas. É também facilitada a interação entre alunos, permitindo que assumam temporariamente o papel de tutor, em explicações prestadas a colegas com dúvidas. Tem-se particular cuidado na interação *online* de modo a criar uma base de confiança com os alunos.

Na unidade curricular privilegia-se o aprender-fazendo. A atividade prática é uma parte essencial da unidade curricular. Para a componente prática são disponibilizados diversos recursos incluindo vídeos, bases de dados e um documento de apoio (tutorial), para orientação. Este documento didático, com o título **“Análise de dados e modelação estatística: Suporte à componente oficial e bases de dados”**, é constituído por protocolos individualizados, abrangendo matérias específicas do programa, tendo como suporte bases de dados específicas, apropriadas à exposição dos temas.

Os vídeos tutoriais têm por base um guião com os textos e com componentes audiovisuais complementares, adequadas aos tópicos, sendo produzidos com programas que permitem a gravação vídeo e áudio, específicos, ou mais generalistas, de que é exemplo a própria plataforma Zoom. Estes tutoriais específicos do curso permitem, ao formando, replicar em aprendizagem individual, os procedimentos da parte prática⁷.

De modo a cativar o aluno, cada vídeo tem diferentes estruturas e componentes. Pelo mesmo motivo, ao longo dos tópicos diversificam-se os tipos de recursos e de atividades.

Promove-se o trabalho individualizado e em grupo, fomentando a interação entre estudantes recorrendo a estratégias acessíveis. Por exemplo, a participação nas aulas e em fórum, para discussão acerca dos temas, e a partilha de trabalhos desenvolvidos individualmente e disponibilizados para leitura e análise pelos colegas, com a devida concordância dos intervenientes.

A participação dos alunos e a discussão crítica dos assuntos lecionados é feita sob a forma de diálogo, promovendo a expressão de opiniões e sugestões bem como a apresentação de dúvidas durante a exposição. Com esta configuração de modalidade de ensino participativo procura-se desenvolver o sentido crítico dos alunos e prepará-los para a identificação de problemas e de propostas de solução para esses problemas. Adicionalmente procura-se valorizar o desenvolvimento do pensamento crítico, valência que é cada vez mais fundamental para os jovens, quer para a vida em sociedade, quer no âmbito laboral.

A organização de tópicos é desenhada de modo a intercalar temas de maior complexidade teórica com temas complementares do domínio da análise visual de dados e de comunicação de informação gráfica. Esta estratégia promove a aquisição de competências complementares e o desenvolvimento de habilidades comportamentais (“soft skills”), como a colaboração e a comunicação, contribuindo para atrair a atenção dos estudantes para a unidade curricular.

Ao longo do semestre, os estudantes são responsabilizados pela elaboração de um projeto individual. O tema do projeto pode ser proposto pelo estudante, sujeito a aceitação por parte da docente, ou selecionado de entre um conjunto de sugestões identificadas previamente pela docente. Abrange, entre outras possibilidades, a aprendizagem de técnicas ou ferramentas de suporte ao processo de estimação de modelos, formação avançada em análise de dados e desenvolvimento de processos criativos ou de comunicação, ou pesquisa aprofundada, nos assuntos abrangidos no programa.

⁷ Alguns destes materiais estão a ser concebidos, colocando em prática orientações de formação especializada que a candidata obteve em cursos promovidos pela UTAD (Jornadas Interinstitucionais de Desenvolvimento Pedagógico e através do Projeto UNorteX.PT - Extension School, 2020).

A evolução do trabalho é supervisionada pela docente, de modo a monitorizar o desenvolvimento do mesmo e intervir com esclarecimentos, incentivos ou recomendações para apoiar a aprendizagem. Esta componente do processo de ensino e de aprendizagem é assegurada na modalidade de ensino a distância, em duas sessões síncronas, sendo combinado um momento intercalar de reflexão e comentário do desenvolvimento do trabalho em atividade assíncrona em dinâmica de “feedback”.

Os trabalhos desenvolvidos como projeto são apresentados e debatidos nas duas últimas semanas de aulas, em contexto sala de aula.

3.4 Plataforma de suporte à aprendizagem

A plataforma de suporte à aprendizagem é a plataforma Moodle (“Modular Object- Oriented Dynamic Learning Environment”). Trata-se de uma plataforma disponibilizada como software livre, de suporte a atividades pedagógicas, executado num ambiente virtual. A UTAD faz parte da comunidade que recorre a esta plataforma possuindo um servidor Moodle próprio (<https://moodle.utad.pt/>).

O recurso à plataforma Moodle oferece um conjunto de vantagens, com destaque para a facilidade de organização e acesso a recursos, a disponibilização de atividades e a promoção de comunicação extra sala de aula entre os alunos e entre os alunos e o professor.

Atendendo à experiência da docente e ao retorno dado pelos alunos, a organização dos conteúdos no Moodle que consideramos mais adequada é a feita por tópicos, procurando estruturar o programa de modo a que cada sessão aborde um ou mais tópicos específicos. Esta metodologia simplifica a disponibilização de materiais de apoio à aula e sua utilização, por parte dos alunos, facilitando o estudo e evitando a procrastinação da realização das atividades, ao seguir-se a estratégia de dividir uma tarefa maior em tarefas menores, mais facilmente geríveis.

Os recursos disponibilizados para promoção do estudo e da aprendizagem são diversos e incluem os tutoriais das sessões, classificados em tutoriais de exposição de conteúdos e em protocolos de acompanhamento à prática oficial. São propostos recursos complementares como vídeos de curta duração, para esclarecimento de procedimentos realizados na componente prática, com folha de cálculo ou com o pacote estatístico adotado na unidade curricular e ligações a recursos *web* incluindo aplicações para funcionamento em motor de busca (“Applets”), na área da modelação. Além das atividades que são realizadas com suporte aos referidos recursos, utiliza-se o fórum para discussão de temas e elaboram-se questionários (“Quizzes”), com a funcionalidade “testes”, com perguntas acerca da matéria.

A Figura 2 ilustra a representação da organização de conteúdos em tópicos. A partir do tópico 1, referente à apresentação, a estrutura dos tópicos seguintes recorre ao modelo descrito para o tópico 2, diversificando-se os recursos (por exemplo, vídeo, ficheiro, pasta, url), e as atividades (nomeadamente, fórum, trabalho, *workshop*, teste, sondagem), escolhendo os mais apropriados a cada tópico.

Tópico 1	APRESENTAÇÃO
RECURSOS	
Vídeo de apresentação	Apresentação pessoal, apresentação da UC e dos resultados esperados por parte dos alunos. Sistema de avaliação. Identificação das atividades de avaliação.
Guia da UC	Documento informativo com os capítulos, conteúdos, objetivos, atividades a realizar pelos alunos e sistema de avaliação.
Linha do tempo	Documento com a identificação das sessões e conteúdos e momentos de avaliação.
Bibliografia	Identificação da bibliografia principal e complementar, em documento, e em ligações a sítios Web.
ATIVIDADES	
Fórum de anúncios	O fórum fica aberto ao longo do curso e é utilizado para colocação de avisos.
Quiz	Conjunto de perguntas gerais para avaliar o conhecimento dos alunos acerca dos tópicos do curso.
Tópico 2	DESIGNAÇÃO
RECURSOS	
Documento orientador	Sumário do conteúdo do tópico. Objetivos e metas (o que é esperado que os alunos alcancem com o tópico).
Pacote estatístico	Pasta com o software a usar e licença.
Base de dados	Ficheiro com a base de dados de suporte ao conteúdo abordado no tópico.
Vídeo de suporte	Vídeo de suporte com gravação em tela das aplicações em folha de cálculo ou pacote estatístico para os alunos poderem acompanhar e rever os procedimentos.
ATIVIDADES	
Trabalho	Tutorial para realização de trabalho oficial. A atividade permite recolher submissões dos alunos e rever, avaliar e comentar.
Fórum	Atividade para apoio à discussão, onde os alunos refletem e partilham opiniões sobre a resolução da atividade oficial. Participação para colocação de dúvidas e de esclarecimentos.

Figura 2. Representação concetual da organização em tópicos, atendendo à implementação na plataforma Moodle.

Além das utilizações referidas, emprega-se o fórum de avisos do Moodle para partilhar a ligação ao sistema de videoconferência Zoom nas aulas a distância. A plataforma também possui uma aplicação de *chat* facilitadora de contacto entre a docente e os alunos, em sessões não presenciais.

Complementarmente ao uso da plataforma de suporte à aprendizagem Moodle, é utilizada uma outra plataforma, transversal a todas as Escolas e cursos da UTAD, designada por plataforma SIDE (Sistema de Informação de Apoio ao Ensino, <https://side.utad.pt/>). Esta plataforma é utilizada para inserção dos sumários das aulas, redigidos no final de cada aula, e registo de presenças, para monitorização da assiduidade. É também usada na inscrição para as provas de avaliação (testes e exames), bem como em todos os procedimentos de ordem administrativa de apoio ao ensino.

3.5 Avaliação de conhecimentos

A avaliação de conhecimentos segue o Regulamento Pedagógico da UTAD, doravante designado Regulamento, transcrevendo-se nesta secção o conteúdo diretamente relacionado com este processo.

Como consta no Regulamento, a avaliação destina-se a apurar os conhecimentos e as competências adquiridas pelos estudantes, constituindo uma atividade pedagógica indissociável do processo de ensino-aprendizagem, devendo ser valorizadas formas de avaliação diversificadas e mais distribuídas ao longo do período de aulas. Os estudantes são avaliados, de forma independente, através dos seguintes regimes, de maneira a que cada um deles contemple a possibilidade de aprovação à UC: (a) avaliação contínua; (b) avaliação por exame; (c) avaliação por projeto.

O regime de avaliação contínua é o modo obrigatório e presume um mínimo de dois elementos de avaliação distintos realizados durante o período escolar previsto no calendário escolar, de acordo com calendarização e com fórmula de cálculo da classificação final, pré-definidas. Esta informação deve constar explicitamente na Ficha da Unidade Curricular (FUC), acessível no SIDE.

O aluno tem direito a uma avaliação complementar que lhe possibilite colmatar componentes da avaliação contínua nas quais não tenha obtido a classificação mínima para obter aprovação à unidade curricular, através da repetição de um ou mais elementos de avaliação previstos. Essa avaliação decorre na época de exames e aplica-se nas seguintes circunstâncias:

- (a) quando não tenha obtido a classificação mínima estipulada (a qual não poderá ser superior a 9 valores), a uma ou mais componentes da fórmula de avaliação e desde que o seu peso conjunto não ultrapasse 50 % da fórmula de cálculo da avaliação;
- (b) no caso de não estar definida na FUC a classificação mínima referida, ou quando apesar de ter obtido essa classificação mínima, não tenha atingido, no conjunto das componentes de avaliação, uma classificação que lhe garanta aprovação.

A avaliação por exame é constituída por provas com parte escrita e oral, ou ambas, definidas na FUC, a realizar durante o período de avaliação previsto no calendário escolar, sendo toda a matéria sumariada na UC objeto de avaliação. Na UTAD estão instituídas três épocas de exame: normal, de recurso e especial, estando esta terceira época restringida a circunstâncias particulares de acesso, devidamente expostas no Regulamento.

O principal regime de avaliação da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais é a avaliação contínua, com base num conjunto de elementos de avaliação de natureza diversa. O modelo de avaliação a adotar, quanto à aprendizagem dos alunos, respeita essencialmente à avaliação diagnóstica, de carácter sumativo, tendo por objetivo quantificar o nível de conhecimentos adquiridos pelos alunos e avaliação formativa, visando orientar o trabalho de aprendizagem dos alunos.

Pretende-se a participação dos alunos na discussão de temas enquadrados no programa da unidade curricular, a cooperação (socialização) através da atividade de utilização de fóruns, o envolvimento em atividade oficial, supervisionada ou desenvolvido extracurricularmente, com entrega de trabalhos, e a realização de um projeto exploratório de modelação.

O projeto faz parte dos elementos de avaliação individual da unidade curricular e visa fazer adquirir competências ao aluno em etapas específicas do processo de modelação, ou com elas relacionadas, indo, por conseguinte, ao encontro dos objetivos do curso. Ao longo do semestre são definidos três momentos de interação com o aluno. Dois com data pré-estipulada, que decorrem nas sessões síncronas (7^a e 23^a aulas), com a presença dos pares, e outro intercalar sob a forma de atividade assíncrona. O método exposto, permite uma estratégia de avaliação aconselhada em *b-learning* cujo foco não é reservado apenas ao produto (projeto como resultado final) mas também ao processo, permitindo alargar a avaliação da aprendizagem, para a avaliação como aprendizagem (com foco no processo de escolha e preparação do tema) e para a aprendizagem (com foco no processo de desenvolvimento e versão preliminar do projeto).

É disponibilizado um conjunto de 10 questionários, para verificação periódica dos conhecimentos, e realiza-se um teste, após lecionação de um mínimo de 12 semanas de aulas.

A avaliação fica definida pelas componentes:

1. Participação no **fórum**: 2%
2. Realização e entrega de **trabalhos práticos**: 8%
3. Resposta a **questionários** breves acerca dos conteúdos: 10%
4. **Teste** escrito: 50%
5. Preparação (12%) e apresentação de um **projeto** exploratório em relatório escrito (10%) e em comunicação oral (8%): 30%

No **fórum** são colocadas questões para reflexão, pesquisa, ou análise, suplementares aos conteúdos abordados nos tópicos. Por exemplo, a origem do termo regressão; o motivo de utilização de desvios paralelos ao eixo vertical; o efeito de erros de medição na qualidade do modelo, entre outros.

A realização de **trabalhos práticos** tem como suporte o guião de procedimentos disponibilizado aos alunos para a componente oficial, promovendo-se a entrega, sob a forma de relatório, da síntese de procedimentos e de resultados conseguidos. Está prevista a entrega de um mínimo de 4 trabalhos práticos. Caso seja submetido para avaliação um número superior, serão considerados, para efeito de cálculo de avaliação final, os 4 mais bem classificados. O período de preparação dos relatórios é discutido na primeira aula, sendo proposto o prazo de uma semana após a sessão em que foi concluído o tema.

Nos **questionários** são colocadas perguntas que abrangem tópicos já abordados, sendo permitida a resposta a cada questionário sob a forma de 3 tentativas a cada 8 h. Cada questionário fica acessível durante 5 dias. Presume-se que o aluno possa obter a classificação máxima, dada a possibilidade de aceder mais do que uma vez a cada questionário.

O **teste** escrito incide sobre toda a matéria lecionada até à semana anterior à da data do teste e inclui perguntas: (a) acerca de conceitos teóricos a que o aluno deve responder demonstrando um domínio da matéria e aptidão para interligação entre os vários assuntos lecionados; (b) aplicação a casos reais

através de questões práticas. Para efeito de aprovação à unidade curricular, o estudante terá de obter uma classificação mínima de 8,5 valores neste elemento de avaliação.

Na componente **projeto** cada estudante desenvolve e apresenta um trabalho do seu interesse, baseado em pesquisa individual, sob supervisão para aprovação e facilitação de meios e conteúdos. Algumas das opções de projeto, são:

- (a) Planeamento e execução de recolha de dados de atributos de árvores ou de povoamentos para desenvolvimento de modelo, para um objetivo pré-definido. Desenvolvimento e análise detalhada do modelo.
- (b) Pesquisa de um modelo de simulação (descrito em artigo científico, disponibilizado em plataforma ou acedido diretamente). Exploração da base concetual, descrição dos objetivos, identificação da estrutura (módulos), condições de aplicação, acessibilidade e usabilidade.
- (c) Familiarização com a linguagem de programação R e replicação de um caso de estudo, com manipulação, análise e visualização de dados, usando como suporte esta linguagem.

O Regulamento Pedagógico estipula que momentos de avaliação contínua sejam efetuados durante o período letivo previsto no calendário escolar em datas, horas e locais que não ponham em causa o normal funcionamento das aulas. No caso da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, a participação em fórum, bem como a resposta aos questionários são praticadas em momento determinado pelo aluno, dentro do período em que estão acessíveis as participações nas atividades. Quanto à apresentação do trabalho do projeto, esta é realizada em contexto de sala de aula, para promover a interação e partilha entre colegas. Em relação ao teste, a prova é realizada em data e horário, acordados previamente com os alunos.

A classificação final à unidade curricular traduz-se num valor inteiro compreendido entre 0 e 20 valores. Consideram-se aprovados os estudantes cuja classificação final é igual ou superior a 10 valores, valor obtido após arredondamento à unidade mais próxima.

Na avaliação contínua a classificação é obtida através da ponderação dos diversos elementos de avaliação, classificados em escala de 0 a 20 valores, segundo a fórmula de cálculo:

$$\text{Classificação final} = 0,02 F + 0,08 TP + 0,10 Q + 0,50 T + 0,12 PR + 0,10 RE + 0,08 CO$$

sendo,

- F – média da classificação obtida na participação em atividades de fórum, num mínimo de duas participações validadas;
- TP – média da classificação obtida em 4 trabalhos práticos (ou no subconjunto dos 4 mais bem classificados);
- Q – média da classificação conseguida nos questionários;
- T – classificação obtida em teste;
- PR – classificação obtida no processo de desenvolvimento do projeto;
- RE – classificação atribuída à componente escrita do projeto;
- CO – classificação obtida na apresentação oral do projeto.

A expressão de cálculo da média final mantém-se válida para os alunos submetidos a prova complementar. Quando a componente a avaliar corresponde à da prova escrita, a classificação do teste é substituída pela classificação da prova complementar. Se a reavaliação incide em outras componentes, identifica-se qual ou quais requerem nova avaliação, e disponibiliza-se a repetição ou a avaliação nesse(s) elemento(s).

Na avaliação por exame, a prova é escrita, e inclui as componentes teórica e prática.

De acordo com o Regulamento, a duração de provas escritas (teste ou exame) não pode exceder duas horas e trinta minutos, podendo ser concedido um período de tolerância não superior a trinta minutos.

Em anexo, apresentam-se exemplos de provas realizadas na unidade curricular Modelação de Recursos Florestais.

3.6 Avaliação da unidade curricular

O Regulamento Pedagógico em vigor na UTAD prevê a Avaliação Pedagógica, a qual é feita a dois níveis: uma avaliação feita pelos estudantes e outra realizada pelos docentes.

Na avaliação realizada pelos estudantes, os alunos devem preencher os questionários disponibilizados no SIDE, de acordo com o previsto no Regulamento de Avaliação da Qualidade Pedagógica da UTAD. Nesses questionários é feita recolha de informação acerca do desempenho pedagógico dos docentes, bem como das unidades curriculares. Os resultados são analisados pelo Gabinete de Gestão da Qualidade da UTAD (GESQUA), em colaboração com o Conselho Pedagógico da Escola para efeitos da melhoria dos processos pedagógicos.

A avaliação feita pelos docentes, de procedimento obrigatório, fica a cargo do regente da unidade curricular, o qual tem de elaborar um Relatório de Autoavaliação (RAAUC), por cada UC, de acordo com modelo próprio elaborado pelo GESQUA, em colaboração com os Conselhos Pedagógicos das Escolas. Este relatório analisa os resultados obtidos pelos estudantes, avalia sumariamente a lecionação, sendo solicitado ao regente que refira os pontos positivos e aqueles que carecem de aperfeiçoamento e que proponha um plano de atuação, caso os resultados não tenham sido satisfatórios.

No caso da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, a utilização da plataforma Moodle permite análises adicionais, cujos resultados serão integrados no RAAUC. Estas análises adicionais incluem a realização de um inquérito aos alunos, disponibilizado no Moodle, para recolha de informação complementar à registada em inquérito do GESQUA, acerca do funcionamento da unidade curricular. Os resultados dos inquéritos e dos comentários dos alunos, complementados com a análise das estatísticas da aprendizagem (estatística de acesso e de atividade no Moodle) são utilizados para adaptar ou corrigir as estratégias planeadas de forma a garantir que a formação decorra com sucesso.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DA UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS

4.1 Programa teórico-prático detalhado da unidade curricular

Retomam-se as linhas gerais do programa para o ensino teórico-prático da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais apresentadas na secção 2.4 e procede-se à particularização dos conteúdos, de orientação à atividade letiva.

Os temas tratados e a definição do desenvolvimento com que são abordados têm em consideração os objetivos e qualificações de aprendizagem visados, definidos anteriormente; o enquadramento da unidade curricular nos planos de estudo em Engenharia Florestal, mais especificamente no Curso de Mestrado, onde se insere; e o tempo letivo disponível.

PROGRAMA DA UNIDADE CURRICULAR MODELAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS

Sumário dos temas a tratar

Capítulo 1 – A Ciência de Dados, a Estatística e a Engenharia Florestal.

- 1.1 Introdução. A unidade curricular no curso. Objetivos e âmbito.
- 1.2 Os dados. Tipos de dados e de variáveis. Revisão de conceitos estatísticos elementares quanto à natureza das observações que integram os dados (qualitativas, de escala nominal ou ordinal; quantitativas, variáveis de natureza contínua ou discreta).
- 1.3 A Ciência de Dados. Uma visão geral de “Data Science” e “Data Scientist”. A Inteligência Artificial, a Aprendizagem de Máquinas e a Estatística.
- 1.4 A importância dos dados na Engenharia Florestal. Quais os dados que envolvem os recursos florestais? Quais os dados que suportam a tomada de decisão? Como valorizar a utilidade dos dados?
- 1.5 A análise preliminar de dados. Análise quantitativa. Como resumir informação que possa ser útil e reutilizada? A redução dos dados. Revisão de conceitos básicos de estatística descritiva.
 - 1.5.1 Análise quantitativa a uma dimensão. Estatísticas de descrição de uma série de observações (mínimo, máximo, média, desvio padrão, coeficiente de variação, quantis e percentis).
 - 1.5.2 Análise quantitativa multivariável. Estatísticas de descrição de duas ou mais séries de observações, por pares. A covariância e o coeficiente de correlação de Pearson.

- 1.6 A análise exploratória de dados. Visualização de dados. As representações gráficas. A importância da perceção. Identificação de padrões, de tendências e de “anomalias” ou “irregularidades”.
 - 1.6.1 Análise da distribuição dos valores das variáveis. Histogramas e diagramas de barras. Aproximação à normalidade.
 - 1.6.2 Análise dos diagramas de dispersão. Gráficos de dispersão de Y em X (duas dimensões, 2D). Visualização de terceira dimensão em gráficos 2D.
- 1.7 Aprendizagem e familiarização com o pacote estatístico adotado na unidade curricular. Criação de ficheiros, manipulação de dados, funções estatísticas, funcionalidades de análise de dados.

Capítulo 2 – Os modelos aplicados a dados de recursos florestais.

- 2.1 Introdução. O que é um modelo? Caracterização de “modelos florestais”.
- 2.2 Classificação dos modelos aplicados a dados de recursos florestais. Apresentação de sistemas de classificação e identificação dos critérios subjacentes.
- 2.3 Pesquisa e identificação de modelos com interesse na Engenharia Florestal. Modelos referidos na literatura ou em fontes *web*. As plataformas que alojam modelos de suporte à gestão das florestas.
- 2.4 Análise de modelos. Exemplificação com modelos aplicáveis à floresta Portuguesa.
 - 2.4.1 Caracterização geral do modelo.
 - 2.4.2 Desenho da estrutura do modelo.
 - 2.4.3 Dados de entrada e informação de saída.
 - 2.4.4 Ensaio, desempenho e resultados.
 - 2.4.5 Acessibilidade e usabilidade.

Capítulo 3 – Conceitos fundamentais do modelo de regressão linear simples.

- 3.1 Introdução e enquadramento. Da origem do termo regressão à aprendizagem de máquinas.
- 3.2 Objetivos da análise de regressão.
- 3.3 Apresentação formal do modelo de regressão linear simples. O modelo de regressão linear simples em notação matricial.
- 3.4 Estimação do modelo. O método dos mínimos quadrados (*Least Squares*, LS). Pressupostos. Propriedades dos estimadores LS sob condições ideais.
- 3.5 Análise sumária da qualidade da estimação.
 - 3.5.1 Análise da bondade de ajustamento através do coeficiente de determinação.
 - 3.5.2 A variância residual e o desvio padrão dos resíduos.
- 3.6 Análises complementares.

- 3.6.1 A significância global do modelo de regressão. Partição da variância total. A análise de variância (ANOVA). Interpretação do quadro ANOVA. O teste de F. A significância estatística. O valor-p.
- 3.6.2 A significância dos parâmetros individuais. O teste de t. A significância estatística. O valor-p. Intervalos de confiança.
- 3.7 Análise de resíduos. Gráfico dos resíduos em relação aos valores do regressor ou em relação aos valores estimados da variável resposta.
- 3.8 Apresentação do modelo estimado. Sumário dos resultados da estimação.
- 3.9 Aplicação a dados de recursos florestais.

Capítulo 4 – Conceitos fundamentais do modelo de regressão linear múltipla.

- 4.1 Introdução ao modelo de regressão linear múltipla.
- 4.2 Apresentação formal do modelo. Apresentação em notação matricial.
- 4.3 Estimação do modelo pelo método dos mínimos quadrados. Generalização ao modelo de regressão linear múltipla. Pressupostos. Propriedades dos estimadores LS sob condições ideais.
- 4.4 Análise sumária da qualidade da estimação.
 - 4.4.1 Análise da bondade de ajustamento através do coeficiente de determinação ajustado.
 - 4.4.2 A variância residual e o desvio padrão dos resíduos.
- 4.5 Análises complementares.
 - 4.5.1 A significância global do modelo de regressão.
 - 4.5.2 A significância dos parâmetros individuais.
- 4.6 Análise de resíduos. Gráfico dos resíduos em relação aos valores estimados da variável resposta.
- 4.7 Apresentação do modelo estimado. Sumário dos resultados da estimação.
- 4.8 Aplicação a dados de recursos florestais.

Capítulo 5 – O processo de modelação. Da conceção à análise exploratória.

- 5.1 Introdução.
- 5.2 Planeamento do processo e identificação das etapas.
- 5.3 Os dados de suporte.
 - 5.3.1 Dados seccionais e dados em série temporal. O planeamento e a recolha de informação. Delineamento e amostragem. Dimensão e representatividade da amostra. Os erros de medição.
 - 5.3.2 O registo e a preparação dos dados. A organização dos dados.

- 5.3.3 A verificação dos dados. A importância de uma observação. Como proceder na presença de observações extremas ou perante falhas de informação?
- 5.3.4 O armazenamento da informação. Garantir a usabilidade das bases de dados.
- 5.3.5 Vamos usar todos os dados na modelação? Dados para ajustamento e dados para verificação ou validação. Partição de dados.
- 5.4 A pesquisa bibliográfica e o contacto com especialistas.
- 5.5 A seleção dos potenciais regressores. Análises exploratórias.
 - 5.5.1 Análise exploratória autónoma.
 - 5.5.2 Utilização de técnicas automáticas. Todas as combinações possíveis (“All possible models”).
 - 5.5.3 Utilização de técnicas automáticas baseadas em algoritmos sequenciais. Regressão passo-a-passo (“stepwise regression”), seleção sequencial (“forward”) e eliminação sequencial (“backward”). O processo misto. Especificação dos valores de probabilidade, valor-p, para definir a seleção ou a eliminação. A estatística Cp-Mallows.
- 5.6 Síntese dos procedimentos e planeamento das próximas etapas.

Capítulo 6 – Os modelos de regressão linear. Incumprimento de pressupostos. Diagnósticos e soluções de problemas.

- 6.1 Multicolinearidade. Falha de ortogonalidade nos regressores em regressão linear múltipla.
 - 6.1.1 Definição e causas.
 - 6.1.2 Consequências. Instabilidade ou alteração do sinal dos parâmetros estimados. Efeito na predição.
 - 6.1.3 Diagnósticos. A correlação entre regressores. Os fatores de inflação de variância dos coeficientes de regressão.
 - 6.1.4 Soluções. O princípio da parcimónia: quando menos é mais.
 - 6.1.5 Aplicação a dados de recursos florestais.
- 6.2 Variância não homogénea.
 - 6.2.1 Heterocedasticidade do termo do erro. Definição.
 - 6.2.2 Efeitos.
 - 6.2.3 Diagnósticos. Análise visual. A análise do gráfico de dispersão de Y em X e a análise do gráfico dos resíduos em relação aos valores estimados da variável resposta.
 - 6.2.4 Diagnósticos. Testes estatísticos. O teste de Goldfeld-Quandt. O teste de correlação de ordem de Spearman.

- 6.2.5 Soluções. Transformações da variável resposta para estabilizar a variância. Aspectos complementares a considerar: erros de especificação, análise das estatísticas sumárias e obtenção dos valores da variável resposta para as unidades originais.
- 6.2.6 Soluções. O método dos mínimos quadrados ponderados. Procedimento para identificação da função de ponderação a usar.
- 6.2.7 Aplicação a dados de recursos florestais.
- 6.3 Autocorrelação.
 - 6.3.1 Definição. Causas e efeitos.
 - 6.3.2 Diagnósticos. Análise visual. A análise do gráfico de dispersão dos resíduos em relação ao tempo. Autocorrelação positiva e autocorrelação negativa.
 - 6.3.3 Diagnósticos. Testes estatísticos. O teste de Durbin-Watson. Condições em que o teste é válido.
 - 6.3.4 Soluções. Evitar erros de especificação. Rever o modelo. As equações às diferenças.
 - 6.3.5 Aplicação a dados de recursos florestais.
- 6.4 Não normalidade do termo do erro.
 - 6.4.1 Importância na inferência estatística.
 - 6.4.2 Diagnósticos. Análise visual. Os gráficos quantil-quantil normal ("QQ plot"). O ajustamento da distribuição normal à distribuição dos resíduos.
 - 6.4.3 Aplicação a dados de recursos florestais.

Capítulo 7 – O modelo de regressão não linear

- 7.1 Modelos não lineares nos parâmetros. Introdução à regressão não linear.
 - 7.1.1 Modelos linearizáveis.
 - 7.1.2 Modelos intrinsecamente não lineares.
 - 7.1.3 Apresentação formal do modelo de regressão não linear.
- 7.2 Estimação do modelo pelo método dos mínimos quadrados não lineares. Propriedades dos estimadores.
 - 7.2.1 A minimização da soma de quadrados dos resíduos por processos iterativos para obtenção de solução. Cuidados a ter. Mínimos locais e mínimo global.
 - 7.2.2 A atribuição de valores iniciais aos parâmetros. O caso dos modelos linearizáveis.
 - 7.2.3 Estratégias para encontrar valores iniciais em modelos intrinsecamente não lineares. Conhecimento da função e da variável a modelar. Pesquisa de casos de estudo análogos. Procedimento automatizado para gerar grelha de valores de soma de quadrados de resíduos.

- 7.3 Análise da qualidade da estimação.
 - 7.3.1 Identificação da informação providenciada como resultado da estimação de modelos não lineares, comparativamente à obtida com os modelos lineares.
 - 7.3.2 Limitações na inferência estatística. Validade para amostras grandes.
- 7.4 Porque não aplicar transformações e depois aplicar os parâmetros com um modelo linear? É incorreto linearizar?
- 7.5 Aplicação a dados de recursos florestais.
 - 7.5.1 A relação alométrica.
 - 7.5.2 As funções de crescimento. Funções de crescimento de base biológica e funções de crescimento orientadas pelos dados.
 - 7.5.3 Exploração complementar. Identificação de aplicações divulgadas na literatura e caracterização das funções não lineares. Organização de bases de dado com medições múltiplas.

Capítulo 8 – O processo de modelação. O desenvolvimento do modelo e a verificação.

- 8.1 Do desenvolvimento à seleção de um subconjunto de modelos “candidatos”. Aproximação do geral para o particular (“top-down”).
- 8.2 Definição de critérios para apoio à seriação dos modelos. Preparação de lista de verificação.
 - 8.2.1 Conformidade aos pressupostos. Razoabilidade biológica.
 - 8.2.2 Comparação entre os valores observados e os valores preditos. Estatísticas baseadas nos resíduos para avaliação de enviesamento e de precisão.
 - 8.2.3 O caso particular de modelos com transformação da variável resposta.
- 8.3 Avaliação das estimativas para um conjunto de dados da base inicial, não utilizado no processo de estimação. Verificação.
- 8.4 Avaliação da prestação numa amostra de dados distinta da usada na estimação. Validação.

Capítulo 9 – Processo de modelação. Preparação da comunicação de resultados e apresentação dos modelos.

- 9.1 Legibilidade. A tipografia, fontes e tamanhos de letra.
- 9.2 Editores de equações.
- 9.3 Preparação de quadros. Informação a apresentar. Organização e disposição da informação.
- 9.4 Preparação de gráficos.
 - 9.4.1 A representação gráfica apropriada. Os títulos. Os eixos. A escala.

- 9.4.2 As cores. Modo de cores RGB e CMYK. Seleção de cores. Escalas de cores. Roda de cores. Ferramentas de acessibilidade de contraste e cor.

Capítulo 10 – Modelos com variáveis qualitativas como regressores.

- 10.1 A definição de categorias e a análise de efeitos através de variáveis binárias (ou “dummy”).
- 10.2 A estimação e a interpretação de resultados.
- 10.3 Aplicação a dados de recursos florestais.

Capítulo 11 – Os modelos lineares generalizados.

- 11.1 Apresentação dos modelos lineares generalizados (MLG).
- 11.2 Os MLG para variável resposta binária: a regressão logística.
 - 11.2.1 Desenvolvimento do modelo.
 - 11.2.2 Estimação e interpretação de resultados.
 - 11.2.3 Análise da qualidade da estimação.
- 11.3 Os MLG para variável resposta Poisson: a regressão de Poisson (modelo log-linear).
- 11.4 Aplicação a dados de recursos florestais.

Capítulo 12 – Tópicos complementares em modelação de recursos florestais.

- 12.1 Modelos mistos. Apresentação e compreensão.
 - 12.1.1 Formulação geral: efeitos fixos e efeitos aleatórios.
 - 12.1.2 Comparação com modelos sem efeitos aleatórios.
 - 12.1.3 Identificação e análise de aplicações divulgadas na literatura.
- 12.2 Métodos estatísticos e técnicas de aprendizagem de máquina não supervisionada.
 - 12.2.1 Análise em “clusters”.
 - 12.2.2 Modelação biologicamente inspirada: redes neurais e algoritmos genéticos.
 - 12.2.3 Expectativas na modelação de dados de recursos florestais.

Capítulo 13 – Os modelos. Comunicação de resultados e apresentação dos modelos.

- 13.1 Comunicação científica e comunicação técnica. Aplicações.
- 13.2 Preparação de resumo gráfico.

4.2 Calendarização dos temas abordados no programa da unidade curricular

Os capítulos são organizados de forma sequencial e interligados, ocupando uma ou mais aulas teórico-práticas. No Quadro 3 apresenta-se a calendarização dos temas da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais para o conjunto das aulas teórico-práticas previstas. No quadro identifica-se a modalidade de ensino, presencial (ePRE) ou a distância (eDIS) de cada aula. O plano de aulas foi estruturado para permitir o equilíbrio entre ambas as modalidades.

O programa é apresentado em 15 aulas teórico-práticas de ensino presencial, e em 15 aulas teórico-práticas de ensino a distância, em sessões síncronas. As aulas têm uma duração de 2 horas, em ambas as modalidades, sendo essa duração efetiva reduzida em 10 minutos, para cumprimento de orientações do Regulamento Pedagógico. Em cada semana, ocorre uma aula presencial em contexto sala de aula e uma aula em ensino a distância.

Quadro 3. Sequência de temas abordados no programa da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais e distribuição pelas aulas.

Aula	Mod.	Tema e conteúdo
1	eDIS	Apresentação. Capítulo 1 – A Ciência de Dados, a Estatística e a Engenharia Florestal. Itens 1.1 a 1.5.
2	ePRE	Capítulo 1 (conclusão). Itens 1.6 e 1.7.
3	eDIS	Capítulo 2 – Os modelos aplicados a dados de recursos florestais.
4	ePRE	Capítulo 3 – Conceitos fundamentais do modelo de regressão linear simples. Itens 3.1 a 3.6.
5	eDIS	Capítulo 3 (conclusão). Itens 3.7 a 3.8.
6	ePRE	Capítulo 4 – Conceitos fundamentais do modelo de regressão linear múltipla.
7	eDIS	Projeto – Avaliação como Aprendizagem.
8	ePRE	Capítulo 5 – O processo de modelação. Da conceção à análise exploratória. Itens 5.1 a 5.4.
9	eDIS	Capítulo 5 (continuação). Itens 5.5 a 5.6.
10	ePRE	Capítulo 6 – Os modelos de regressão linear. Incumprimento de pressupostos. Diagnósticos e soluções de problemas. Item 6.1..1 a 6.1.3.
11	eDIS	Capítulo 6 (continuação). Item 6.1.4.

Quadro 3. Sequência de temas abordados no programa da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais e distribuição pelas aulas. (Cont.)

Aula	Mod.	Tema e conteúdo
12	ePRE	Capítulo 6 (continuação). Item 6.2.1 a 6.2.4.
13	eDIS	Capítulo 6 (continuação). Item 6.2.5 a 6.2.6.
14	ePRE	Capítulo 6 (continuação). Item 6.3.
15	eDIS	Capítulo 6 (continuação). Item 6.4.
16	ePRE	Capítulo 7 – O modelo de regressão não linear. Itens 7.1 a 7.5.1
17	eDIS	Capítulo 7 (continuação). Item 7.5.2.
18	ePRE	Capítulo 7 (conclusão). Item 7.5.3.
19	eDIS	Capítulo 8 – O processo de modelação. O desenvolvimento do modelo e a verificação.
20	ePRE	Capítulo 9 – O processo de modelação. Preparação da comunicação de resultados e apresentação dos modelos.
21	eDIS	Capítulo 10 – Modelos com variáveis indicadoras ou “dummy” como regressores.
22	ePRE	Capítulo 11 – Os modelos lineares generalizados. Itens 11.1 e 11.2.
23	eDIS	Projeto – Avaliação para a Aprendizagem.
24	ePRE	Capítulo 11 (conclusão). Item 11.3.
25	eDIS	Capítulo 12 – Tópicos complementares em modelação de recursos florestais. Item 12.1.
26	ePRE	Capítulo 12 (continuação). Item 12.2.1.
27	eDIS	Capítulo 12 (conclusão). Itens 12.2.2 e 12.2.3.
28	ePRE	Capítulo 13 – Os modelos. Comunicação de resultados e apresentação dos modelos. Item 13.1. Aplicações. Apresentação de Projeto.
29	eDIS	Capítulo 13 (continuação). Item 13.2. Preparação de resumo gráfico.
30	ePRE	Capítulo 13 (conclusão). Item 13.1. Aplicações. Apresentação de Projeto.

Legenda. Mod.: Modalidade de ensino, presencial (ePRE) ou a distância (eDIS).

No Quadro 4 apresenta-se a distribuição do tempo de trabalho requerido na unidade curricular na proposta de modalidade mista, em *b-learning*, totalizando as 162 horas.

Quadro 4. Componentes do trabalho na unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, distribuídas por tipo de trabalho.

Componentes do trabalho	Tipo de trabalho	Tempo (h)
Participação em ensino presencial	Participação em aulas teórico-práticas	30
Participação em ensino a distância (atividade síncrona)	Participação em aulas teórico-práticas	30
Participação em ensino a distância (atividade síncrona)	Participação em sessão de orientação tutorial	1
Estudo e prática oficial	Trabalho autónomo do aluno	47
Preparação de projeto	Trabalho autónomo do aluno (supervisionado)	48
Avaliação -Questionários	Trabalho autónomo do aluno	3
Avaliação - Teste	Trabalho autónomo do aluno (supervisionado)	3
Total		162

5. ATIVIDADES E RECURSOS

5.1 Atividades

Como referido, na unidade curricular Modelação de Recursos Florestais a organização dos conteúdos é feita na plataforma Moodle, por tópicos, sendo incluídas, dentro de cada um, as atividades mais adequadas ao tema tratado.

As atividades privilegiadas a realizar incluem a discussão de temas e o esclarecimento de dúvidas, em fórum, a realização de um conjunto de trabalhos práticos, específicos de cada tópico e o desenvolvimento de projeto. Os trabalhos consistem na resolução de questões específicas aplicadas aos recursos florestais, suportadas por dados reais, com auxílio de folha de cálculo e de pacote estatístico. O projeto pode ser selecionado pelo aluno, de entre um conjunto de opções sugeridas pela docente, ou ser proposto pelo aluno.

É incentivada a experimentação de aplicações, disponibilizando-se o acesso de algumas no Moodle, como recursos, assim como a utilização de mapas conceituais para auxílio à organização de conteúdos e reforço da aprendizagem.

É ainda considerada no conjunto das atividades a realização de questionários breves acerca dos conteúdos abordados. Estes questionários são preparados para que a maior parte das questões possa ser avaliada automaticamente pelo sistema, usando, para o efeito, as opções de perguntas de escolha múltipla e questões para identificar quais as proposições verdadeiras e quais as falsas. Cada questionário é preparado para ter 10 questões, duas por página, usando-se a restrição de não permitir voltar atrás. A apresentação das questões é aleatória.

5.2 Tutoriais

Para orientação ao estudo são facultados tutoriais, na forma de vídeos e de documentos. Os vídeos desenvolvidos para Modelação de Recursos Florestais são vídeos de curta duração (entre 3 a 5 minutos) e abordam aspetos muito específicos, como a apresentação da unidade curricular, ou utilização de funcionalidades do pacote estatístico ou análise de dados. Pontualmente, são disponibilizados vídeos com gravação das aulas. Ao contrário dos anteriores, estes ficam disponíveis após o término da sessão.

Os recursos em forma de documento, incluem a cópia dos diapositivos apresentados nas sessões, abordando os conteúdos teóricos e as propostas de atividades para experimentação e consolidação da aprendizagem.

Para orientação à componente oficial, numa prática mais instruída, os alunos contam com um tutorial específico (**Análise de dados e modelação estatística: Suporte à componente oficial**) e dispõem de um conjunto de **bases de dados** para concretizarem as aplicações.

O tutorial da componente oficial é fornecido como recurso em modo desagrupado, por secções individualizadas, cada uma correspondendo a um tópico específico. Este documento fica completo no final das aulas.

5.3 Bases de dados

No Quadro 5, identificam-se as bases de dados disponibilizadas aos alunos como recursos de suporte à componente oficial e faz-se uma descrição sumária das respetivas características.

As bases de dados contêm informação de variáveis dendrométricas ao nível da árvore individual ou do povoamento e apoiam o desenvolvimento, estimação e análise de modelos para os casos de estudo considerados nas aulas ou em trabalho autónomo. Na coluna designada “Aplicação” referencia-se o Capítulo do Programa da Unidade Curricular (exposto na secção 4.1) em que está previsto o uso da base de dados na prática oficial, em articulação com os conteúdos teóricos do programa. Salvaguarda-se a possibilidade de se providenciar bases de dados adicionais, ou de proceder a substituições dentro dos recursos identificados, sempre que se verifique ser oportuno, designadamente para beneficiar a qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem.

Quadro 5. Identificação e descrição sumária das bases de dados fornecidas como recursos na unidade curricular Modelação de Recursos Florestais.

Designação	n	Descrição	Capítulo
DIAMETROS	21	Pares de valores de diâmetros correspondendo a medições efetuadas ao nível de 1,30 m de altura (d , cm), e a 10 cm acima do solo ($d_{0,10}$, cm).	Capítulos 1, 3 e 6
PINUS*	32	Medições realizadas em pinheiros-bravos, incluindo informação quanto às variáveis: diâmetro a 1,30 m de altura sobre casca (d , cm), dupla espessura da casca ($2e$, cm), diâmetro a 1,30 m de altura sobre pau (du , cm), diâmetro a 10 cm acima do solo ($d_{0,10}$, cm), diâmetros ao longo do tronco com intervalos de 2 m a contar do nível do peito ($d_{3,30}$, $d_{5,30}$, ..., cm), altura total da árvore (h , m) e volume total do tronco, com casca, das árvores (v , m ³).	Capítulos 3, 4 e 7
DHV	355	Medições de diâmetro ao nível de 1,30 m de altura, sobre casca (d , cm), altura total da árvore (h , m) e volume total do tronco, com casca, das árvores (v , m ³).	Capítulos 3, 4, 5, 6 e 7
QUERCUS**	39	Base de dados apresentada em Parresol (1999). Informação referente ao diâmetro a 1,30 m (d , cm), altura total (h , m) e biomassa do tronco (bs , kg), biomassa da copa (bc , kg) e biomassa aérea total (bt , kg) e idade das árvores (t , anos) de árvores do género <i>Quercus</i> .	Capítulo 6
BIOMASSA	22	Base de dados contendo informação de diâmetro a 1,30 m (d , cm), altura total (h , m), biomassa do tronco (bs , kg) e idade (t , anos), em pinheiros-bravos.	Capítulos 4, 6, 7 e 8
ALTURA	45	Informação de pares de valor altura (h , m) e idade (t , anos) obtida pelo método de análise do tronco, em 5 resinosas Possui informação da altura por quinquénio, dos 5 aos 45 anos.	Capítulo 7

Quadro 5. Identificação e descrição sumária das bases de dados fornecidas como recursos na unidade curricular Modelação de Recursos Florestais. (Cont.)

Designação	n	Descrição	Capítulo
PINASTER^{***}	70	Avaliações efetuadas num conjunto de 35 parcelas permanentes instaladas em povoamentos de pinheiro-bravo. Contém informação quanto a volume total do tronco (V , m ³ /ha), idade (t , anos), área basal (G , m ² /ha) e altura dominante (h_{dom} , m), em duas séries de avaliações.	Capítulos 4, 5, 6 e 7
PAU-ROSA[*]	20	Medições realizadas em árvores da espécie <i>Pterocarpus indicus</i> em dois locais, num total de 40 observações, 20 por local, distribuídas equitativamente por classe de d . As variáveis dendrométricas são o diâmetro a 1,30 m de altura sobre casca (d , cm) e o volume do fuste, com casca, desde a base até à inserção dos primeiros ramos vivos (vf , m ³).	Capítulos 3, 8 e 10
CORK	100	Extrato da base de dados CORK, descrita em Fonseca e Parresol (2001). Observações de circunferência sobre cortiça a 1,30 m (CSC), altura até à base da copa ($HBLC$, m), altura de descortçamento ($HDEB$, m) e biomassa da cortiça (w , kg) de sobreiros.	Capítulos 6 e 7
CEPOS GLOBAL^{***}	450	As variáveis desta base de dados são o diâmetro medido a 1,30 m (d , cm), o diâmetro medido a 10 cm acima do nível do solo ($d_{0,10}$, cm) e a variável RESIN, com duas categorias, consoante se trate de árvores resinadas ou não resinadas.	Capítulo 10
CASTANEA	32	Base de dados caracterizada em Fonseca <i>et al.</i> (2004). Informação de variáveis do solo e das árvores, em soutos afetados com a doença da tinta. relativamente às variáveis Estado, Estrumação (ESTR), Matéria Orgânica (MO), Impedância (IMP) e pH. A variável Estado é uma variável qualitativa com duas modalidades ("São" e "Afetado"). A variável ESTR é uma variável policotómica ordinal com o valor 1 se nos últimos três anos não houve estrumação dos soutos; 2 se a estrumação foi pouco frequente e 3 se foi efetuada anualmente.	Capítulo 11
REGENERA^{***}	64	Variáveis incluídas: REGENERAÇÃO, t (idade, anos), N (número de árvores, árv./ha), G (área basal, m ² /ha), d_g (diâmetro quadrático médio, cm), V (volume, m ³ /ha) e sd (desvio padrão dos diâmetros, cm). A variável REGENERAÇÃO diz respeito à inventariação de pinheiros com diâmetro inferior a 7,5 cm e possui duas modalidades, consoante ocorra ou não ingresso.	Capítulo 11
MORTAL^{***}	90	A base de dados contém informação recolhida em povoamentos que manifestaram mortalidade de árvores devido a depressões severas. Variáveis principais incluídas: MORTALIDADE (com as modalidades "Alguma" e "Nenhuma"), idade (t , anos), altura dominante (h_{dom} , m), diâmetro dominante (d_{dom} , cm), número de árvores (N , árv./ha), área basal (G , m ² /ha), diâmetro quadrático médio (d_g , cm), índice de qualidade da estação (SI , m) e inclinação do terreno ($Incl$, graus). Encontra-se também registada informação relativa ao adelgaçamento das dominantes e ao espaçamento médio entre árvores, este último traduzido pelo Fator de Wilson, e pela variável binária B-Fw (B-Fw = 1 para Fw ≤ 0,20 e B-Fw = 0, caso contrário).	Capítulo 11
CLUSTERS	18	Dados de duas variáveis biométricas recolhidas numa amostra e usadas para explorar a partição em grupos.	Capítulo 12

Legenda. n: número de observações. * Bases de dados apresentadas em Marques *et al.* (2018); **Base de dados publicada em Parresol (1999); *** Dados associados à base de dados DATAPINASTER, descrita em Fonseca (2004).

O conjunto de bases de dados incluídas no Quadro 5 integra dados apresentados em Marques *et al.* (2018), amostras PINUS e PTEROCARPUS, e um conjunto de dados publicado por Parresol (1999), amostra QUERCUS. As restantes bases de dados foram preparadas ou coligidas pela docente com o intuito de experimentação, seguindo os casos de estudo referidos na unidade curricular assim como os ilustrados nas obras referenciadas. Algumas destas bases estão associadas à base de dados global DATA-PINASTER, descrita originalmente em Fonseca (2004).

5.4 Bibliografia sugerida

O número de livros acerca de análise de dados e de regressão é numeroso. Na Biblioteca Central da UTAD há vários livros de métodos de estatística que os alunos podem consultar para complemento do conhecimento adquirido nas aulas. Há, também, muita informação disponível na Internet, propondo-se, aos alunos, que façam consulta bibliográfica por autoiniciativa. As revistas científicas de divulgação internacional estão acessíveis, através de "Login" da UTAD, quer dentro do Campus quer a distância, via ligação VPN.

Na primeira aula presencial tem-se o cuidado de levar para a sala de aulas as obras recomendadas para a unidade curricular, para que os alunos as possam ver e examinar. As sugestões de bibliografia incluem o seguinte conjunto de livros, nas edições indicadas ou mais recentes, podendo ser substituídos por outras obras similares:

1. Neter, J, MH Kutner, CJ Nachtsheim, W Wasserman. 1996. Applied Linear Regression Models. 3rd Edition. Richard D. Irwin, Inc., Chicago. 720p.
2. Myers, RH. 1990. Classical and Modern Regression with Applications. 2nd Edition. Duxbury Press, California. 488p.
3. Jonhson, J. 1991. Econometric Methods. 3rd Edition. McGraw-Hill International Editions, Singapore. 568p.

Em relação a livros direcionados para modelação aplicada aos recursos florestais, as obras recomendadas são:

1. Marques, CP, TF Fonseca, JC Duarte. 2018. Guia Prático de Avaliações Florestais – Inventário e Modelação Estatística. Sílabas & Desafios - Unipessoal Lda., Faro, 302p. ISBN: 978-989-8842-18-3.
2. Tomé, M, HE Burkart. 2012. Modeling Forest Trees and Stands. Springer, Heidelberg, 457p. ISBN 978-90-481-3170-9
3. Vanclay, JK. 1994. Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests. CAB International, Wallingford, 312p.

É comunicado aos alunos que a versão digital do livro do Professor Jerome Vanclay (Southern Cross University, Australia) está acessível, gratuitamente, na página do autor, na plataforma Research Gate.

No âmbito da representação gráfica de informação há referências bibliográficas muito interessantes que os alunos podem consultar, recomendando-se a consulta da obra do Professor Edward Rolf Tufte (Yale University, EUA), complementada com pesquisa autónoma:

- Tufte, ER. 2001. *The Visual Display of Quantitative Information*. 2nd Ed. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, 200p. ISBN 978-1930824133.

Aquando da utilização de bases de dados específicas (referenciadas na secção 5.3), ou na apresentação de conteúdos particulares, são indicados os documentos para acompanhamento em prática oficial:

- Fekedulegn, D, MP Mac Siurtain, JJ Colbert. 1999. Parameter estimation of nonlinear growth models in forestry. *Silva Fennica* 33(4): 327–336.
- Fonseca, TF, BR Parresol. 2001. A new model for cork weight estimation in Northern Portugal. *Forest Ecology and Management* 152(1-3):131-139.
- Fonseca, TF. 2004. *Modelação do Crescimento, Mortalidade e Distribuição Diamétrica, do Pinhal Bravo no Vale do Tâmega*. Tese de Doutoramento em Ciências Florestais. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. 248p.
- Fonseca, TF, C Abreu, BR Parresol. 2004. Soil compaction and chestnut ink disease. *Forest Pathology* 34:273–283.
- Parresol, B. 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. *Forest Science* 45(4): 573-593.

5.5 Outros recursos

Como outros recursos disponibilizam-se endereços eletrónicos ou sítios *web*, sugeridos para acesso a informação, a modelos ou a plataformas. Por exemplo: <http://capsis.cirad.fr/capsis/models> e <http://www.isa.ulisboa.pt/cef/forchange/fctools/>, onde os alunos podem pesquisar modelos de apoio à gestão florestal. É também partilhada uma cópia individual do modelo ModisPinaster.

São também mencionados endereços para aplicativos (“Applets”) que executam atividades específicas ou para páginas que permitem realizar experimentações. Na internet há uma grande variedade de exemplos de aplicativos estatísticos que os alunos podem experimentar para uma familiarização inicial com matérias basilares da regressão linear.

Em relação a conteúdos que visam a componente visual promove-se a pesquisa autónoma orientando-se a atividade para conteúdos disponíveis *online*, como publicações em blogues e palestras TED (<https://www.ted.com/talks>).

Outros recursos facultados aos alunos são aplicações para a identificação de cores a usar nos gráficos e nas apresentações, ou em resumo gráfico. Como sugestão propõe-se a experimentação de ferramentas de acessibilidade de cor (<https://color.adobe.com/pt/create/color-wheel>), e de análise de contraste (<https://webaim.org/resources/contrastchecker/>). A utilização destas ferramentas faz parte da estratégia de sensibilização dos alunos para o conceito da acessibilidade.

6. REFLEXÃO ACERCA DA IMPLEMENTAÇÃO EM *B-LEARNING*

O *b-learning* presume, entre outros aspetos relevantes, uma mudança de perceção na relação docente-discente associada a uma mudança de ambiente oferecendo diversos benefícios aos processos de ensino e de aprendizagem. A nosso ver, trata-se de uma opção estratégica a considerar para implementação em futuro próximo na oferta educativa da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, designadamente em cursos de formação pós-graduada, como sucede com o Curso de Mestrado em Engenharia Florestal.

No entanto, paralelamente aos benefícios que se pode adquirir com a modalidade *b-learning*, o envolvimento com os alunos pode ser mais difícil, por estar sujeito a uma participação mais reduzida, pela maior dificuldade em estabelecer empatia e em dispor de retorno imediato, exigindo mais habilidade ao docente e sensibilidade emocional para estabelecer empatia.

É fundamental garantir a interação entre o professor e os alunos e entre pares, bem como criar laços confiáveis com os alunos, desenvolvendo fatores de confiabilidade, suportados por competência, ética e transparência.

Há que ter uma disponibilidade e empenho contínuos para adaptação a novas tecnologias, criatividade para fazer uso de recursos não utilizados num sistema tradicional, ou pelo menos, não da mesma forma, indo mais longe do que meramente adaptar o que é usado no ensino tradicional.

Há também que atender a perda de funções rotineiras apontadas à inclusão de tecnologias, pelo que a interação social deve ser fomentada, por exemplo, através do uso de salas simultâneas para cooperação, entre pares, na resolução de tarefas em prática oficial.

Tem-se consciência de que o funcionamento da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais em modalidade *b-learning* terá maior dificuldade ou requererá mais tempo de preparação, na primeira edição, do que nas seguintes. No entanto, a maior parte do trabalho está realizada.

Prevê-se que a implementação estará facilitada nas edições seguintes, uma vez que os conteúdos desenvolvidos estarão disponíveis enquanto permanecerem reutilizáveis. Por exemplo, a gravação de vídeos de curta duração tem como benefício a sua utilização em edições posteriores (anos letivos subsequentes).

No conjunto de aspetos a referir, quanto à exequibilidade de mudança, há a salientar:

- Dispõe-se de conhecimento na conceção de cursos a distância e no funcionamento nesta modalidade, por formação certificada adquirida na UTAD e formação complementar promovida pela ECAV, com o apoio do Gabinete de *e-learning* da UTAD, e por ensaios já realizados, como docente.
- A unidade curricular já está integrada na plataforma Moodle, sendo correntemente utilizada esta plataforma para apoio ao ensino presencial e pontualmente para apoio ao ensino a distância, sempre que há orientações por parte da ECAV ou da Universidade para privilegiar esse modo de ensino.

- Em termos de organização das horas de contacto e de trabalho autónomo, a proposta em modelo misto permite distribuir adequadamente o número de horas previsto de 162 horas, para 6 ECTS, trazendo como benefício o aumento da diversidade de metodologias de ensino e de atividades em trabalho autónomo.

Aquando da implementação real de funcionamento em modalidade *b-learning* irá apresentar-se, na primeira aula, um pré-teste às expetativas dos alunos e no final do semestre será aplicado um pós-teste de modo a identificar dificuldades e aspetos a rever, usando o retorno dos alunos para ajustar e melhorar o plano, para o ano letivo seguinte.

Para concluir, crê-se que a implementação do funcionamento da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais em modalidade de *b-learning* é perfeitamente exequível e que trará vantagens aos alunos que façam esta formação.

ANEXOS

Anexo 1 – Planos de estudo de Licenciatura em Engenharia Florestal

Quadro A1.1. Plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal em funcionamento em 1989/1990.

Fonte: Registos da Coordenação de Curso.

Disciplinas	Disciplinas
1º Ano, 1º Semestre	1º Ano, 2º Semestre
Citologia	Histologia e Organografia
	Matemática
	Física
	Química
	Inglês Técnico
2º Ano, 1º Semestre	2º Ano, 2º Semestre
Métodos Estatísticos	Climatologia
Cartografia e Fisiologia	Solos
Geologia e Mineralogia	Silvicultura Geral
Dendrologia e Fitossociologia	Topografia
	Bioquímica
	Introdução à Informática e Programação
3º Ano, 1º Semestre	3º Ano, 2º Semestre
Genética	Delineamento de Experiências
Fertilidade de Solo	Controlo de Fogos Florestais
Economia Geral	Estrutura e Propriedade da Madeira
Mecânica Técnica	Economia Rural
Fisiologia Vegetal	1 Optativa
Microbiologia Florestal	1 Optativa
	Optativas no 3º ano, 2º Semestre: Hidrobiologia, Detecção Remota, Fisiologia Vegetal Complementar, Introdução à Investigação Operacional
4º Ano, 1º Semestre	4º Ano, 2º Semestre
Dendrometria	Patologia Florestal
Entomologia Florestal	Melhoramento Florestal
Ecologia Florestal	Silvopastorícia
Silvotecnologia	Extensão Rural
Silvicultura Especial	Inventário Florestal
Legislação e Problemas Nacionais	Equipamento e Exploração Florestal
1 Optativa	
Optativas no 4º ano, 1º Semestre: Sociologia, Cinegética, Introdução à Tecnologia dos Produtos Florestais	
5º Ano, 1º Semestre	4º Ano, 2º Semestre
Hidráulica Florestal	Estágio ocupando 24 horas semanais em qualquer das matérias de especialidade professadas na Licenciatura
Ordenamento Florestal	
Gestão de Empresa	
Planeamento	
1 Optativa	
1 Optativa	
Optativas no 5º ano, 1º Semestre: Silvicultura Tropical, Métodos de Ordenamento do Território, Cultura Vegetal <i>in vitro</i> , Análise Multidimensional	

Quadro A1.2. Plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal, que vigorou desde a reestruturação realizada em 2001, até ao ano letivo 2005/2006.

Fonte: Registos da Coordenação de Curso.

Unidades curriculares	Créditos	Unidades curriculares	Créditos
1º Ano, 1º Semestre		1º Ano, 2º Semestre	
Inglês Técnico	1,5	Aplicações Informáticas	2,0
Matemática I	4,0	Matemática II	4,0
Física Geral I	4,0	Física Geral II	4,0
Química I	4,0	Química II	4,0
Introdução às Ciências Florestais	2,0	Técnicas de Expressão	2,0
Citologia e Histologia	3,0	Organografia	3,0
2º Ano, 1º Semestre		2º Ano, 2º Semestre	
Métodos Estatísticos	2,5	Topografia	3,5
Cartografia e Fisiologia	3,0	Climatologia	3,5
Geologia e Mineralogia	3,0	Solos	2,5
Informática	2,0	Delineamento de Experiências	2,5
Silvicultura Geral	3,5	Dendrologia e Fitossociologia	2,5
Bioquímica I	4,0	Bioquímica II	4,0
3º Ano, 1º Semestre		3º Ano, 2º Semestre	
Fertilidade de Solo	2,5	Patologia Florestal	3,0
Fisiologia Vegetal	3,0	Sociologia Rural	2,5
Microbiologia Florestal	3,0	Investigação Operacional	3,5
Economia Geral	3,5	Estrutura e Propriedade da Madeira	2,5
Ecologia Florestal	3,5	Economia Rural e dos Recursos Naturais	3,0
Genética	3,0	1 Optativa	3,5
		Optativas no 3º ano, 2º Semestre: Detecção Remota, Política e Legislação Ambiental e Florestal, Modelação e Análise Multidimensional, Sistemas de Informação Geográfica, Hidrobiologia, Piscicultura, Apicultura, Gestão de Áreas Protegidas, Ecofisiologia Florestal	
4º Ano, 1º Semestre		4º Ano, 2º Semestre	
Dendrometria	3,0	Melhoramento Florestal	3,0
Entomologia Florestal	3,0	Inventário Florestal	3,0
Silvotecnologia	2,5	Silvopastorícia	3,0
Silvicultura Especial	3,5	Fogos Florestais	3,0
Mecânica dos Equipamentos Florestais	3,0	Operações Florestais	3,5
1 Optativa	3,5	1 Optativa	3,5
Optativas no 4º ano, 1º Semestre: Fisiologia Vegetal Complementar, Cinegética, Extensão e Desenvolvimento Rural, Introdução à Tecnologia dos Produtos Florestais, Silvicultura Tropical, Métodos de Ordenamento do Território		Optativas no 4º ano, 2º Semestre: Arborizações Especiais, Indústrias Florestais	
5º Ano, 1º Semestre		5º Ano, 2º Semestre	
Hidráulica Florestal	3,0	Estágio	30
Ordenamento Florestal	3,0		
Planeamento Florestal	2,0		
Análise de Projectos	2,0		
Gestão de Empresa Florestal	3,0		
1 Optativa	3,5		
Optativas no 5º ano, 1º Semestre: Cultura Vegetal <i>in vitro</i> , Forragens e Pastagens			

Quadro A1.3. Plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal em vigor nos anos letivos 2006/2007 e 2008/2009.

Fonte: adaptado de Diário da República, 2.ª série – N.º 71 – 11 de abril de 2007, pp. 9279-9282, complementado com registos da Coordenação de Curso.

Unidades curriculares	Área Científica	Tempo de trabalho (h)		ECTS
		Total	Contacto	
1º Ano, 1º Semestre				
Floresta e Ambiente (Ecossistemas Terrestres, Ecossistemas Aquáticos, Pesquisa Bibliográfica)	CA	135	T:15; AC:37,5; OT:5	5
Botânica e Anatomia da Madeira (Botânica, Dendrologia, Anatomia da Madeira)	CB	189	T:15; TP:30; PL:5; AC:10; OT:10	7
Biologia Aplicada (Citologia, Histologia, Organografia)	CB	162	T:30; PL:30; S:2; OT:5	6
Matemática (Análise Matemática, Álgebra Linear, Aplicações Informáticas)	CE	162	T:30; TP:30; OT:10	6
Química (Química Geral, Química Orgânica, Análises Laboratoriais)	CE	162	T:30; TP:30; OT:10	6
1º Ano, 2º Semestre				
Ecologia Florestal e Silvicultura (Ecologia Florestal, Silvicultura Geral, Princípios de Conservação)	CA	189	T:30; TP:15; PL:10; AC:5; OT:5	7
Solos e Fertilização Florestal (Mineralogia e Geologia, Solos, Nutrição e Fertilização)	CA	189	TP:45; PL:7.5; AC:15; S:1; OT:5	7
Bioquímica (Metabolismos Primários, Metabolismos Secundários, Fisiologia Vegetal)	CB	162	T:30; PL:30; S:1; OT:5	6
Métodos Estatísticos (Estatística, Delineamento Experimental, Aplicações Informáticas)	CE	135	TP:45; OT:10	5
Física (Mecânica Clássica, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica)	CE	135	T:30; TP:10; PL:15; OT:10	5
2º Ano, 1º Semestre				
Tecnologia dos Produtos Florestais (Propriedades da Madeira, Propriedades da Cortiça, Silvotecnologia)	CA	189	TP:37,5; PL:30; OT:5	7
Microbiologia Florestal (Microbiologia Geral, Microbiologia do Solo, Micologia)	CB	108	T:15; PL:22; AC:8; OT:7	4
Meteorologia e Hidrologia Florestal (Agrometeorologia, Hidráulica, Hidrologia Florestal)	CA	189	T:15; TP:30; AC:15; OT:7	7
Genética (Genética Mendeliana, Genética Molecular, Genética das Populações)	CB	162	TP:60; S:2; OT:7	6
Levantamento de Recursos Naturais (Topografia, Detecção Remota, Processamento de Imagens)	CET	162	TP:30; PL:20; AC:10; OT:5	6

Quadro A1.3. Plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Florestal em vigor nos anos letivos 2006/2007 e 2008/2009. (Cont.)

Unidades curriculares	Área Científica	Tempo de trabalho (h)	ECTS	
2º Ano, 2º Semestre				
Inventário Florestal (Dendrometria, Modelação, Amostragem)	CA	189	T:22,5; PL:22; AC:23; S:1; OT:10	7
Protecção Florestal (Entomologia Florestal, Patologia Florestal, Fogos Florestais)	CA	189	T:22,5; TP:22,5; PL:15; AC:12,5; S:1; OT:5	7
Ecofisiologia da Árvore (Fisiologia de Formação do Lenho, Factores Antropogénicos, Ambiente Global e a Árvore)	CB	108	TP:25; PL:5; OT:5	4
Silvicultura Integrada (Dunas, Cortinas, Ripícolas, Silvicultura Urbana, Melhoramento Florestal)	CA	189	T:30; TP:15; PL:15; AC:15; S:3; OT:5	7
Sistemas de Informação Geográfica (Cartografia, Análise Geoespacial, Sistemas de Informação Geográfica)	CET	135	TP:22,5; PL:20; AC:10; S:1; OT:6	5
3º Ano, 1º Semestre				
Gestão Empresarial e Empreendedorismo (Gestão, Iniciativa e Inovação, Legislação Florestal)	EG	162	TP:60; OT:8	6
Desenvolvimento Rural (Economia, Sociologia Rural, Extensão Rural)	SDG	162	T:22,5; TP:37,5; OT:7	6
Mercados e Indústrias Florestais (Produtos Florestais, Mercados Florestais, Indústrias Florestais)	CA	162	TP:32; AC:28; S:1; OT:5	6
Temas Actuais de Eng ^a Florestal (Floresta: Problemáticas Contemporâneas, Ambiente: Problemáticas Contemporâneas, Técnicas de Comunicação)	CA	135	TP:15; S:1; OT:20	5
Recursos Faunísticos (Cinegética, Pesca, Silvopastorícia)	CA	189	T:15; TP:30; PL:10; AC:5; OT:10	7
3º Ano, 2º Semestre				
Infra-estruturas e Operações Florestais (Infraestruturas Florestais, Mecânica do Equipamento Florestal, Operações Florestais)	CET/CA	189	T:15; TP:30; AC:22,5; OT:10	7
Gestão da Empresa Florestal (Investigação Operacional, Avaliação de Projectos, Gestão da Empresa Florestal)	EG	189	TP:30; AC:15; OT:10	7
Projecto	CA	432	OT:40	16

Legenda

Área científica: CA Ciências Agrárias, CB Ciências Biológicas, CE Ciências Exactas, EG Economia e Gestão, SDG Sociologia, Antropologia, Demografia e Geografia, CET Ciências da Engenharia e Tecnologias. Contacto: T ensino teórico, TP ensino teórico-prático, PL ensino prático e laboratorial, AC aulas de campo, S seminário, OT orientação tutorial.

Anexo 2 – Planos de estudo de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais

Quadro A2.1. Plano de estudos do curso de Mestrado em Ciências Agrárias – Engenharia de Recursos Florestais, publicado em 1995.

Fonte: Registos facultados pelos Serviços Académicos da UTAD.

Unidades curriculares	Créditos	Unidades curriculares	Créditos
1º Trimestre		2º Trimestre	
Fisiologia da Árvore	2,0	Análise Multidimensional	1,5
Bioestatística e Metodologia da Investigação	2,0	Protecção Florestal	2,0
Gestão da Fertilidade do Solo em Ecossistemas Florestais	1,5	Microclima Florestal	1,5
Seminário	0,5	Poluição em Ecossistemas Florestais	2,0
3º Trimestre (opcionais)			
Caracterização Físico-Química e Biológica das Águas Continentais	2,0	Levantamento de Informações Geográficas	1,5
Áreas Protegidas, Espaços Verdes e Recursos Turísticos do Mundo Rural	2,0	Marketing Agro-Florestal	1,5
Avaliação do Impacte das Actividades Florestais	1,5	Uso Múltiplo da Floresta	2,0
		Comunidades, Utilização do Território e Desenvolvimento	1,5
		Seminário	1,0
Seminário e disciplinas a per fazer, pelo menos 7 unidades de crédito, das quais metade obrigatoriamente da área científica das Ciências Agro-Ambientais (à esquerda, na lista).			

Quadro A2.2. Plano de estudos do curso de Mestrado em Engenharia de Recursos Florestais, que vigorou desde a reestruturação realizada em 2001, até ao ano letivo 2005/2006.

Fonte: Registos da Coordenação de Curso.

Unidades curriculares	Créditos	Unidades curriculares	Créditos
Módulo prévio: CAD / SIG, Detecção Remota, Ecologia e Silvicultura, Estatística Descritiva			
1º Trimestre		2º Trimestre	
Amostragem e Delineamento de Experiências		Análise Multidimensional	
Ecologia dos Sistemas Ripícolas		Ecologia dos Sistemas Mediterrânicos	
Gestão Sustentada I (Silvicultura Intensiva)		Economia dos Recursos Naturais	
Investigação Operacional na Silvicultura		Geoestatística	
Modelação e Análise de Dados		Perturbação em Ecossistemas Florestais	
Sistemas Florestais Oro-Atlânticos		Restauração de Ecossistemas Florestais	
3º Trimestre			
Conservação de Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural			
Certificação e Gestão de Empresas			
Ecologia da Paisagem			
Gestão Sustentada II (Silvicultura Próxima da Natureza)			
Política Ambiental e Legislação Florestal			
Ordenamento do Território			
Seminário			

Anexo 3 – Testes de avaliação de conhecimentos

Exemplo 1

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Mestrado em Engenharia Florestal

Modelação de Recursos Florestais

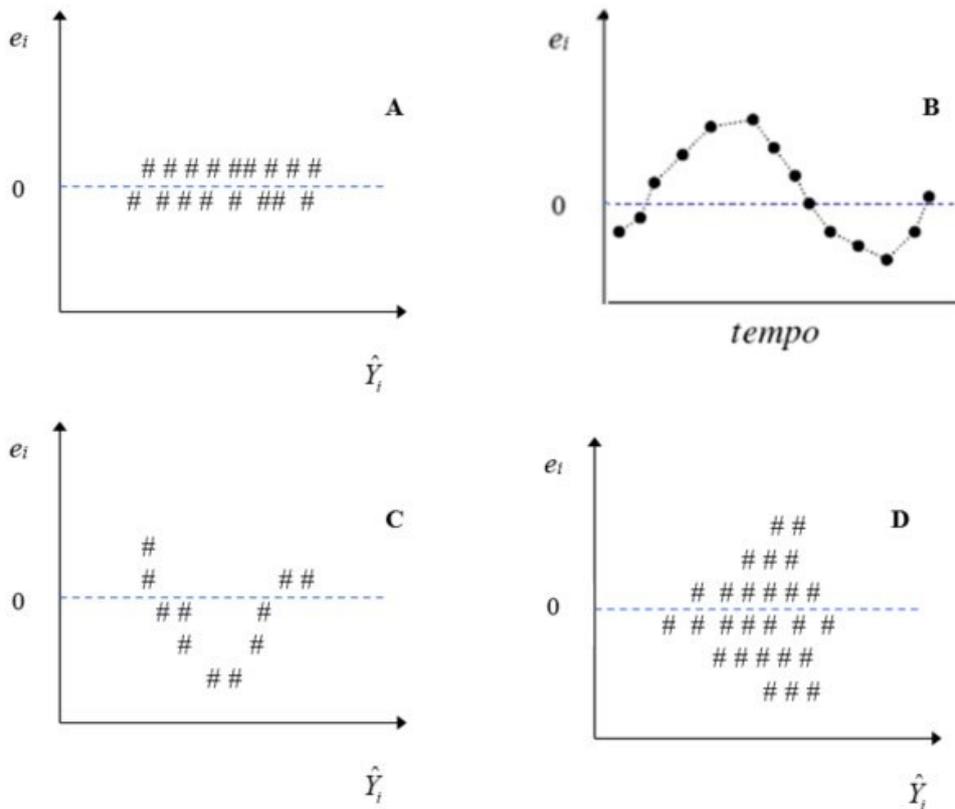
Prova de avaliação de conhecimentos (adaptada)

Nome:Data:.....

1. Suponha que numa análise prévia de desenvolvimento de um modelo verifica que a correlação entre duas variáveis, medida através do coeficiente de correlação de Pearson, é inferior a 0,50. Que conclusões pode retirar, se a análise disser respeito:

- a) à relação entre Y e um potencial regressor;
- b) à relação existente entre dois potenciais regressores.

2. Considere a representação gráfica dos valores dos resíduos, representados na figura:



- a) Legende cada um dos gráficos atendendo ao padrão de dispersão apresentado pelos resíduos.
- b) Quais as consequências da aplicação do método dos mínimos quadrados ordinários na presença de um padrão de resíduos semelhante ao indicado em B?

- c) Indique que tipo de situação está patente no gráfico C. e refira o procedimento que adotaria caso se deparasse com uma situação análoga, aquando do desenvolvimento de um modelo.
- d) Descreva um método quantitativo que possa ser usado para confirmar a situação reconhecida em D.
- e) O que é conveniente fazer para corrigir a situação identificada em D?

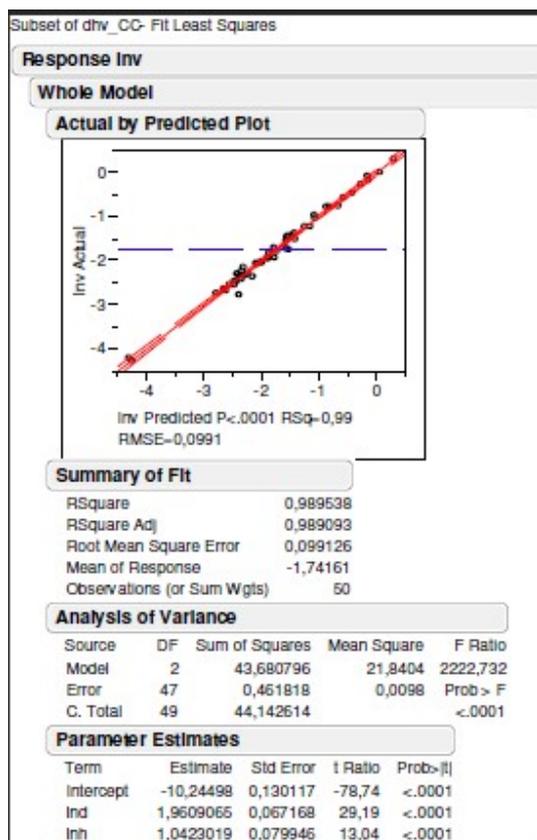
3. Durante as sessões da unidade curricular, foi feita a apresentação de alguns modelos aplicáveis a recursos florestais (e.g. Modispinaster, WebGlobulus, 3PG).

Refira, genericamente, o interesse que esses modelos apresentam, na perspetiva de utilização por parte de técnicos e/ou investigadores da área das ciências florestais.

4. Considere a informação indicada, referente à estimação do modelo de regressão a seguir indicado:

$$\ln v = \beta_1 + \beta_2 \ln d + \beta_3 \ln h + \varepsilon$$

onde, d representa o diâmetro com casca, medido a 1,30m (cm), h refere-se à altura total do tronco (m) e v indica o volume do tronco (m³).



a) Porque razão é introduzido no modelo de regressão o termo ε e quais as hipóteses que se assumem para esse termo?

b) Com base na informação facultada pelo programa JMP escreva o modelo de regressão estimado e em seguida faça uma análise sumária do resultado da estimação.

c) Analise e comente o padrão apresentado pelos resíduos.

d) A aplicação do teste de Durbin-Watson conduziu aos resultados:

Durbin-Watson			
Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob>DW
1,8093352	50	0,0803	0,1954

Atendendo ao resultado do teste e ao tipo de dados usados na análise, será de esperar a existência de problemas? Justifique a resposta.

5. Considere o seguinte conjunto de modelos de regressão (termo do erro omitido):

- (i) $v = \beta_1 + \beta_2 d^2 h$
- (ii) $V = \beta_0 \exp[(\beta_1 / t^2) + (\beta_2 / t)]$
- (iii) $p = \beta_1 d^{\beta_2} h^{\beta_3}$
- (iv) $h = \frac{t^2}{\beta_1 + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3}$
- (v) $G = \beta_1 [1 - \beta_2 \exp(-\beta_3 t)]^{1/(1-\beta_4)}$
- (vi) $h = \beta_1 + \beta_2 d^{-1}$

a) Identifique os modelos que são não lineares nos parâmetros e classifique-os nas categorias: linearizáveis ou em intrinsecamente não lineares.

b) Na estimação dos modelos de regressão não linear o que é conveniente fazer para melhorar a rapidez de convergência dos algoritmos e para se ter mais segurança nas soluções obtidas?

Duração da prova: 2 h, com um período de tolerância de 15 m.

Cotação das questões:

Questão	1.a)	1.b)	2.a)	2.b)	2.c)	2.d)	2.e)	3.	4.a)	4.b)	4.c)	4.d)	5.a)	5.b)	Total
Cotação	1,0	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,0	1,5	1,5	1,0	20,0

Exemplo 2**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro****Mestrado em Engenharia Florestal****Modelação de Recursos Florestais****Prova de avaliação de conhecimentos** (adaptada)

Nome:Data:.....

1. A expressão geral do modelo de regressão linear em formato matricial é dada por:

$$Y = \beta X + \varepsilon$$

a) Atendendo à expressão indique, sumariamente, o que representam os símbolos:

Y **β** **X** **ε**

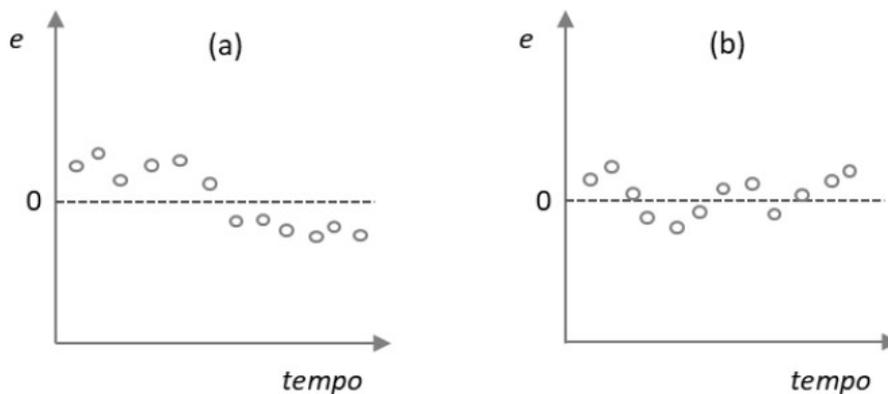
b) Enuncie as hipóteses que se assumem para a estimação do modelo pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

2. Considere a seguinte afirmação: "Numa análise de dados com vários potenciais regressores, a situação ideal seria ter esses regressores fortemente relacionados com a variável resposta e simultaneamente pouco ou nada relacionados entre si".

a) Que problemas podem ocorrer quando os regressores estão fortemente relacionados entre si?

b) Indique as técnicas que pode usar para diagnosticar esse "desvio" à situação ideal.

3. Considere a representação gráfica dos valores dos resíduos, tal como consta na figura:



a) Legende cada um dos gráficos atendendo ao padrão de dispersão apresentado pelos resíduos.

b) Diga o que entende por heterocedasticidade do erro e em seguida descreva um método quantitativo que possa ser usado para fazer a respetiva deteção.

c) Quais as consequências da aplicação do método dos mínimos quadrados ordinários na presença de heterocedasticidade?

d) Como se pode proceder à correção da heterocedasticidade?

4. Considere a base de dados Cork_50, onde consta informação sobre a circunferência a 1.30m (*CSC*, cm), altura de descortiçamento (*HDEB*, m) e biomassa de cortiça (*w*, kg), colhida numa amostra de 50 sobreiros.

Proceda à estimação do modelo de regressão a seguir indicado:

$$w = \beta_0 + \beta_1 CSC \times HDEB + \varepsilon$$

a) Com base na informação facultada pelo programa JMP escreva o modelo de regressão estimado e em seguida faça uma análise sumária do resultado da estimação.

b) Proceda à aplicação do teste de Durbin-Watson. Analise e comente os resultados.

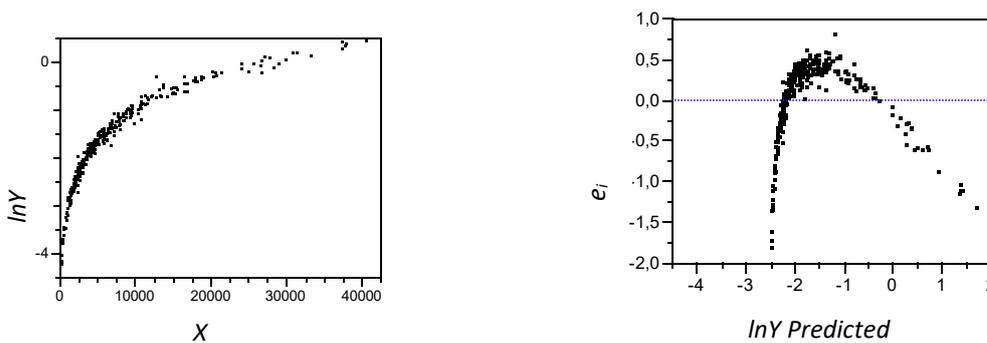
5. Retome o ficheiro CORK_50. Proceda à estimação do modelo:

$$w = \beta_1 \exp\left(\frac{\beta_2}{CSC \times HDEB}\right)$$

a) Sintetize o procedimento que seguiu na estimação do modelo com recurso ao programa estatístico JMP. Analise o resultado da estimação.

b) Como procederia para analisar a veracidade da hipótese nula, $H_0: \text{var}(\varepsilon) = \sigma^2$?

6. Suponha que experimentou estimar o modelo $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, para um determinado conjunto de dados, e que obteve os gráficos a seguir indicados:



Indique que tipo de problema poderá existir e refira o procedimento que adotaria para tentar solucionar esse tipo de problema.

7. Indique, sumariamente, o que representam as designações/símbolos a seguir referidos e qual o interesse que assumem no âmbito da modelação:

Todos os modelos possível

Regressão passo-a-passo

FIV

IF

Gráfico Q-Q

Duração da prova: 2 h, com um período de tolerância de 15 m.

Cotação das questões:

Questão	1.a)	1.b)	2.a)	2.b)	3.a)	3.b)	3.c)	3.d)	4.a)	4.b)	5.a)	5.b)	6.	7.	Total
Cotação	1,0	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	2,0	20,0

Para a resolução de este enunciado os alunos utilizam o pacote estatístico JMP, sendo-lhes fornecido o ficheiro com a base de dados mencionada na questão 4.

