



Campus de Azurém
Azurém – 4800-058 P

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Proposta de Criação do Curso de Mestrado em Bioinformática

Dossier Interno

Setembro de 2006

Índice

<i>Índice</i>	2
<i>Resumo</i>	3
<i>1 Enquadramento e justificação do curso</i>	4
1.1 Introdução: justificação do curso	4
1.2 Perfil de Formação do curso	5
1.3 Articulação Institucional	5
1.4 Projectos de Ensino Similares	6
1.5 Declaração de Bolonha	6
1.6 Perfis de Ingresso	7
<i>2 Objectivos do curso</i>	8
<i>3 Resultados esperados da aprendizagem</i>	9
<i>4 Estrutura do curso e plano de estudos</i>	10
4.1 Estrutura geral	10
4.2 Plano de estudos	11
4.3 Descrição das Unidades Curriculares	13
4.3.1 UCE Bioinformática – variante TI	13
4.3.2 UCE Bioinformática – variante CB	17
4.3.3 UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas	20
4.3.4 Unidades curriculares de formação complementar	25
<i>5 Recursos humanos e materiais necessários</i>	32
5.1 Recursos humanos	32
5.2 Infra-estruturas e Equipamento	34
<i>6 Encargos decorrentes com o funcionamento do curso</i>	37
<i>Anexos</i>	38
<i>A. Minuta da Resolução do Senado Universitário.</i>	38
<i>B. Plano de estudos</i>	42
<i>C. Proposta de Regulamento Interno da Direcção do Curso</i>	45
<i>D. Condições de candidatura e critérios de selecção</i>	51

Este dossier foi elaborado com base no Despacho RT-35/2005 de 14 de Julho de 2005 e no documento do Conselho Académico sobre Orientações para a apresentação de propostas de criação ou adequação de cursos e aplicação do sistema de créditos curriculares.

Os proponentes deste curso de Mestrado em Bioinformática são os Departamentos de Informática e de Engenharia Biológica da Escola de Engenharia

Resumo

Apresenta-se neste documento a proposta de criação do curso de **Mestrado em Bioinformática**, um curso de 2º ciclo de ensino superior com a duração de 4 semestres lectivos, correspondendo a um esforço de aprendizagem de 120 unidades de crédito.

Este novo curso resulta da união de esforços dos Departamentos de Informática, Engenharia Biológica e Produção e Sistemas da Escola de Engenharia e conta com a participação do Departamento de Biologia da Escola de Ciências, ambas da Universidade do Minho. A criação deste curso reflecte já a nova realidade provocada pela reorganização da oferta educativa em Portugal motivada pelas mudanças associadas à declaração de Bolonha, que são tomadas em consideração nesta proposta.

Este documento apresenta uma breve introdução ao curso, a sua motivação, assim como os seus objectivos fundamentais, uma descrição detalhada da sua organização, plano de estudos e recursos subjacentes.

1 Enquadramento e justificação do curso

1.1 Introdução: justificação do curso

O projecto de sequenciação do genoma humano constituiu um dos marcos mais significativos da ciência no último século, tendo mobilizado consideráveis investimentos quer públicos, quer privados. Conseguindo este primeiro objectivo, o ênfase da investigação tem sido colocado na capacidade de rentabilizar estes dados, extraíndo novas formas de conhecimento, de forma a chegar a uma melhor compreensão dos fenómenos moleculares e celulares e assim poder melhorar as nossas capacidades ao nível do diagnóstico e terapêutica de algumas doenças, bem como potenciar técnicas usadas ao nível da Engenharia dos Bioprocessos, nomeadamente no que se refere ao desenvolvimento de estirpes microbianas super-produtoras de compostos de interesse.

A era da pós-genómica que surgiu após a sequenciação de genomas de diversos organismos possibilitou também a emergência de abordagens experimentais à escala global da célula. São já abundantes os trabalhos científicos de análise da generalidade das moléculas de mRNA de um organismo ou uma linha celular por “microarrays“ de DNA (transcriptómica) e do estudo simultâneo de todas as proteínas por electroforese bi-dimensional seguida de Espectrometria de Massas (proteómica). Estas tecnologias produzem grandes quantidades de dados que obrigam a tratamento informático complexo. A estas abordagens junta-se a pesquisa de novas moléculas, de origem natural ou de síntese, com potencial farmacêutico ou biotecnológico e que actuem em alvos celulares específicos. A construção de modelos moleculares dos alvos celulares para estes compostos permitem orientar a pesquisa identificando as moléculas mais promissoras. Aqui, também, o recurso à informática é fundamental. A capacidade de tratamento de dados genómicos já permite a antevisão da possibilidade de desenho de medicamentos personalizados com base na informação das características genéticas singulares de um indivíduo ou de uma população.

A Bioinformática, entendida como a aplicação das Tecnologias da Informação à resolução de problemas no âmbito das ciências biológicas, afirma-se como uma disciplina chave nesta tarefa. Esta nova disciplina, nascida na intersecção das ciências biológicas com as novas Tecnologias de Informação e Comunicação e com sub-áreas da Matemática como a Estatística e a Optimização, tem sofrido um notável crescimento nos últimos anos.

Esta evolução tem-se verificado, entre outros factores, pelo incremento considerável nas solicitações do mercado de trabalho para profissionais com qualificação nesta área. De facto, tanto na União Europeia como nos Estados Unidos e na Ásia está claramente identificada uma insuficiência de recursos humanos nesta área, passível de se manter nos próximos anos.

Existem, neste momento, na Universidade do Minho, e mais concretamente ao nível dos Departamentos de Informática, Engenharia Biológica, Biologia e Produção e Sistemas, recursos humanos com qualificação e experiência na área, bem como os recursos materiais necessários ao arranque de um projecto de ensino, ao nível do 2º ciclo, nesta área.

Propõe-se, assim, neste documento a criação de um curso de **Mestrado em Bioinformática** que, para além de apetecível, é viável nas actuais circunstâncias, podendo constituir-se como um projecto de ensino de sucesso, tal como acontece já com inúmeros projectos nesta área em numerosas universidades europeias e mundiais.

1.2 Perfil de Formação do curso

Os alunos que completarem este mestrado deverão estar aptos a reconhecer uma vasta gama de problemas ao nível da investigação biológica e biotecnológica, sabendo aplicar técnicas avançadas de Bioinformática para a sua resolução, quer tirando partido de software disponível, quer implementando as suas próprias soluções (ou coordenando projectos que conduzam à sua implementação).

O mercado de trabalho destes profissionais incluirá, entre outros:

- companhias farmacêuticas e de biotecnologia;
- instituições públicas e privadas de investigação nas áreas das Ciências Biológicas, das Tecnologias de Informação e na área Bio-médica (e.g. laboratórios do estado, laboratórios associados, universidades, etc);
- empresas de tecnologias de informação e de Bioinformática;
- projectos de formação avançada, ao nível do Doutoramento, em Portugal ou noutros países (e.g. o recentemente criado programa de Doutoramento em Biologia Computacional do Instituto Gulbenkian para a Ciência).

1.3 Articulação Institucional

O curso de 2º ciclo aqui proposto será da responsabilidade da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, envolvendo a participação de 4 departamentos desta universidade:

- Departamento de Informática;
- Departamento de Engenharia Biológica;
- Departamento de Biologia;
- Departamento de Produção e Sistemas.

Tratando-se de um curso de formação ao nível do 2º ciclo haverá uma articulação com os cursos de 1º ciclo ministrados na instituição que lhe poderão servir de âncora.

Assim ao nível da formação nas Tecnologias da Informação, este curso poderá ser seleccionado como formação de 2º ciclo pelos licenciados dos seguintes cursos de 1º ciclo:

- Licenciatura em Engenharia Informática;
- Licenciatura em Ciências da Computação;
- Licenciatura em Tecnologias e Sistemas de Informação;
- Licenciatura em Engenharia de Comunicações.

Ao nível das Ciências Biológicas, os cursos de 1º ciclo seguintes poderão servir de fonte de licenciados para este curso:

- Mestrado integrado em Engenharia Biológica;
- Mestrado integrado em Engenharia Biomédica;
- Licenciatura em Biologia Aplicada;
- Licenciatura em Biologia e Geologia;
- Licenciatura em Bioquímica (em fase de criação pela Escola de Ciências).

1.4 Projectos de Ensino Similares

Neste momento existem no nosso país 2 projectos semelhantes ao nível do 2º ciclo, propostos respectivamente pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em colaboração com o Instituto Gulbenkian para a Ciência.

Simultaneamente, a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa oferece um ramo de Bioinformática nas suas licenciaturas em Biociências, para além de um Mestrado em Bioinformática.

1.5 Declaração de Bolonha

As novas perspectivas para o ensino superior universitário, apresentadas na declaração de Bolonha, trouxeram novos desafios e uma maneira diferente de encarar todo o sistema de aulas. A contabilização via ECTS (*European Credit Transfer System*) de todo o trabalho do aluno, durante o período de aulas e fora dele, é um tópico fundamental no contexto desta declaração, o que revela uma nova forma de perspectivar o ensino universitário. O seu princípio baseia-se na avaliação do volume de trabalho, lectivo e não lectivo, que se exige aos alunos nas diversas unidades curriculares, em vez da alternativa tradicional de avaliar essas unidades em termos de unidades de crédito. Desta forma, são reforçadas, um pouco mais, as preocupações com o desempenho, acompanhamento e sucesso dos alunos nas diversas unidades curriculares dos seus cursos. A adopção do sistema ECTS permitirá também remover muitas das barreiras actualmente existentes nos processos de promoção da mobilidade de estudantes e na compatibilidade e certificação de graus.

É de todo o interesse que o mestrado em Bioinformática acompanhe esse processo e adote tanto quanto possível e na medida do seu contexto de ensino, as recomendações sugeridas pela Declaração de Bolonha.

1.6 Perfis de Ingresso

O curso proposto admitirá candidatos com dois perfis distintos, necessariamente possuindo uma Licenciatura de 1º ciclo (ou formação equivalente).

Perfil A

Licenciaturas do 1º ciclo ou Mestrados Integrados em Tecnologias de Informação, tais como a Engenharia Informática, as Ciências da Computação, as Tecnologias e Sistemas de Informação e outros considerados equivalentes.

Perfil B

Licenciaturas de 1º ciclo ou Mestrados integrados na área das Ciências Biológicas e cursos de Engenharia nesta área, tais como a Engenharia Biológica/ Biomédica, Biologia Aplicada, Biologia / Biologia e Geologia, Bioquímica ou outros considerados equivalentes.

Poderão ser considerados elegíveis candidatos com licenciatura (1º ciclo) provenientes de outros cursos nas áreas da Matemática, Estatística, Física, Química, Engenharia ou qualquer outra área científica/ tecnológica que se julgue compatível. Nestes casos, o plano de estudos dos alunos será definido de forma individual pela direcção do mestrado, podendo incluir unidades curriculares de homogeneização.

2 Objectivos do curso

O curso proposto tem como principal objectivo o de providenciar um formação de pós-graduação (2º ciclo) de qualidade ao nível da área da Bioinformática. Esta formação terá como destinatários alunos provenientes directamente de cursos de Licenciatura ao nível de 1º ciclo ou de outros mestrados que pretendam complementar a sua formação. É objectivo central que este curso se assuma ainda como uma solução ao nível da formação contínua oferecida a profissionais com um conjunto diversificado de antecedentes.

Os objectivos da formação passam por prover os alunos com conhecimento aprofundado e competências adequadas no âmbito dos princípios e técnicas da Bioinformática, permitindo-lhes:

- Desenvolver capacidades ao nível das áreas das Ciências Biológicas, das Ciências da Computação e da Matemática, fazendo a sua aplicação em problemas práticos em ambiente industrial;
- Conhecer e aplicar os métodos mais comuns ao nível da Bioinformática, nomeadamente no que diz respeito às suas componentes analítica, quantitativa e experimental;
- Saber escolher, aplicar e avaliar criticamente as técnicas mais adequadas à resolução de um problema na área da Bioinformática, sendo capaz de identificar os recursos necessários à sua aplicação.

3 Resultados esperados da aprendizagem

Após a conclusão do Mestrado em Bioinformática, um diplomado deverá ter adquirido as seguintes competências (capacidades cognitivas e práticas, e aptidões):

- Demonstrar conhecimentos e compreensão de conceitos fundamentais, teorias e factos relacionados com a Bioinformática e suas aplicações, bem como no que diz respeito aos conceitos, teorias, técnicas e métodos subjacentes ao nível das Ciências Biológicas, das Tecnologias da Informação, da Estatística e da Optimização.
- Demonstrar uma visão crítica sobre as aplicações da Bioinformática à investigação actual nas Ciências Biológicas, percebendo as suas potencialidades e limites.
- Ser capaz de especificar, conceber, implementar e testar aplicações informáticas, com vista à resolução de problemas ao nível da investigação nas Ciências Biológicas, bem como perceber os fundamentos e utilizar ferramentas, conceitos e procedimentos para a optimização das mesmas.
- Demonstrar conhecimento sobre uma vasta gama de técnicas das Tecnologias da Informação, da Análise de dados, da Estatística e da Optimização, sabendo seleccionar as mais relevantes no contexto de uma tarefa ao nível das Ciências Biológicas e sendo capaz de fazer a sua avaliação crítica.
- Ser capaz de realizar investigar de forma autónoma na área da Bioinformática, abordando problemas e produzindo a sua solução em ambiente industrial.

A estas poder-se-ão juntar competências a um nível mais transversal, como sejam:

- Conduzir um projecto de investigação, compreendendo revisão de literatura científica, análise e especificação de um problema, implementação do processo conducente à sua resolução, comparação de distintas estratégias para a solução e escrita de artigos/teses científicos.
- Ser capaz de se integrar em equipas multi-disciplinares e internacionais.
- Ser capaz de comunicar de forma efectiva quer oralmente quer por escrito.

4 Estrutura do curso e plano de estudos

4.1 Estrutura geral

A proposta de curso que se apresenta tem em atenção os princípios da Declaração de Bolonha, a fim de responder aos desafios dos novos projectos de ensino universitário que visam harmonizar os *curricula* da Comunidade Europeia e promover, de forma mais simplificada, a mobilidade de estudantes e professores.

Atendendo às orientações que constam no despacho RT-41/2005, ao artº 14 da Lei de Bases do Sistema Educativo que regulamenta a duração dos ciclos, aos objectivos do processo de Bolonha que valorizam menos o ensino presencial e unidireccional e mais o trabalho autónomo do estudante, assenta nas seguintes regras:

- O diploma de **Especialista em Bioinformática** será conferido ao aluno que obtiver um total de 60 ECTS num período de dois semestres lectivos, após a conclusão da formação de primeiro ciclo;
- O grau de mestre é conferido ao aluno que possuido já o diploma de **Especialista em Bioinformática**, complete 60 ECTS num período de dois semestres lectivos, ou seja, com um total de 120 ECTS a obter num total de quatro semestres curriculares de trabalho após a conclusão da formação de primeiro ciclo;
- Cada semestre curricular de trabalho confere um total de 30 ECTS;
- Cada semestre está estruturado em termos de unidades curriculares de 45, 30, 15 ou 5 ECTS cada uma;
- Cada ECTS corresponde a um total de 28 horas de trabalho (cada semestre curricular representa 840 horas de trabalho: 20 semanas a 42 horas de trabalho por semana).

O curso de mestrado proposto segue o modelo proposto para os cursos de 2º ciclo no âmbito das Tecnologias da Informação da Universidade do Minho. Este modelo propõe a organização do 2º ciclo em Unidades Curriculares (UCs) de acordo com a seguinte classificação:

- **Unidades Curriculares de Especialidade (UCE)** – propostas de formação coerente numa área específica, enunciada na tríplice vertente dos fundamentos, das tecnologias, e das aplicações. Totalizando uma carga de 30 ECTS cada UCE será oferecida ao longo de dois semestres lectivos e terá alocada uma equipa docente responsável pela planificação e gestão científica-pedagógica da mesma que inclua no mínimo quatro docentes doutorados, tendo uma avaliação final única.
- **Unidades Curriculares de Formação Complementar** – Com uma carga de 5 a 15 ECTS, são orientadas à formação científica/ tecnológica avançada numa área específica.
- **Unidades Curriculares de Projecto** – orientadas ao desenvolvimento de competências profissionalizantes específicas. Poderá ter vários formatos, nomeadamente um projecto de Engenharia (estágio profissionalizante) ou um projecto de investigação que configure

uma dissertação de cariz científico-tecnológico envolvendo a capacidade de aplicação original de métodos de pesquisa a problemas e aplicações.

4.2 Plano de estudos

A estrutura curricular está resumida na tabela seguinte:

Tabela 1 – Estrutura geral do plano de estudos

	1º semestre	2º semestre
1º ano	UCE Bioinformática (variante TI ou CB) 30 ECTS	
	UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas 30 ECTS	
2º ano	UCs Formação complementar 15 ECTS	
	Dissertação 45 ECTS	

1º ANO

O 1º ano de formação será constituído por duas Unidades Curriculares de Especialidade (UCE) com um total de 30 ECTS cada:

Para alunos com o perfil de entrada A:

UCE Bioinformática (variante TI) - 30 ECTS

Para alunos com o perfil de entrada B:

UCE Bioinformática (variante CB) - 30 ECTS

Notas complementares:

- Ambas as UCE anteriores deverão desejavelmente poder ser efectuadas individualmente no âmbito de formação contínua sendo creditáveis com um diploma próprio no âmbito de cursos de formação avançada de curta duração (em processo de criação).

Para todos os alunos:

UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas – 30 ECTS

A conclusão das UCE que compõem o 1º ano serão creditadas com **Diploma de Especialista em Bioinformática**.

2º ANO

Formação Complementar: 3 UCs de formação complementar (total de 15 ECTS) escolhidos de um lote a apresentar anualmente (uma instanciação possível desse lote é dada de seguida; este lote pode ser complementado com módulos provenientes de UCs ou Formação Complementar dos Mestrados em Tecnologias de Informação ou dos Mestrado a decorrer nos departamentos de Engenharia Biológica ou Biologia).

O lote a apresentar anualmente será decidido pela direcção do mestrado. De entre as opções disponíveis o aluno deverá seleccionar, no mínimo, uma opção na área das Ciências Biológicas e uma outra na área da Informática, completando assim, no mínimo, 5 créditos ECTS em cada uma destas áreas.

UC Projecto de Investigação: Dissertação – 45 ECTS

O plano de estudos completo é dado na Tabela 2.

Tabela 2 – Plano de estudos

Ano	Unidade Curricular	Horas de contacto com o docente						Horas totais	ECTS
		T	TP	PL	S	OT	E		
1º ano	UCE Bioinformática (variantes TI ou CB)	150	105	45				840	30
	UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas	150	105	45				840	30
	Total 1º ano	300	210	90				1680	60
2º ano	UC Formação complementar 1	30	30					140	5
	UC Formação complementar 2	30	30					140	5
	UC Formação complementar 3	30	30					140	5
	Tese							1260	45
	Total 2º ano	90	90					1680	60

	Total	390	300	90				3360	120
--	--------------	------------	------------	-----------	--	--	--	-------------	------------

4.3 Descrição das Unidades Curriculares

4.3.1 UCE Bioinformática – variante TI

A) Descrição e objectivos

Esta unidade curricular pretende dar uma formação inicial no campo da Bioinformática, dotando os alunos que a completarem de conhecimentos ao nível dos princípios biológicos básicos subjacentes, dos principais problemas que se colocam nesta área e das abordagens estatísticas e algorítmicas mais comuns para a sua solução.

Os módulos diversos que compõem este módulo garantem que o aluno que o complete possuirá conhecimentos ao nível das principais tecnologias e algoritmos da Bioinformática, sendo capaz de as contextualizar, aplicar e analisar. Uma ênfase especial será dedicada aos métodos estatísticos e ao papel da Estatística como base teórica importante para a construção dos algoritmos e modelos subjacentes. A extracção de conhecimento útil a partir de bases de dados biológicas de grande dimensão e complexidade será uma das aplicações privilegiadas.

O módulo terá uma forte componente prática, promovendo o desenvolvimento e a implementação de algoritmos para os principais problemas da Bioinformática, bem como a aplicação e a avaliação de software disponível. Neste âmbito, será incluído um projecto integrador das diferentes disciplinas.

B) Caracterização global

- Regime e escolaridade:

Atendendo à sua articulação em 5 módulos e um projecto integrador, conforme se detalha a seguir, a escolaridade proposta é a seguinte: 10T + 7TP + 3P.

- Áreas Científicas

Informática – 15 ECTS

Ciências Biológicas/ Biotecnologia – 10 ECTS

Produção e Sistemas – 5 ECTS

Esta UCE será frequentada apenas pelos alunos com o perfil de entrada A.

C) Resultados de Aprendizagem

- Identificar, definir e descrever estrutural e funcionalmente as principais biomoléculas, vias metabólicas, processos ao nível intra-celular incluindo a síntese proteica.
- Identificar e descrever os mecanismos de crescimento microbiano e de mistura e transferência de massa e de calor em reactores biológicos bem como os princípios da Engenharia Metabólica
- Identificar os principais problemas na área da Bioinformática e seleccionar os algoritmos e as técnicas computacionais mais adequadas, através da procura, utilização, classificação e avaliação das aplicações de software disponível na área da Bioinformática e de Extração de Conhecimento.
- Analisar os resultados e o interpretar o significado biológico de ferramentas de Bioinformática e análise dados biológicos.
- Conhecer e ser capaz de desenhar e implementar os principais algoritmos relacionados com a Bioinformática e as técnicas de Aprendizagem Máquina e Mineração de Dados.
- Propor e testar hipóteses de acordo com o método estatístico mais adequado no contexto da análise de dados biológicos;

D) Métodos de ensino e avaliação

- Métodos de ensino

Aulas teóricas com exposição de conceitos, apresentação de exemplos e análise de casos de estudo;

Trabalho em grupo na resolução de exercícios e abordagem de estudos de caso, usando ferramentas de programação e em certos casos com recurso a ferramentas informáticas específicas.

Trabalho de projecto com orientação directa da equipa docente afecta à UCE.

- Métodos de avaliação

O processo de avaliação visa aferir não apenas os conhecimentos e competências mínimas adquiridas, mas também a capacidade revelada na sua integração e aplicação a problemas reais e casos de estudo específicos.

A avaliação é constituída por um exame final único, que faz média pesada com a avaliação contínua dos diversos módulos (que podem incluir o desempenho nas aulas, a prática laboratorial, trabalhos individuais ou em grupo), bem como o resultado (ferramentas, relatório, apresentação) do projecto integrador.

E) Módulos internos e conteúdos programáticos

<u>Designação do módulo</u>	<u>Semestre / ECTS</u>
Algoritmos e Tecnologias da Bioinformática	1º - 5
Biologia Molecular e Celular	1º - 5

Engenharia Bioquímica	1º - 5
Métodos Estatísticos para a Bioinformática	2º - 5
Extracção de Conhecimento em Bases de Dados Biológicas	2º - 5
Projecto de Bioinformática	2º - 5

E1. Algoritmos e Tecnologias da Bioinformática

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 2 TP, 5 ECTS (Semestre 1)

- Programa resumido:

Introdução aos conceitos da Bioinformática; Bases de dados biológicas; Algoritmos de alinhamento de sequências; Procura de padrões em sequências; Análise filogenética; Clustering de microarrays; Classificação de proteínas e previsão da estrutura.

- Resultados da aprendizagem específicos:

Identificar, descrever e definir os principais conceitos na área da Bioinformática;

Identificar e descrever os principais problemas que se colocam ao nível da Bioinformática;

Selecionar, aplicar e avaliar ferramentas de Bioinformática na resolução de problemas;

Escolher as classes de algoritmos apropriadas para a resolução dos problemas básicos da Bioinformática;

Implementar algoritmos básicos de Bioinformática nas diversas linguagens de programação.

E2. Biologia Molecular e Celular

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 1)

- Programa resumido:

Armazenamento e transporte de energia nas células. Glicólise, ciclo de Krebs fosforilação oxidativa. Transportadores de electrões em sistemas biológicos. Mecanismo quimio-osmótico de formação de ATP. Via das pentoses-fosfato. Formação de NADPH e interconversão hexoses/pentoses. Organização dos sistemas vivos. Diferenciação celular. Principais métodos de estudo da célula: métodos citológicos e bioquímicos. Biomembranas: estrutura e função, sistemas de transporte. Núcleo: ultra-estrutura, composição, organização e funções. Replicação do DNA. Transcrição, tradução e as moléculas mRNA, tRNA e rRNA. Citosol: composição e principais características. Compartimentação endomembranar. Retículo endoplasmático: funções na síntese lipídica e proteica. Ultraestrutura e função do Complexo de Golgi. Lisossomas. Peroxisomas. Mitocôndria. Citoesqueleto.

- Resultados da aprendizagem específicos:

Descrever as principais vias metabólicas celulares: glicólise, ciclo de Krebs e a via das pentoses fosfato

Descrever funcional e estruturalmente as várias estruturas celulares, nomeadamente, membranas celulares, núcleo, ribossoma, cromossoma, retículo endoplasmático, aparelho de Golgi, lisossoma, peroxissoma, mitocôndria e citosqueleto

Relacionar os diferentes mecanismos de transporte de substâncias para o interior das células e de tráfego intracelular: difusão, osmose, difusão facilitada, transporte activo, endocitose, exocitose e secreção de proteínas

Descrever as etapas da síntese de proteínas, identificando o papel do DNA, do mRNA, do tRNA, do rRNA e dos ribosomas nos processos de transcrição e de tradução

Aplicar conceptualmente as metodologias experimentais básicas de biologia molecular e celular na resolução de problemas biológicos na investigação científica

E3. Engenharia Bioquímica

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 1)

- Programa resumido:

Problemas Fundamentais da Engenharia Bioquímica: papel dos bio-reactores em Biotecnologia; organismos e meios de cultura industriais. Cinética do Crescimento Microbiano: parâmetros de crescimento; análise de dados de crescimento; equação de Monod e outras equações descritivas do crescimento microbiano; taxas específicas de consumo e produção. Variáveis de Estado: biomassa, substrato, produtos, determinação Experimental. Modos de Operação de Reactores Biológicos: cultura em contínuo / quimiostato, cultura em modo semi-contínuo, cultura em descontínuo. Estequiometria das Reacções Microbianas: equação estequiométrica geral, necessidades em carbono e energia.

- Resultados da aprendizagem específicos:

Identificar e descrever os mecanismos de crescimento microbiano

Identificar os mecanismos de mistura e transferência de massa e de calor em reactores biológicos

Identificar o modo de operação de reactores biológicos

Identificar os princípios da Engenharia Metabólica

E4. Métodos Estatísticos para a Bioinformática

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido

Distribuições de Probabilidade. Inferência Estatística. Planeamento de Experiências. Regressão linear. Regressão Logística. Análise Discriminante. Análise de Sobrevivência. Processos estocásticos e modelos de Markov; Métodos estatísticos para a análise de sequências; Aplicações da estatística à análise filogenética

- Resultados da aprendizagem específicos

Identificar, descrever e definir os principais conceitos da teoria de probabilidades, da inferência estatística e dos processos estocásticos;

Planear experiências e recolher dados de acordo com um plano de amostragem.

Formular e testar hipóteses de acordo com o método estatístico mais adequado no contexto da análise de dados biológicos;

Aplicar os conceitos estatísticos, fazendo uso de software disponível, à análise de sequências biológicas e à análise filogenética;

Aplicar processos estocásticos à modelação

E5. Extração de Conhecimento em Bases de Dados Biológicas

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 2 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Sistemas de suporte à decisão; Processamento analítico de dados; Data Warehousing; Mineração de Dados e Aprendizagem Máquina: Modelos e algoritmos de classificação e regressão; Indução de árvores de decisão e regras de classificação; Aprendizagem baseada em instâncias.

- Resultados da aprendizagem específicos:

Identificar, descrever e definir os principais conceitos relacionados com os sistemas de suporte à decisão, processamento analítico de dados, data warehousing e mineração de dados;

Seleccionar as metodologias apropriadas e aplicar software disponível na resolução de problemas reais ao nível da análise de dados e tomada de decisão;

Conhecer e ser capaz de implementar os principais algoritmos relacionados com técnicas de Mineração de Dados e Aprendizagem Máquina;

Aplicar as metodologias de extração de conhecimento no caso específico das bases de dados biológicas.

E6. Projecto de Bioinformática

- Regime, escolaridade e ECTS: 3 P, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Desenvolvimento de um projecto integrador, fazendo a especificação, o desenho e a implementação de aplicações na área da Bioinformática, comparando-as criticamente com aplicações existentes no mesmo âmbito.

- Resultados da aprendizagem específicos:

Conhecer e descrever os principais algoritmos da Bioinformática;

Desenvolver e implementar aplicações para os principais problemas da Bioinformática;

Pesquisar, aplicar e integrar módulos de software disponível ao nível de repositórios livres;

Integrar o conhecimento das disciplinas anteriores na resolução de problemas específicos.

4.3.2 UCE Bioinformática – variante CB

Nesta unidade curricular apenas são referidos os aspectos em que esta difere da anterior (variante TI).

A) Descrição e objectivos

Esta unidade curricular pretende dar uma formação inicial no campo da Bioinformática, dotando os alunos que a completarem de conhecimentos ao nível dos principais problemas que se colocam nesta área e das abordagens estatísticas e algorítmicas mais comuns para a sua solução.

Dado que é dedicada a alunos com perfil de formação em Ciências Biológicas esta UC inclui módulos de introdução à programação e às bases de dados relacionais, ferramentas essenciais para que os alunos possam desenvolver e implementar algoritmos de Bioinformática.

Os módulos diversos que compõem este módulo garantem que o aluno que o complete possuirá conhecimentos ao nível das principais tecnologias e algoritmos da Bioinformática, sendo capaz de as contextualizar, aplicar e analisar. Uma ênfase especial será dedicada aos métodos estatísticos e ao papel da Estatística como base teórica importante para a construção dos algoritmos e modelos subjacentes. A extracção de conhecimento útil a partir de bases de dados biológicas de grande dimensão e complexidade será uma das aplicações privilegiadas.

O módulo terá uma forte componente prática, promovendo o desenvolvimento e a implementação de algoritmos para os principais problemas da Bioinformática, bem como a aplicação e a avaliação de software disponível. Neste âmbito, será incluído um projecto integrador das diferentes disciplinas.

B) Caracterização global

- Regime e escolaridade:

Atendendo à sua articulação em 5 módulos e um projecto integrador, conforme se detalha a seguir, a escolaridade proposta é a seguinte: 10T + 7TP + 3P.

- Áreas Científicas

Informática – 25 ECTS

Produção e Sistemas – 5 ECTS

Esta UCE será frequentada apenas pelos alunos com o perfil de entrada B.

C) Resultados de Aprendizagem

- Identificar, descrever, definir e implementar as estruturas de dados mais adequadas para a resolução de um dado problema e algoritmos para as percorrer e manipular;

- Ser capaz de modelar, desenhar, implementar e manipular sistemas de bases de dados, extraindo informação útil;

- Identificar os principais problemas na área da Bioinformática e saber seleccionar os algoritmos e as técnicas computacionais mais adequadas, sabendo procurar, utilizar, classificar e avaliar aplicações de software disponível na área da Bioinformática e de Extração de Conhecimento.
- Analisar os resultados e o interpretar o significado biológico de ferramentas de Bioinformática e análise dados biológicos.
- Conhecer e ser capaz de desenhar e implementar os principais algoritmos relacionados com a Bioinformática e as técnicas de Aprendizagem Máquina e Mineração de Dados.
- Formular e testar hipóteses de acordo com o método estatístico mais adequado no contexto da análise de dados biológicos;

E) Módulos internos e conteúdos programáticos

<u>Designação do módulo</u>	<u>Semestre / ECTS</u>
Paradigmas e Métodos de Programação	1º - 5
Bases de Dados	1º - 5
Algoritmos e Tecnologias da Bioinformática	1º - 5
Métodos Estatísticos para a Bioinformática	2º - 5
Extração de Conhecimento em Bases de Dados Biológicas	2º - 5
Projecto de Bioinformática	2º - 5

E1. Paradigmas e Métodos de Programação

Regime, escolaridade e ECTS: 2T+1 TP, 5 ECTS

Programa resumido:

Variáveis, tipos de dados primitivos, arrays e tipos enumerados; O conceito de objecto, do seu estado, os seus métodos e encapsulamento; Classes, classes abstractas, instâncias e interfaces; Herança; Instruções simples, compostas, condicionais e ciclos; Especificação de problemas, metodologia top-down e bottom-up; Árvores, árvores binárias de procura, ordenação e funções de hashing; Listas, iteradores, vectores, conjuntos e dicionários; Especificação de problemas no paradigma por objectos, introdução à utilização de padrões na programação por objectos; Testes automáticos ao código; IDEs para a edição de código; Introdução ao refactoring.

Resultados de aprendizagem:

Identificar, descrever e definir os principais conceitos relacionados com a programação em particular na sua vertente do paradigma por objectos;

Aplicar a programação por objectos à resolução de problemas utilizando abordagens adequadas;

Identificar, descrever, definir e implementar as estruturas de dados mais adequadas para a resolução de um dado problema e algoritmos para as percorrer e manipular;

Especificar a hierarquia de classes, classes abstractas e interfaces necessária para a resolução de um dado problema;

Implementar, dada a especificação de um dado problema, os métodos e instâncias de classes necessárias para a sua resolução.

E2. Bases de Dados

Regime, escolaridade e ECTS: 2T+1TP, 5 ECTS

Programa resumido:

Introdução aos sistemas de bases de dados; O modelo relacional; Álgebra relacional; Estudo e análise de modelos para desenho de sistemas de bases de dados; Desenho e concepção de sistemas de bases de dados; A linguagem SQL; Administração de bases de dados; Segurança e protecção de dados; Aplicação de sistemas de bases de dados na web.

Resultados de aprendizagem:

Identificar, descrever e definir os principais conceitos relacionados com sistemas de bases de dados;

Ser capaz de manipular uma base de dados e extrair informação da mesma;

Ser capaz de modelar, desenhar e implementar sistemas de bases de dados;

Identificar os problemas relacionados com a administração de um sistema de bases de dados assim como da segurança e protecção dos dados;

Compreender os conceitos subjacentes às bases de dados na WEB e ser capaz de as utilizar.

4.3.3 UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas

A) Descrição e objectivos

Esta UC pretende fornecer formação especializada em Bioinformática, complementando-se e aprofundando-se os conhecimentos adquiridos ao nível da UCE Bioinformática. Dá-se especial ênfase à formação na área de Biologia de Sistemas.

Nos seus módulos internos serão abordados métodos e algoritmos para resolução de problemas mais complexos surgidos da investigação nas ciências biológicas, contemplando-se o estudo de métodos avançados de modelação, simulação, controlo e optimização dos processos biológicos.

Será dado especial ênfase à componente prática, pretendendo-se que os alunos que completem o módulo adquiram competências ao nível do desenvolvimento e implementação de algoritmos avançados de Bioinformática, objectivo que será potenciado pela realização de um projecto integrador.

B) Caracterização global

- Regime e escolaridade:

Atendendo à sua articulação em 5 módulos e um projecto integrador, conforme se detalha a seguir, a escolaridade proposta é a seguinte: 10T + 7TP + 3P.

- Áreas Científicas

Informática – 10 ECTS

Ciências Biológicas / Biotecnologia – 15 ECTS

Produção e Sistemas – 5 ECTS

C) Resultados de Aprendizagem

- Aplicar ferramentas de análise dados à escala genómica (considerando dados de transcriptómica, proteómica, metabolómica, etc) e desenhar estratégias com vista à sua integração com modelos celulares;

- Identificar, descrever e definir os conceitos básicos do campo da Engenharia Genética, bem como saber interpretar os resultados das principais técnicas experimentais na área da Engenharia Genética e conhecer os principais problemas da Bioinformática que emergem da investigação ao nível da Engenharia Genética;

- Formular problemas de optimização em Bioinformática, usando software específico de para a sua solução.

- Formular e desenvolver representações matemáticas de processos e sistemas biológicos e saber aplicar métodos e algoritmos usando software adequado para a resolução dos problemas de optimização correspondentes.

- Escolher classes de algoritmos apropriadas para a resolução de problemas complexos de Bioinformática, sabendo implementar algoritmos avançados de Bioinformática nas diversas linguagens de programação.

- Desenvolver projectos de investigação autónomos ao nível da Bioinformática avançada e da Biologia de Sistemas.

D) Métodos de ensino e avaliação

- Métodos de ensino

Aulas teóricas com exposição de conceitos, apresentação de exemplos e análise de casos de estudo;

Trabalho em grupo na resolução de exercícios e abordagem de estudos de caso, usando ferramentas de programação e em certos casos com recurso a ferramentas informáticas específicas.

Trabalho de projecto com orientação directa da equipa docente afecta à UCE.

- Métodos de avaliação

O processo de avaliação visa aferir não apenas os conhecimentos e competências mínimas adquiridas, mas também a capacidade revelada na sua integração e aplicação a problemas reais e casos de estudo específicos.

A avaliação é constituída por um exame final único, que faz média pesada com a avaliação contínua dos diversos módulos (que podem incluir o desempenho nas aulas, a prática laboratorial, trabalhos individuais ou em grupo), bem como o resultado (ferramentas, relatório, apresentação) do projecto integrador.

E) Módulos internos e conteúdos programáticos

<u>Designação do módulo</u>	<u>Semestre / ECTS</u>
Introdução à Biologia de Sistemas	1º - 5
Engenharia Genética	1º - 5
Optimização	1º - 5
Modelação e optimização de sistemas biológicos	2º - 5
Algoritmos avançados de Bioinformática	2º - 5
Projecto de Biologia de Sistemas	2º - 5

E1. Introdução à Biologia de Sistemas

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 2 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Metodologias Analíticas para quantificação e caracterização do transcriptoma, proteoma, fluxoma e metaboloma: Microarrays de DNA, Electroforese 2-D e Espectrometria de Massa para análise de proteínas, Análise de metabolitos por GC-MS e NMR; Modelação de Processos e Sistemas Biológicos: Modelos cinéticos e mecanísticos; Modelos estocásticos; Modelos estequiométricos e análise de fluxos metabólicos; Petri-Nets; Redes Booleanas. Integração de dados à escala genómica com modelos celulares.

- Resultados de aprendizagem específicos

Identificar e descrever as metodologias de representação matemática de processos celulares complexos

Enumerar e explicar as principais metodologias analíticas utilizadas para a quantificação do transcriptoma, proteoma, fluxoma e metaboloma

Aplicar ferramentas de análise dados à escala genómica e desenhar estratégias com vista à sua integração com modelos celulares

Aplicar as metodologias de integração de dados à escala genómica à resolução de problemas de identificação de funções de genes e de desenho de fármacos

E2. Engenharia Genética

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 1)

- Programa resumido:

Organização de genomas. Genomas nucleares, mitocondriais e cloroplastidiais. Genótipo e fenótipo. Clonagem molecular. Manipulação in vitro de DNA: enzimas de restrição e ligases. Vectores de clonagem. A reacção em cadeia de amplificação termocíclica (PCR) e a sua aplicação na clonagem. Métodos de transformação de células vegetais e microrganismos. Métodos clássicos, electroporação e transfecção. Clonagem por complementação. Métodos de criação e selecção de mutantes. Construção de bancos genómicos. Bancos genómicos de expressão. Sistemas de expressão genética. Produção e purificação de proteínas por sobre-expressão em sistemas heterólogos. Produção de proteínas recombinadas. Estudo da expressão genética. Detecção de níveis de transcrição com genes repórter, análise de Northern e RT-PCR em tempo real. Estudo da expressão pós-tradução por análise de Western. Interrupção e supressão de genes. Análise de Southern. Silenciamento de genes por tecnologia de interferência de RNA. Mutagénesse dirigida e engenharia de proteínas. Localização sub-celular de proteínas. Métodos baseados na imunodeteccção e fusão com proteínas fluorescentes. Abordagens globais: genómica, proteómica, transcritómica e lipidómica. Aplicação das tecnologias de engenharia genética na biotecnologia, saúde, agricultura e ambiente.

- Resultados aprendizagem específicos

Descrever as ferramentas e os métodos de clonagem molecular e introdução de DNA em células vegetais, animais e microrganismos.

Aplicar conceptualmente as estratégias de clonagem por complementação, desde a criação de mutantes, construção de bancos genómicos e complementação de fenótipo a casos concretos de problemas biológicos.

Analisar resultados do estudo da expressão genética a nível da transcrição por genes repórter, Northern e RT-PCR em tempo real e pós-tradução por Western.

Empregar as estratégias dos métodos de mutação de genes por interrupção, supressão, silenciamento por RNAi, mutagénesse dirigida e os métodos de localização sub-celular de proteínas em problemas biológicos específicos.

Avaliar a utilidade das abordagens globais de genómica, proteómica e transcriptómica na engenharia genética e as aplicações da engenharia genética na biotecnologia, saúde, agricultura e ambiente.

- Usar conceptualmente as estratégias de análise e manipulação de sistemas biológicos em engenharia genética como reacções enzimáticas com enzimas de restrição e DNA ligase, transformação, reacções de hibridação, PCR e abordagens globais como genómica, proteómica e transcritómica.

E3. Optimização

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Introdução à teoria de grafos. Problemas e modelos de optimização combinatória. Condições de optimalidade para problemas de optimização não lineares com restrições. Método de programação quadrática sequencial. Método de pontos interiores. Modelação de problemas de optimização. Linguagem de modelação AMPL. Software específico.

- Resultados de Aprendizagem:

Formular e classificar problemas de optimização não linear com restrições

Analisar e aplicar métodos analíticos

Seleccionar, implementar os métodos numéricos de optimização não linear com restrições

Ser capaz de modelar problemas de optimização combinatória usando conceitos da teoria de grafos, e conhecer técnicas de resolução para esses problemas

Resolver problemas de optimização em Bioinformática usando software específico de optimização não linear

E4. Modelação e Optimização de Sistemas Biológicos

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 1 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Conceitos básicos sobre modelação, simulação e controlo de processos em Biotecnologia; Técnicas de modelação clássicas (equações de balanço, equações diferenciais, modelação cinética); Métodos clássicos de controlo e optimização (e.g. métodos numéricos, programação dinâmica); Modelos não convencionais para a modelação (e.g. redes neuronais, lógica difusa); Métodos avançados de optimização e controlo (meta-heurísticas).

- Resultados de aprendizagem específicos

Formular e desenvolver representações matemáticas de processos e sistemas biológicos

Seleccionar e implementar os métodos numéricos para a simulação de processos e sistemas biológicos utilizando software específico

Formular problemas de optimização para a simulação de sistemas biológicos complexos e maximização dos rendimentos obtidos em processos fermentativos

Aplicar métodos e algoritmos e usar software adequado para a resolução de problemas de optimização de processos e sistemas biológicos

E5. Algoritmos Avançados de Bioinformática

- Regime, escolaridade e ECTS: 2 T + 2 TP, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Algoritmos estocásticos; Algoritmos para a descoberta de genes; Previsão da estrutura e função de proteínas; Algoritmos de Clustering e classificação de dados de DNA microarrays; Redes metabólicas e regulação genética.

- Resultados de aprendizagem específicos

Identificar, descrever e definir conceitos avançados na área da Bioinformática;

Identificar e descrever os principais problemas que se colocam ao nível da Bioinformática;

Procurar, utilizar e avaliar aplicações disponíveis para a resolução de problemas complexos de Bioinformática;

Escolher classes de algoritmos apropriadas para a resolução de problemas complexos de Bioinformática;

Implementar algoritmos avançados de Bioinformática nas diversas linguagens de programação.

E6. Projecto de Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas´

- Regime, escolaridade e ECTS: 3 P, 5 ECTS (Semestre 2)

- Programa resumido:

Envolve o desenvolvimento de um projecto nas áreas da Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas, consistindo num trabalho de investigação autónoma e desenvolvimento de uma aplicação computacional.

- Resultados de Aprendizagem

Ser capaz de conduzir investigação autónoma em Bioinformática

Desenvolver aplicações com elevado nível de integração de dados

Conhecer e implementar os principais algoritmos ao nível da Biologia de Sistemas

4.3.4 Unidades curriculares de formação complementar

Incluem-se aqui algumas propostas do portfolio que poderá ser oferecido no âmbito da formação complementar do 2º ano. Cada uma destas unidades curriculares terá 5 ECTS.

A) Análise, processamento e mineração de sequências

B) Estrutura e função de proteínas

C) Engenharia Metabólica

D) Redes biológicas e sistemas complexos

E) Análise avançada de expressão genética

F) Filogenia Molecular

CURSO: Mestrado em Bioinformática

UNIDADE CURRICULAR: UCE Bioinformática (variante II)

ÁREA CIENTÍFICA:

UC – ANUAL SEMESTRAL TRIMESTRAL OUTRA OBRIGATORIA OPCIONAL

Distribuição das horas creditadas ao aluno para obtenção de 30 créditos (ECTS)

Resultados de aprendizagem (RA)	Horas de contacto com o docente										Horas de trabalho independente			Total
	Colectivas		Labora- toriais	T. de campo	Seminário	Tutórias	Estágios	Estudo	Trabº grupo	Trabº projecto	Horas de avaliação			
	T	TP	PL	TC	S	OT	E							
<p>Listagem de RA (entre 4 e 6)</p> <p>- Identificar, definir e descrever estrutural e funcionalmente as principais biomoléculas, vias metabólicas, processos ao nível intra-celular incluindo a síntese proteica.</p> <p>- Identificar os principais problemas na área da Bioinformática e saber seleccionar os algoritmos e as técnicas computacionais mais adequadas, sabendo procurar, utilizar, classificar e avaliar aplicações de software disponível na área da Bioinformática e de Extração de Conhecimento.</p> <p>- Analisar os resultados e o interpretar o significado biológico de ferramentas de Bioinformática e análise dados biológicos</p> <p>- Identificar e descrever os mecanismos de crescimento microbiano e de mistura e transferência de massa e de calor em reactores biológicos bem como os princípios da Engenharia Metabólica</p> <p>- Conhecer e ser capaz de desenhar e implementar os principais algoritmos</p>	25	15							78	20		2	140	
	30	20	15						38	35	40	2	180	
	20	15	15							29	20	1	100	
	25	15							28	60	10	2	140	
	25	25	15						14		60	1	140	

Proposta de criação do curso de Mestrado em Bioinformática

27

relacionados com a Bioinformática e as técnicas de Aprendizagem Máquina e Mineração de Dados																	
- Formular e testar hipóteses de acordo com o método estatístico mais adequado no contexto da análise de dados biológicos	25	15						42	46	10	2	140					
TOTAL	150	105	45					200	190	140	10	840					

Legenda:

T – Ensino teórico; TP – Ensino teórico-prático; PL – Ensino prático e laboratorial; TC – Trabalho de campo; S – Seminário; E – Estágio;

OT – Orientação tutória.

CURSO: Mestrado em Bioinformática

UNIDADE CURRICULAR: UCE Bioinformática (variante CB)

ÁREA CIENTÍFICA:

UC – ANUAL SEMESTRAL TRIMESTRAL OUTRA OBRIGATORIA OPCIONAL

Distribuição das horas creditadas ao aluno para obtenção de 30 créditos (ECTS)

Resultados de aprendizagem (RA)	Horas de contacto com o docente										Horas de trabalho independente			Total
	Colectivas		Labo- toriais	T. de campo	Seminário	Tutórias	Estágios		Estudo	Trabº grupo	Trabº projecto	Horas de avaliação		
	T	TP	PL	TC	S	OT	E							
<p>Listagem de RA (entre 4 e 6)</p> <p>- Identificar, descrever, definir e implementar as estruturas de dados mais adequadas para a resolução de um dado problema e algoritmos para as percorrer e manipular</p> <p>- Identificar os principais problemas na área da Bioinformática e saber seleccionar os algoritmos e as técnicas computacionais mais adequadas, sabendo procurar, utilizar, classificar e avaliar aplicações de software disponível na área da Bioinformática e de Extração de Conhecimento.</p> <p>- Analisar os resultados e o interpretar o significado biológico de ferramentas de Bioinformática e análise dados biológicos</p> <p>- Ser capaz de modelar, desenhar, implementar e manipular sistemas de bases de dados, extraindo informação útil</p> <p>- Conhecer e ser capaz de desenhar e implementar os principais algoritmos relacionados com a Bioinformática e as técnicas de Aprendizagem Máquina e Mineração de Dados</p>	25	15							48	40	10	2	140	
	30	20	15						38	35	40	2	180	
	20	15	15							29	20	1	100	
	25	15							58	40		2	140	
	25	25	15						14		60	1	140	

Proposta de criação do curso de Mestrado em Bioinformática

29

- Formular e testar hipóteses de acordo com o método estatístico mais adequado no contexto da análise de dados biológicos	25	15						42	46	10	2	140
TOTAL	150	105	45					200	190	140	10	840

Legenda:

T – Ensino teórico; TP – Ensino teórico-prático; PL – Ensino prático e laboratorial; TC – Trabalho de campo; S – Seminário; E – Estágio; OT – Orientação tutória.

CURSO: Mestrado em Bioinformática
UNIDADE CURRICULAR: UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas
ÁREA CIENTÍFICA:
 UC – ANUAL SEMESTRAL TRIMESTRAL OUTRA
 OBRIGATORIA OPCIONAL

Distribuição das horas creditadas ao aluno para obtenção de 30 créditos (ECTS)

Resultados de aprendizagem (RA)	Horas de contacto com o docente										Horas de trabalho independente			Total
	Colectivas		Labora- toriais	T. de campo	Seminário	Tutórias	Estágios		Estudo	Trabº grupo	Trabº projecto	Horas de avaliação		
	T	TP	PL	TC	S	OT	E							
<p>Listagem de RA (entre 4 e 6)</p> <p>- Aplicar ferramentas de análise dados à escala genómica (considerando dados de transcriptómica, proteómica, metabolómica, etc) e desenhar estratégias com vista à sua integração com modelos celulares;</p> <p>- Identificar, descrever e definir os conceitos básicos do campo da Engenharia Genética, bem como saber interpretar os resultados das principais técnicas experimentais na área da Engenharia Genética e conhecer os principais problemas da Bioinformática que emergem da investigação ao nível da Engenharia Genética;</p> <p>- Formular problemas de optimização em Bioinformática, usando software específico para a sua solução.</p> <p>- Formular e desenvolver representações matemáticas de processos e sistemas biológicos e saber aplicar métodos e algoritmos usando software adequado para a resolução dos problemas de optimização correspondentes.</p>	25	30							33	50		2	140	
	30	15							53	40		2	140	
	30	15							33	35	25	2	140	
	25	10	10						34	25	35	1	140	

Proposta de criação do curso de Mestrado em Bioinformática

31

- Escolher classes de algoritmos apropriadas para a resolução de problemas complexos de Bioinformática, sabendo implementar algoritmos avançados de Bioinformática nas diversas linguagens de programação.	30	20	10						28	20	30	2	140
- Desenvolver projectos de investigação autónomos ao nível da Bioinformática avançada e da Biologia de Sistemas.	10	15	25						19	20	50	1	140
TOTAL	150	105	45						200	190	140	10	840

Legenda:

T – Ensino teórico; TP – Ensino teórico-prático; PL – Ensino prático e laboratorial; TC – Trabalho de campo; S – Seminário; E – Estágio; OT – Orientação tutória.

5 Recursos humanos e materiais necessários

5.1 Recursos humanos

Os recursos humanos existentes (pessoal docente e não docente) nos departamentos associados à leccionação dos cursos são os resultantes da actual configuração da oferta do ensino superior, não sendo expectável que o Mestrado em Bioinformática venha a exigir recursos humanos adicionais.

A tabela seguinte apresenta uma lista nominal do pessoal docente que deverá estar envolvido no curso de mestrado, com indicação do seu nome, categoria, e grau académico. A tabela está organizada pelo departamento a que pertencem os docentes.

Tabela 3 – Pessoal docente envolvido com o curso.

Departamento	Nome	Categoria	Grau académico
Informática	António Carlos Silva Abelha	Professor Auxiliar	Doutoramento
	José Carlos Ferreira Maia Neves	Professor Catedrático	Agregação
	José Manuel Ferreira Machado	Professor Auxiliar	Doutoramento
	José Bernardo Santos Vieira Barros	Professor Associado	Doutoramento
	Luís Manuel Dias Coelho Barbosa	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Miguel Francisco Almeida Pereira Rocha	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Orlando Manuel de Oliveira Belo	Professor Associado	Doutoramento
	Paulo Jorge Sousa Azevedo	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Rui Manuel Ribeiro Castro Mendes	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Eugénio Manuel Faria Campos Ferreira	Professor Associado c/ Agregação	Agregação
Engenharia Biológica	Isabel Cristina Almeida Pereira Rocha	Assistente Convidado	Doutoramento
	José António Couto Teixeira	Professor Catedrático	Agregação
	Lucília Maria Alves Ribeiro Domingues	Professora Auxiliar	Doutoramento
	Margarida Paula Pedra Amorim Casal	Professor Associado	Doutoramento
	Rui Pedro Soares Oliveira	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Ana Paula Fernandes Monteiro Sampaio Carvalho	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Bjorn Fredrik Johanson	Professor Auxiliar Convidado	Doutoramento
	Maria Alexandra de Oliveira Cardoso Palma Nobre	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Cristina Alexandra de Almeida Aguiar	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Sandra Cristina Almeida Paiva	Professor Auxiliar	Doutoramento
Biologia	Maria Judite Alves da Costa e Almeida	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Dorit Schuler	Professor Auxiliar	
	António Ismael de Freitas Vaz	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Lino António Antunes Fernandes Costa	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Filipe Pereira Pinto Cunha Alvelos	Professor Auxiliar	Doutoramento
	Cláudio Manuel Martins Alves	Professor Auxiliar	Doutoramento
Produção e Sistemas	Pedro Nuno Ferreira Pinto Oliveira	Professor Associado c/ Agregação	Agregação

Pode facilmente constatar-se que o corpo docente existente será suficiente para assegurar o funcionamento do curso, contando com 27 doutorados. Será ainda de referir que na totalidade destes departamentos existe um corpo de mais de uma centena de doutorados aptos a poerem assegurar a leccionação de algumas das unidades em caso de necessidade. O facto de em

algumas licenciaturas da Universidade do Minho se leccionarem já disciplinas de Bioinformática ajudará também na preparação dos conteúdos das disciplinas.

A área de investigação ligada com este projecto, apesar de recente e em forte crescimento, tem já alguma implantação nos centros de investigação que acolhem os docentes indicados, nomeadamente:

- O Centro de Ciências e Tecnologias da Computação (CCTC) trata-se de um centro recente para a área de investigação em Informática, com a última avaliação de “Bom” e tendo mais de 40 doutorados actualmente. Conta com a Bioinformática como uma das suas áreas de investigação, coordenando um projecto financiado em curso (FCT, ref. POSC/EIA/59899/2004), tendo diversas publicações recentes na área, duas teses de doutoramento e participando em outros projectos com instituições nacionais.

- O Centro de Engenharia Biológica desenvolve investigação na área da Biotecnologia e tem a classificação de “Excelente”. Tem apostado na Bioinformática e na Biologia de Sistemas recentemente, tendo já projectos aprovados na FCT (e.g. ref. POCI/BIO/60139/2004), diversas publicações e alunos de pós-graduação.

- O Centro Algoritmi, que tem como classificação “Muito Bom”, engloba os docentes do DPS desta equipa. Estes estão envolvidos em diversos projectos de investigação ligados com as áreas da Estatística e da Optimização, incluindo diversos projectos na área bio-médica.

- O Centro de Biologia, actualmente com a classificação de “Muito Bom”, desenvolve diversos projectos de investigação nas Ciências Biológicas, que fazem uso recorrente de ferramentas bioinformáticas, tendo os seus membros diversas publicações relacionadas com a matéria.

A Tabela 4 apresenta uma lista nominal do pessoal não docente envolvido no curso, com indicação do seu nome e categoria. A tabela apresenta a lista do pessoal não docentes organizada pelo departamento a que pertencem.

Tabela 4 – Pessoal não docente envolvido com o curso.

Departamento	Nome	Categoria
Informática	Albano José Dias Serrano	Espec. Inform. Grau 3 nivel 1
	António Pedro Sarmento Coelho Carneiro Aragão	Espec. Inform. Grau 2 nivel 1
	Carla Cecília Ferreira Amado Araújo	Técnico Prof. 1ª Classe Laboratório
	Cristina Paula Sousa Martins Ferreira	Técnico Superior Principal
	Jaime Ferreira Gomes	Técnico Inform. de Grau 1 Nivel 1
	João Manuel Campos Gonçalves	Técnico Prof. 1ª Classe Laboratório
	José Luís Oliveira Faria	Espec. Informática Grau 2 nivel 1
	Maria Goreti Dantas Pereira	Assistente Administrativo Principal
	Maria Helena Ferreira Dias	Assistente Admin. Especialista
	Paula Maria Silva Anjo	Assistente Admin. Especialista
Engenharia	Maria Adelaide Teixeira Novais Francisco	Técnica 1ª Classe
Biológica	Maria Madalena Costa Vieira	Técnica Superior
Biologia	Amaro António Magalhães Rodrigues	Técnico Profissional Especialista
	Paula Cristina Alves da Rocha	Assistente Administrativa

Produção e Sistemas	Acácio Rui dos Santos Costa	Esp. Inf. Grau2
	Maria da Conceição Peixoto Marques	Assist. Admin. Especialista

5.2 Infra-estruturas e Equipamento

As infra-estruturas e material de suporte ao curso serão assegurados pelos Departamentos de Informática, Engenharia Biológica, Biologia e Produção e Sistemas que dispõem de equipamento e material adequado, laboratórios, salas de aula e de estudo adequadas para o funcionamento normal do curso.

O Departamento de Informática desde Abril de 1998, altura em que o seu actual edifício foi inaugurado, passou a ter mais concentrados os espaços lectivos, os espaços de investigação e os gabinetes dos docentes. Desde essa altura não só passou a ter laboratórios de investigação para cada uma das áreas de investigação, como também laboratórios de ensino específicos para as várias unidades curriculares do curso. Também nessa altura, ficou provido com 2 anfiteatros e várias salas para as aulas teórico-práticas.

Para além do grande investimento na aquisição de equipamentos para os diversos laboratórios, o Departamento de Informática adoptou uma política de aquisição de licenças de software dos mais actuais e interessantes produtos. Em resultado, o Departamento de Informática possui vários laboratórios pedagógicos e de investigação com grande qualidade em termos de plataformas hardware e arquitecturas software. Adicionalmente, em alguns destes laboratórios, e visando o seu permanente bom funcionamento e segurança com manutenção mínima, foram não só instaladas “firewalls”, como também foi implementado um sistema de “boot remoto” (resultado de trabalhos de I&D do próprio departamento). Assim, em função da unidade curricular que num dado momento vai ser leccionada num destes laboratórios, não só o “bootstrap” das máquinas individuais é feito em função das necessidades de software da unidade curricular, como cada aluno, após identificação, terá disponível a versão da sua “home directory” e respectivo “file system” tal como o deixou na última sessão.

O Departamento de Informática tem dois tipos de laboratórios:

- Laboratórios Pedagógicos Polivalentes:
 - Laboratório 0.03: 12 postos de trabalho de arquitectura Intel (Celeron900MHz, 256MB, 20GB, Geforce2, 17") com placa de som. Todos os postos suportam Windows 95 com Office, e a distribuição Linux - Red Hat 7.0.
 - Laboratório 1.04: Um servidor de arranque e 14 postos de trabalho de arquitectura Intel (Cel2800MHz, 512MB, 80GB, Sis, TFT 17"). Todos os postos suportam Windows 95 e a distribuição Linux - Red Hat 6.1.
 - Laboratório 1.09 (Bases de Dados): Um servidor de arranque com Windows 95 e NT server 4 e 12 postos de trabalho de arquitectura Intel (Celeron900MHz, 256MB, 20GB, Geforce2, 17"), com placa gráficas 3D e placa de som. Todos os postos suportam Windows 95 com runtime Java, Linux - Red Hat 7.0, e Windows NT 4 Workstation.
 - Sala Aberta - Trata-se de uma sala polivalente de apoio ao estudo e ao desenvolvimento de trabalhos práticos. A afectação dos postos de trabalho aos utilizadores é coordenada

pela associação de alunos da LESI. Dezasseis postos de trabalho de arquitectura Intel, placa de som, monitores Samsung de 17 polegadas. Todos os postos suportam Windows 95, Office 2000 e Linux - Red Hat 7.0.

Os recursos materiais existentes no Departamento de Engenharia Biológica relevantes para a área da Bioinformática e Biologia de Sistemas distribuem-se pelos seguintes laboratórios pedagógicos:

- Laboratório de Bioengenharia
- Laboratório de Ecologia e Microbiologia Molecular
- Laboratório de Instalações Piloto

Estes laboratórios estão devidamente equipados para a realização de experiências de fermentação a várias escalas para apoio à Unidade Curricular de Engenharia Bioquímica. Adicionalmente, o equipamento analítico existente no Departamento de Engenharia Biológica permite a realização dos ensaios para a caracterização das bioreacções. No âmbito da Biologia de Sistemas, existem implementadas técnicas sofisticadas de proteómica, metabolómica e fluxómica. Os equipamentos existentes mais relevantes para estas temáticas são os seguintes:

- Fermentadores de 1/2, 5, 10 e 50 litros com sistemas de controlo de temperatura, oxigénio dissolvido, espuma e agitação
- Incubadoras orbitais termostatzadas; Banhos termostatzados com agitação
- Centrífugas
- Cromatógrafos gás/liquido e iónicos
- Sistemas de HPLC com diferentes detectores
- Espectrofotómetros e Espectrofluorímetros UV/Vis
- Espectrómetro de massa para análise de gases
- Microscópios ópticos com contraste de fase, de epifluorescência e invertidos
- Cromatógrafos GC/MS com MS/MS
- Equipamento para realização de Electroforese-2D

Adicionalmente, o Departamento de Engenharia Biológica possui licenças para utilização de vários pacotes de software úteis para o Mestrado, dos quais se destaca o MATLAB que inclui as Toolboxes de Bioinformática e Biologia de Sistemas.

O Departamento de Biologia possui laboratórios de ensino com material e equipamento necessários ao ensino de biologia molecular, biologia celular e engenharia genética. As técnicas laboratoriais básicas de microscopia, manipulação enzimática de DNA, amplificação termocíclica de DNA, clonagem molecular, transformação genética de sistemas biológicos, expressão homóloga e heteróloga de proteínas e análise de expressão genética ao nível da transcrição e pós-tradução podem assim ser ensinadas em sessões de demonstração laboratorial.

Adicionalmente, o Departamento de Biologia possui um laboratório equipado com computadores para apoio a actividades de bioinformática necessárias no ensino da biologia molecular e engenharia genética. Todos os computadores têm acesso à internet, constituindo um recurso para acesso a bases de dados biológicas e utilização de software de aplicação biológica disponível on line. No âmbito do alargamento das instalações do Departamento de Biologia, este laboratório será transferido para instalações de maiores dimensões e reequipado com novos computadores.

O Departamento de Produção e Sistemas possui igualmente um conjunto de recursos e laboratórios pedagógicos para apoio aos projectos de ensino em que colabora. Este departamento tem equipado um laboratório específico para a leccionação de aulas práticas com 22 postos de trabalho, 1 servidor e equipamento de impressão, vídeo e tv. Em termos de software todos os postos possuem acesso a programas como o Arena, Visual Studio, SPSS, Project, Peps, Pro/Enginner, Matlab, AMPL, FPW, Optrak ou Lahey Fortran.

Todo o equipamento e o software referido já se encontra disponível para utilização nos departamentos referidos, dado que, parte dele é resultante de projectos de ensino e de investigação em curso nos próprios departamento. Assim, de momento, não é necessário qualquer tipo de investimento adicional.

Adicionalmente, tal como em outros projectos de ensino, é necessário algum equipamento adicional, normalmente existente numa sala de aula ou num laboratório. De referir: retroprojectores, projectores multimédia e quadros de parede. Tal como referido nas secções anteriores, os departamentos envolvidos com a leccionação têm já disponível todo este equipamento não sendo necessário qualquer investimento específico neste tipo de equipamento.

Resultante das suas actividades de investigação e de ensino, os vários departamentos têm vindo, desde há alguns anos, a adquirir um leque muito significativo de obras relacionadas com os vários domínios do conhecimento a leccionar no mestrado. Actualmente, o número de obras disponível nos Serviços de Documentação da Universidade do Minho e o acesso a um vasto conjunto de recursos bibliográficos na Internet permitem suportar perfeitamente o estudo e a leccionação de todas as áreas científicas e técnicas incluídas no curso.

6 Encargos decorrentes com o funcionamento do curso

A estrutura curricular, plano de estudos e modelo de funcionamento propostos não trarão, em princípio, encargos acrescidos quer para a Universidade do Minho, quer para os departamentos envolvidos.

O paradigma de aprendizagem (essencialmente centrado no aluno) tem associada uma redução dos tempos de contacto actualmente praticados em Portugal. Por outro lado, é indicado que um estudante em regime de tempo integral deverá dedicar 42 horas por semana aos seus cursos. Por outras palavras, será expectável que os estudantes passem mais tempo no campus envolvidos em actividades de estudo, mas menos tempo em aulas. Estas alterações têm obviamente implicações na actual configuração de espaços, implicando, muito provavelmente, a existência de espaços específicos para os estudantes poderem trabalhar, quer individualmente, quer em grupo. Estes factos poderão a médio prazo envolver alguns custos extra para a instituição que terão que ser analisados tendo em conta a oferta formativa a nível global.

No âmbito do curso aqui proposto, poder-se-ão ter em casos particulares gastos com docentes externos, ao nível das unidades curriculares de formação complementar, se for considerado de elevado interesse algum tema em particular.

Assim, tomando em consideração as receitas em termos de propinas e os custos marginais referidos, pode concluir-se da auto-suficiência do projecto.

Anexos

A. Minuta da Resolução do Senado Universitário.



Universidade do Minho

Senado Universitário

Resolução

SU-#/2006

Sob proposta da Escola de Engenharia

Ouvido o Conselho Académico nos termos da alínea g), nº 2, artigo 24º dos Estatutos da Universidade;

Ao abrigo do disposto no nº 1 do artigo 7º da Lei nº 108/88, de 24 de Setembro; no nº 1 do artigo 1º do Decreto-Lei nº 155/89, de 11 de Maio; no Decreto-Lei nº 42/2005, de 22 de Fevereiro; no Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março; e no nº 2 do artigo 20º dos Estatutos da Universidade do Minho,

O Senado Universitário da Universidade do Minho, em sessão plenária de # de # de 2006, determina:

1ª

(Criação do curso)

É criado na Universidade do Minho o curso de **Mestrado em Bioinformática**, ministrando, em consequência, o respectivo curso.

2ª

(Organização do curso)

O curso de Mestrado em Bioinformática, adiante simplesmente designado por curso, organiza-se de acordo com o sistema europeu de transferência de créditos (ECTS).

3ª

(Estrutura curricular)

Os elementos a que se refere o artigo 3º do Decreto-Lei nº155/89, de 11 de Maio, são os constantes do anexo à presente Resolução.

4º**(Plano de estudos)**

O plano de estudos será fixado por despacho do Reitor, sob proposta do Conselho Académico, a publicar na II Série do Diário da República.

5º**(Habilitações de acesso)**

1. São admitidos à candidatura à matrícula:

a) os titulares de licenciatura, ou habilitação equivalente, em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins.

b) Os titulares de um grau académico superior estrangeiro, conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins, organizado de acordo com os princípios do processo de Bolonha por um Estado Aderente a este processo;

c) Os titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins, pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia;

d) Os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia.

2. Poderão ser admitidos, como supranumerários, candidatos que frequentaram a parte curricular de uma edição anterior do Curso.

6º**(Condições de acesso)**

1. A matrícula e inscrição no curso estão sujeitas a limitações quantitativas a fixar anualmente por despacho do Reitor.

2. O despacho a que se refere o nº1 deste artigo, estabelecerá:

a) Qual a percentagem de vagas que será reservada prioritariamente a docentes de estabelecimentos de ensino superior,

b) Qual o número mínimo de inscrições indispensável ao funcionamento do curso.

7º

(Diploma de Estudos)

Os alunos que terminem com aproveitamento a parte curricular do Mestrado têm direito à obtenção de um Diploma de Especialista em Bioinformática.

8º**(Início de funcionamento)**

O início de funcionamento do curso será fixado por despacho do Reitor, sob proposta do Conselho Académico e verificada a existência de recursos humanos e materiais necessários à sua concretização.

Universidade do Minho, # de # de 200#.

O Presidente do Senado Universitário,

A. Guimarães Rodrigues

SU-#/200# (anexo)**1. Área Científica do curso:**

Informática e Biologia

2. Duração normal do curso:

4 semestres

3. Número mínimo de unidades de crédito necessário à atribuição do grau:

120 ECTS

4. Áreas científicas e distribuição das unidades de crédito (ECTS):

Áreas científicas obrigatórias**Perfil A – 1º ciclo em Tecnologias da Informação**

Ciências Biológicas	30 ECTS
Informática	30 ECTS
Produção e Sistemas	10 ECTS
Dissertação	45 ECTS

Perfil B – 1º ciclo em Ciências Biológicas

Ciências Biológicas	20 ECTS
Informática	40 ECTS
Produção e Sistemas	10 ECTS
Dissertação	45 ECTS

5. Taxa de matrícula e propinas:

Estes montantes serão fixados pelo Conselho Académico, nos termos dos Estatutos da Universidade.

B. Plano de estudos

Universidade do Minho
Escola de Engenharia / Escola de Ciências
Mestrado em Bioinformática
Mestre em Bioinformática
Bioinformática
Perfil A
1º ano

QUADRO N.º 1

UNIDADES CURRICULARES	ÁREA CIENTÍFICA	TIPO	TEMPO DE TRABALHO (HORAS)		CRÉDITOS	OBSERVAÇÕES
			TOTAL	CONTACTO		
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
UCE Bioinformática – variante TI	I (15 ECTS) + CB (10) + PS (5)	anual	840	T: 150, TP: 105; PL: 45	30	
UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas	I (10 ECTS) + CB (15) + PS (5)	anual	840	T: 150, TP: 105; PL: 45	30	

Notas:

- (2) Indicando a sigla constante do **item 9** do formulário.
 (3) De acordo com a alínea c) do n.º 3.4 das normas.
 (5) Indicar para cada actividade [usando a codificação constante na alínea e) do n.º 3.4 das normas] o número de horas totais.
 Ex: T: 15;
 PL: 30.
- (7) Assinalar sempre que a unidade curricular for optativa.

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia / Escola de Ciências
 Mestrado em Bioinformática
 Mestre em Bioinformática
 Bioinformática
 Perfil B
 1º ano

QUADRO N.º 2

UNIDADES CURRICULARES	ÁREA CIENTÍFICA	TIPO	TEMPO DE TRABALHO (HORAS)		CRÉDITOS	OBSERVAÇÕES
			TOTAL	CONTACTO		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
UCE Bioinformática – variante CB	I (25 ECTS) + PS (5)	anual	840	T:150, TP:105; PL:45	30	
UCE Bioinformática Avançada e Biologia de Sistemas	I (10 ECTS) + CB (15) + PS (5)	anual	840	T:150, TP: 105; PL:45	30	

Notas:

- (2) Indicando a sigla constante do **item 9** do formulário.
 (3) De acordo com a alínea c) do n.º 3.4 das normas.
 (5) Indicar para cada actividade [usando a codificação constante na alínea e) do n.º 3.4 das normas] o número de horas totais.
 Ex: T: 15;
 PL: 30.
- (7) Assinalar sempre que a unidade curricular for optativa.

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia / Escola de Ciências
 Mestrado em Bioinformática
 Mestre em Bioinformática
 Perfil A e B
 2º ano

QUADRO N.º 3

UNIDADES CURRICULARES	ÁREA CIENTÍFICA	TIPO	TEMPO DE TRABALHO (HORAS)		CRÉDITOS	OBSERVAÇÕES
			TOTAL	CONTACTO		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
UC Formação Complementar 1	I	semestral	140	T: 30, TP: 15	5	Escolhida de entre um lote a variar anualmente
UC Formação Complementar 2	CB	semestral	140	T: 30, TP: 15	5	Idem
UC Formação Complementar 3	I ou CB ou PS	semestral	140	T: 30, TP: 15	5	Idem
Dissertação	D	anual	1260		45	

Notas:

- (2) Indicando a sigla constante do **item 9** do formulário.
 (3) De acordo com a alínea c) do n.º 3.4 das normas.
 (5) Indicar para cada actividade [usando a codificação constante na alínea e) do n.º 3.4 das normas] o número de horas totais.
 Ex: T: 15;
 PL: 30.

(7) Assinalar sempre que a unidade curricular for optativa.

C. Proposta de Regulamento Interno da Direcção do Curso

Artigo 1º

(Natureza e âmbito de aplicação)

1. O presente Regulamento dá cumprimento ao estabelecido no Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março..
2. As disposições contidas neste regulamento destinam-se ao Curso de Mestrado em Bioinformática, criado pela Resolução SU-###/###, adiante designado por Curso.

Artigo 2º

(Objectivos)

O curso visa prover os alunos com conhecimento aprofundado e competências adequadas no âmbito dos princípios e técnicas da Bioinformática, permitindo-lhes:

- Desenvolver capacidades ao nível das áreas das Ciências Biológicas, das Ciências da Computação e da Matemática, fazendo a sua aplicação em problemas práticos em ambiente industrial;
- Conhecer e aplicar os métodos mais comuns ao nível da Bioinformática, nomeadamente no que diz respeito às suas componentes analítica, quantitativa e experimental;
- Saber escolher, aplicar e avaliar criticamente as técnicas mais adequadas à resolução de um problema na área da Bioinformática, sendo capaz de identificar os recursos necessários à sua aplicação.

Artigo 3º

(Estrutura curricular e plano de estudos)

A estrutura curricular e o plano de estudos do Curso são apresentados no Anexo 1 ao presente Regulamento.

Artigo 4º

(Grau de Mestre)

1. A concessão do grau de Mestre é feita mediante a frequência e aprovação das unidades curriculares que integram o plano de estudos do curso e ainda a elaboração de uma dissertação científica, de acordo com o previsto no Art. 20º do Decreto-lei nº 74/2006, de 24 de Março.
2. O número total de unidades de crédito necessário à atribuição do grau é de 120 créditos.
3. O grau de Mestre será conferido em Bioinformática.
4. O grau de Mestre é certificado por uma Carta Magistral.

Artigo 5º

(Duração e Certificado do Curso)

1. O Curso tem a duração de quatro semestres, compreendendo a frequência de um curso de especialização e a elaboração de uma dissertação..
2. A aprovação no curso de especialização confere o direito a um diploma de formação especializada em Bioinformática.

Artigo 6º**(Numerus clausus e prazos)**

O número de vagas do curso, a percentagem de vagas que será reservada prioritariamente a docentes de estabelecimentos de Ensino Superior, o número mínimo de inscrições indispensável ao funcionamento do curso, os prazos de candidatura e de inscrição e o calendário lectivo são fixados por despacho reitoral, sob proposta do Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, adiante designado por Conselho Científico, sendo publicitados através de edital para cada edição do curso.

Artigo 7º**(Habilitações de Acesso)**

1. São admitidos à candidatura à matrícula:

a) os titulares de licenciatura, ou habilitação equivalente, em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins.

b) Os titulares de um grau académico superior estrangeiro, conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins, organizado de acordo com os princípios do processo de Bolonha por um Estado Aderente a este processo;

c) Os titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado em Engenharia Biológica, Engenharia Informática, Ciências de Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, Biologia Aplicada, Biologia e Geologia, Engenharia Biomédica, Bioquímica ou áreas afins, pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia;

d) Os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia.

2. Poderão ser admitidos, como supranumerários, candidatos que frequentaram a parte curricular de uma edição anterior do Curso.

Artigo 8º**(Apresentação de Candidaturas)**

1. As candidaturas deverão ser formalizadas em boletim de candidatura próprio e entregues na Secretaria da Conselho Científico da Escola de Engenharia (ou por via Electrónica).

2. O requerimento de candidatura (boletim) deverá ser instruído com:

a) cópia da certidão de licenciatura (ou equivalente legal) e respectiva classificação;

b) curriculum vitae detalhado;

c) outros elementos solicitados no Edital de abertura do Curso ou que os candidatos entendam relevantes para apreciação da sua candidatura.

Artigo 9º**(Competência para a selecção)**

A selecção dos candidatos é efectuada pela Comissão Directiva do Curso.

Artigo 10º
(Critérios de selecção)

1. Os candidatos serão seleccionadas de acordo com os seguintes critérios:

- a) Licenciatura e respectiva classificação final;
- b) Outros graus /diplomas relevantes obtidos pelo candidato;
- c) Experiência profissional na área do curso;
- d) curriculum académico, científico e técnico-profissional.

2. Poderão ser efectuadas entrevistas aos candidatos para avaliar a motivação, conhecimento de línguas e disponibilidade de tempo.

3. Os candidatos poderão ser submetidos a provas académicas para a avaliação do seu nível de conhecimentos nas áreas científicas de base do Curso.

Artigo 11º
(Classificação e ordenação dos candidatos)

1. Com base nos critérios referidos no artigo anterior, a Comissão Directiva do Curso procederá à classificação e ordenação dos candidatos e elaborará acta fundamentada da qual constará a lista de admitidos (incluindo os suplentes) e de não admitidos.

2. A acta está sujeita à homologação do Conselho Científico da Escola de Engenharia;

3. A Comissão Directiva do Curso notificará os candidatos, através de ofício registado, da decisão relativa à classificação e respectiva ordenação.

4. Da decisão não cabe recurso, salvo se arguida de vício de forma.

5. A Comissão Directiva enviará Divisão de Pós-Graduação (DPG) toda a documentação relativa ao processo de selecção e seriação dos candidatos.

Artigo 12º
(Regime geral)

As regras de matrículas e inscrição, o regime de faltas, de avaliação de conhecimentos e de classificação das disciplinas que integram o Curso são os previstos por lei para os cursos de licenciatura, naquilo em que não são contrariados pelo regulamento dos Cursos de Pós-Graduação, pelo diploma de criação do curso e pelo presente Regulamento.

Artigo 13º
(Taxas de candidatura e matrícula e propinas de inscrição)

São devidas taxas de candidatura e de matrícula, bem como propinas de inscrição, nos termos do estipulado no Regulamento dos Cursos de Pós-Graduação da U. M.

Artigo 14º
(Calendário escolar e regime de funcionamento)

- 1 O calendário escolar e o horário do Curso serão elaborados anualmente pela Comissão Directiva do Curso, em conformidade com as orientações gerais definidas anualmente pelo Conselho Académico.
- 2 O Curso funciona em regime anual.

Artigo 15º

(Avaliação e classificação)

1. Os elementos de avaliação de cada unidade curricular poderão ser de natureza diversa, designadamente trabalhos escritos, orais ou experimentais, individuais ou de grupo, exames escritos e/ou orais.
2. A natureza e o número de elementos de avaliação de cada unidade curricular é da competência do respectivo regente, que sobre eles deverá informar os alunos na primeira aula.
3. A avaliação, da exclusiva responsabilidade do regente, tem carácter individual, mesmo no caso de trabalhos de grupo.
4. As classificações obtidas nas unidades curriculares (incluindo a dissertação) serão expressas na escala de 0 a 20 valores. Considera-se:
 - a) Aprovado numa unidade curricular o aluno que nela obtenha uma classificação não inferior a 10;
 - b) Reprovado numa unidade curricular o aluno que nela obtenha uma classificação inferior a 10.
5. A classificação global do Curso é a média, ponderada, das classificações obtidas em cada uma das unidades curriculares (incluindo a dissertação) do Curso, arredondada à unidade mais próxima.
6. A classificação global do Curso será convertida na escala europeia de comparabilidade de classificações.

Artigo 16º

(Exames)

1. Sempre que a avaliação numa unidade curricular inclua a realização de um exame final, este realizar-se-á numa das épocas normais do calendário escolar.
2. Os exames respeitantes a unidades curriculares leccionadas em regime intensivo podem ser antecipados relativamente às épocas referidas em 1.
3. Na época de recurso, os alunos poderão realizar exame até duas unidades curriculares, não havendo número limite de exames a realizar nesta época para os trabalhadores-estudantes.

Artigo 17º

(Admissão à dissertação)

Sem prejuízo da duração máxima do curso legalmente estipulada, o pedido de admissão à preparação da dissertação deverá ser formalizado até 30 dias após a conclusão da parte curricular, com a apresentação dos seguintes documentos:

- a) requerimento de admissão dirigido ao Conselho Científico, no qual deve ser mencionado o nome do orientador e a área científica do curso;
- b) tema e plano de trabalhos da dissertação;
- c) declaração de aceitação, por parte do orientador;
- d) certidão comprovativa de aprovação nas unidades curriculares do ano anterior do curso.

Artigo 18°
(Orientação da dissertação)

1. A preparação da dissertação é orientada por um professor da Universidade do Minho, indigitado pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia, sob proposta fundamentada da Comissão Directiva.
2. Em casos devidamente justificados, pode admitir-se a co-orientação da dissertação por dois orientadores, sendo pelo menos um deles um professor da U. M..

Artigo 19°
(Classificação final do curso)

1. A classificação final do curso é expressa no intervalo 10-20 da escala numérica inteira de 0 a 20, bem como no seu equivalente na escala europeia de comparabilidade de classificações. O valor desta classificação é obtido a partir das classificações de cada unidade curricular e das respectivas unidades ECTS de acordo com a fórmula:

$$CF = \frac{\sum_i^n (C_i * N_i)}{\sum_i^n (C_i)}$$

em que CF é a classificação final, “n” é o número de unidades curriculares do plano de estudos, “Ni” é a classificação obtida em cada unidade curricular e “Ci” é o correspondente número de unidades ECTS.

2. Às classificações finais será associada uma menção qualitativa de acordo com o Art. 17° do Decreto-Lei nº 42/2005, de 22 de Fevereiro.

Artigo 20°
(Órgãos de direcção e gestão)

1. A gestão do curso de Mestrado em Bioinformática (adiante referido por Curso) é da responsabilidade conjunta da Comissão Directiva do Curso e do Director de Curso.
2. A Comissão Directiva do Curso e o Director de Curso, no âmbito das respectivas competências, velarão pelo cumprimento dos planos aprovados para o curso, bem como pela promoção da qualidade do ensino ministrado.

Artigo 21°
(Constituição, reuniões e competência da Comissão Directiva)

1. A Comissão Directiva do Curso é constituída por três professores (incluindo o Director de Curso) da área científica do curso directamente envolvidos na leccionação da componente curricular.
2. A Comissão Directiva reunirá ordinariamente no início e no fim de cada semestre lectivo e extraordinariamente quando convocada por iniciativa do director de curso ou a solicitação de dois terços dos seus membros.
3. Compete à Comissão Directiva:
 - a) o processo de selecção dos candidatos à matrícula nos cursos;
 - b) assegurar a gestão corrente dos cursos;

- c) promover a coordenação entre as disciplinas e seminários, estágios e outras actividades do curso;
- d) elaborar o regulamento do curso;
- e) elaborar o calendário e o horário do curso;
- f) aprovar os critérios de avaliação;
- g) organizar o calendário de exames;
- h) organizar um "dossier do curso" contendo os seguintes elementos: horário, programas das disciplinas e respectiva equipa docente, sumários e folhas de presença;
- i) enviar as pautas de exame devidamente preenchidas à DPG;
- j) proceder ao levantamento e afectação dos recursos humanos, físicos e financeiros;
- l) incentivar actividades complementares e de intercâmbio com instituições similares do mesmo domínio científico;
- m) acompanhar o desenvolvimento do curso e, a partir dos resultados da experiência, propor eventuais correcções, em edições futuras, ao plano de estudos, ao elenco de unidades curriculares ou à estrutura curricular;
- n) elaborar proposta fundamentada para indigitação, pelo Conselho Científico, dos professores orientadores das dissertações, tendo em conta os pareceres destes sobre a viabilidade dos temas de dissertação e informação sobre a sua disponibilidade;
- o) exercer as demais competências que lhe sejam atribuídas pelos regulamentos ou delegadas pelo Conselho Científico.

Artigo 22º

(Director do Curso)

1. O Director de Curso será um professor catedrático ou associado dos Departamentos de Informática ou Engenharia Biológica nomeado pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, sob proposta das Comissões Científicas do Departamento de Informática e de Engenharia Biológica. Em casos justificados, o Director pode ainda ser um professor auxiliar ou um investigador doutorado dos Departamentos de Informática ou Engenharia Biológica.

2. Compete ao Director do Curso:

- a) representar a Comissão Directiva;
- b) coordenar os respectivos trabalhos e presidir às reuniões;
- c) despachar os assuntos correntes;
- d) exercer as demais competências que lhe forem delegadas pela Comissão Directiva.

Artigo 23º

(Revisão do regulamento)

O presente regulamento poderá ser revisto decorridos dois anos após a sua aprovação e entrada em vigor ou sempre que uma nova reedição do Curso o justifique.

Artigo 24º

(Entrada em vigor)

O presente regulamento entra em vigor após a sua publicação.

Artigo 25º

(Casos omissos)

Os casos omissos reger-se-ão pelo Regulamento dos Cursos de Pós-Graduação da Universidade do Minho.

D. Condições de candidatura e critérios de selecção

São admitidos à candidatura à matrícula os titulares de licenciatura, ou habilitação equivalente, em:

Perfil A: Engenharia Informática, Ciências da Computação, Tecnologias e Sistemas de Informação, ou áreas afins.

Perfil B: Engenharia Biológica, Engenharia Biomédica, Biologia, Biologia/ Geologia, Biologia Aplicada, Bioquímica ou áreas afins.

São ainda admitidos os titulares de um grau académico superior estrangeiro, conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos nas áreas anteriores (perfil A ou B), organizado de acordo com os princípios do processo de Bolonha por um Estado Aderente a este processo ou que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado nestas áreas pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia;

Poderão ser ainda aceites os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da Escola de Engenharia.

A selecção dos candidatos a admitir à matrícula far-se-á de acordo com os seguintes critérios:

- Licenciatura e respectiva final;
- Outros graus ou diplomas relevantes já obtidos;
- Experiência profissional na área;
- Curriculum académico, científico e técnico-profissional.