

NCE/12/00841 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

Apresentação do pedido

Perguntas A1 a A4

A1. Instituição de Ensino Superior / Entidade Instituidora:

Universidade Nova De Lisboa

A1.a. Outras Instituições de Ensino Superior / Entidades Instituidoras:

A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):

*Instituto De Tecnologia Química E Biológica António Xavier (UNL)
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)*

A3. Designação do ciclo de estudos:

Biociências Moleculares

A3. Study cycle name:

Molecular Biosciences

A4. Grau:

Doutor

Perguntas A5 a A10

A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Ciências Biomoleculares

A5. Main scientific area of the study cycle:

Biomolecular Sciences

A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):

420

A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

420

A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 algarismos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:

<sem resposta>

A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

240

A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):

Quatro anos

A8. Duration of the study cycle (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):

Four years

A9. Número de vagas proposto:

40

A10. Condições de acesso e ingresso:

Podem candidatar-se ao ciclo de estudos conducentes ao grau de Doutor:

- a) Os titulares do grau de mestre ou equivalente legal, ou o grau de licenciado correspondente a uma licenciatura com um número de unidades de crédito igual ou superior a 240;*
- b) Os titulares de grau de licenciado, detentores de um currículo escolar ou científico especialmente relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo órgão científico legal e estatutariamente competente do ITQB;*
- c) Exceionalmente, os detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, muito relevante que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo órgão científico legal e estatutariamente competente do ITQB.*

A10. Entry Requirements:

Applicants meeting the following requirements can apply to this PhD program:

- a) Holding a Masters degree or legal equivalent, or a Bachelor's degree with a total number of academic credits equal or above 240;*
- b) Holding a Bachelor's degree and an academic or scientific curriculum vitae of high relevance, recognized by the legally competent ITQB scientific organ as certifying that the candidate has the capacity to complete the third cycle of studies;*
- c) Exceptionally, applicants with a highly relevant academic, scientific or professional curriculum vitae, recognized by the legally competent ITQB scientific organ as certifying that the candidate has the capacity to complete the third cycle of studies*

Pergunta A11**Pergunta A11**

A11. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):

Sim (por favor preencha a tabela A 11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)

A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ... (se aplicável)

A11.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches options, profiles, major/minor, or other forms of organization of alternative paths compatible with the structure of the study cycle (if applicable)

Ramos/Opções/... (se aplicável):

Tecnologia Biofarmacêutica - perfil
 Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos - perfil
 Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção - perfil
 Plantas para a Vida - perfil

Branches/Options/... (if applicable):

Biopharmaceutical Technology - profile
 Molecular Mechanisms of Biological Processes - profile
 Molecular Microbiology and Infection Biology - profile
 Plants for Life - profile

A12. Estrutura curricular**Mapa I - Tecnologia Biofarmacêutica - perfil****A12.1. Ciclo de Estudos:**

Biociências Moleculares

A12.1. Study Cycle:

Molecular Biosciences

A12.2. Grau:

Doutor

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):

Tecnologia Biofarmacêutica - perfil

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):

Biopharmaceutical Technology - profile

A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Biologia	B	6	0
Bioquímica e Biofísica	BB	1.5	0
Biotecnologia	BT	6	0
Qualquer das áreas acima	BT/B/BB	0	3
Comunicação	C	1.5	0
Gestão	G	3	0
Treino de investigação	TI	219	0
(7 Items)		237	3

Mapa I - Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos - perfil

A12.1. Ciclo de Estudos:

Biociências Moleculares

A12.1. Study Cycle:

Molecular Biosciences

A12.2. Grau:

Doutor

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):

Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos - perfil

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):

Molecular Mechanisms of Biological Processes - profile

A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Biologia	B	6	0
Bioquímica e Biofísica	BB	6	0
Biotecnologia	BT	1.5	0
Qualquer das áreas acima	BT/B/BB	0	3
Comunicação	C	1.5	0
Gestão	G	3	0
Treino de investigação	TI	219	0
(7 Items)		237	3

Mapa I - Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção - perfil

A12.1. Ciclo de Estudos:

Biociências Moleculares

A12.1. Study Cycle:

Molecular Biosciences

A12.2. Grau:

Doutor

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):

Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção - perfil

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):

Molecular Microbiology and Infection Biology - profile

A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Biologia	B	10.5	0
Bioquímica e Biofísica	BB	1.5	0
Biotecnologia	BT	1.5	0
Qualquer das áreas acima	BT/B/BB	0	3
Comunicação	C	1.5	0
Gestão	G	3	0
Treino de investigação	TI	219	0
(7 Items)		237	3

Mapa I - Plantas para a Vida - perfil

A12.1. Ciclo de Estudos:

Biociências Moleculares

A12.1. Study Cycle:

Molecular Biosciences

A12.2. Grau:

Doutor

A12.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):

Plantas para a Vida - perfil

A12.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):

Plants for Life - profile

A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Biologia	B	10.5	0
Bioquímica e Biofísica	BB	1.5	0
Biotecnologia	BT	1.5	0
Qualquer das áreas acima	BT/B/BB	0	3
Comunicação	C	1.5	0
Gestão	G	3	0
Treino de investigação	TI	219	0
(7 Items)		237	3

Perguntas A13 e A14

A13. Regime de funcionamento:

Diurno

A13.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

A13.1. If other, specify:

<no answer>

A14. Observações:

<sem resposta>

A14. Observations:

<no answer>

Instrução do pedido

1. Formalização do pedido

1.1. Deliberações

Mapa II - Conselho Científico - ITQB/UNL

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico - ITQB/UNL

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._CC-25.09.2012.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico - ITQB/UNL

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico - ITQB/UNL

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._CP-25.09.2012.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico - FCT/UNL

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico - FCT/UNL

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._CC-FCT.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico - FCT/UNL

1.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico - FCT/UNL

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._CP-FCT.pdf](#)

Mapa II - Reitor - UNL

1.1.1. Órgão ouvido:

Reitor - UNL

1.1.2. Cópia de acta (ou extrato de acta) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[1.1.2._Despacho Senhor Reitor_ITQB_Dout Biociências Moleculares_11-10-2012.pdf](#)

1.2. Docente(s) responsável(eis)

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

Inês Antunes Cardoso Pereira

2. Plano de estudos

Mapa III - Tronco comum - 1.º ano / 1.º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Biociências Moleculares

2.1. Study Cycle:*Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tronco comum***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Core units***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º ano / 1.º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Biologia do DNA e RNA/DNA and RNA Biology	B	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Métodos em biociências/Methods for Biosciences I	B	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Biogénese, enrolamento e estrutura de proteínas/Protein Biogenesis, Folding and Structure	BB	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Metabolismo e Bioenergética/Metabolism and Bioenergetics	B	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Biologia de sistemas/Systems Biology	B	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Biotecnologia: aplicações e novos desafios/Frontiers in Biotechnology	BT	Semestral	42	T-TP-15h/OT-6h/O-3h	1.5	n.a.
Formação em investigação I/Research Training I (lab rotations)	RT	Semestral	126	OT-90	4.5	n.a.

(7 Items)

Mapa III - Tronco comum - 1.º ano / 2.º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tronco comum***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Core units***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º ano / 2.º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:**

*1st year / 2nd semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Formação em investigação//Research Training II (1 Item)	RT	Semestral	126	OT-28	4.5	n.a.

Mapa III - Tronco comum - 2.º ano**2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tronco comum***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Core units***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º ano***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Comunicação de Ciência/Science Communication (1 Item)	C	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.

Mapa III - Tronco comum - 3.º ano**2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tronco comum***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Core units*

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*3.º ano***2.4. Curricular year/semester/trimester:***3rd year***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Bioempreendedorismo/Bioentrepreneurship M (1 Item)		Semestral	84	T-TP-30/OT-12/O-6	3	n.a.

Mapa III - Tecnologia Biofarmacêutica (perfil) - 1.º ano / 1.º semestre**2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tecnologia Biofarmacêutica (perfil)***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Biopharmaceutical Technology (profile)***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º ano / 1.º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fundamentos de Bioengenharia/Fundamentals of Bioengineering	BT	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Estratégias de desenvolvimento de biofármacos/Technologies for Biopharmaceutical Development	BT	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
ATMPs-Produtos medicinais de terapia avançada/Advanced therapy medicinal products (ATMPs)	BT	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Análise de bioprocessos/Bioprocess Data Analysis	BT	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Ferramentas para descoberta de biofármacos e investigação pré-clínica/ Tools for Discovery and Preclinical Research	BT	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.

(5 Items)

Mapa III - Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos (perfil) - 1.º ano / 1.º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:*Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos (perfil)***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Molecular Mechanisms of Biological Processes (profile)***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º ano / 1.º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Máquinas moleculares da vida/Molecular machines of Life	BB	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Proteínas e mecanismos de patogénese/Proteins in Disease Mechanisms	BB	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Processos à nano escala para as ciências da vida/Nanoprocesses for Life Sciences	BB	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Química biológica/Chemical biology	BB	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Métodos em biociências II (Métodos em biologia estrutural)/Methods for biosciences II (Tools for structural biology)	BB	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.

(5 Items)**Mapa III - Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção (perfil) - 1.º ano / 1.º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção (perfil)***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Molecular Microbiology and Infection Biology (profile)***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º ano / 1.º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester*

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecanismos de expressão genética/Mechanisms of gene expression	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Biologia celular e do desenvolvimento de microorganismos/Microbial cell and developmental biology	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Respostas do hospedeiro a uma infeção microbiana/Host responses to microbial infection	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Patogénese bacteriana/Bacterial pathogenesis	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Ecologia e evolução de populações microbianas/Ecology and evolution of microbial populations	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.

(5 Items)

Mapa III - Plantas para a Vida (perfil) - 1.º ano / 1.º semestre

2.1. Ciclo de Estudos:

Biociências Moleculares

2.1. Study Cycle:

Molecular Biosciences

2.2. Grau:

Doutor

2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):

Plantas para a Vida (perfil)

2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):

Plants for Life (profile)

2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º ano / 1.º semestre

2.4. Curricular year/semester/trimester:

1st year / 1st semester

2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Biologia celular e do desenvolvimento em plantas/Plant cell and developmental biology	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Regulação metabólica em plantas/Plant metabolic regulation	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Ecofisiologia vegetal/Eco-Physiology and plant interactions	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Estratégias modernas para o melhoramento de plantas/Modern strategies in plant breeding	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.
Bioteecnologia vegetal para a sustentabilidade e a economia global/Plant biotechnology for sustainability and global economy	B	Semestral	42	T-TP-15/OT-6/O-3	1.5	n.a.

(5 Items)

Mapa III - Tese - 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos**2.1. Ciclo de Estudos:***Biociências Moleculares***2.1. Study Cycle:***Molecular Biosciences***2.2. Grau:***Doutor***2.3. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras (se aplicável):***Tese***2.3. Branches, options, profiles, major/minor, or other forms (if applicable):***Thesis***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st, 2nd, 3rd and 4th year***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tese/Thesis (1 Item)	RT	Semestral	5880	OT-1180	210	n.a.

3. Descrição e fundamentação dos objectivos**3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objectivos gerais do ciclo de estudos:**

O programa de proposto visa um treino integrado em disciplinas científicas cujo conhecimento profundo é essencial para compreender de que forma os sistemas biológicos orquestram as suas múltiplas funções. Este objetivo vai requerer uma formação base em tópicos fundamentais (biologia celular e molecular, bioquímica, biofísica, química e biotecnologia), seguida de treino em perfis mais especializados (Mecanismos Moleculares de Processos Biológicos, Tecnologia Biofarmacêutica, Microbiologia Molecular e Biologia da Infecção e Plantas para a Vida). É nosso objetivo que os alunos treinados através deste programa adquiram um elevado nível de competências em biociências moleculares que lhes permitam entrecruzar criticamente conceitos entre disciplinas, de moléculas a sistemas. Este programa permitirá aos alunos aceder a áreas multidisciplinares de investigação e desenvolvimento em vários setores da academia, indústria e serviços, em áreas globalmente relacionadas com biociências.

3.1.1. Study cycle's generic objectives:

The objective of the proposed PhD program in Molecular Biosciences is to provide an integrated training in scientific disciplines whose mastering is required to understand how biological systems orchestrate their multiple functions. This will comprise core training in fundamental subjects (molecular and cellular biology, biochemistry, biophysics, chemistry and biotechnology), followed by training in more specialized profiles (Molecular Mechanisms of Biological Processes, Biopharmaceutical Technology, Molecular Microbiology and Infection Biology and Plants for Life). It is our goal that students trained through this program will acquire a high level education in molecular biosciences that will allow them to critically intertwine concepts across disciplines, from molecules to systems. This will provide students access to multidisciplinary areas of research and development in various sectors of academia, industry and services, in topics related to biosciences at large.

3.1.2. Objectivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

*Aquisição de conhecimentos avançados em Ciências da Vida
Capacidade para argumentação fundamentada em conhecimento atual
Desenvolver competências interpretativas da literatura científica
Capacidade para correlacionar conceitos, adaptação a novos contextos de investigação e tomada de decisões
Capacidade para implementar estratégias para a abordagem de um problema
Desenvolvimento de competências na conceção e execução de experiências
Produzir investigação original e inovadora*

Capacidade de conceção de estudos e recolha e interpretação autónoma de dados
Capacidade para desenvolver trabalho em ambiente colaborativo e contribuição efectiva para o trabalho de equipa visando o alcançar de objetivos comuns.
Capacidade para utilizar equipamento e tecnologia diversificada
Desenvolvimento de competências de comunicação verbal e escrita
Desenvolver capacidade de resiliência e criatividade
Aprender a destacar competências próprias, desenvolver rede de contactos e capacidade de gestão decarreira

3.1.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

Acquire broad, state-of-the-art knowledge in the Life Sciences with a multidisciplinary perspective
Ability to undertake well-grounded reasoning in state-of-the-art scientific knowledge
Develop skills to critically read and interpret scientific literature
Ability to correlate concepts, adapt to new research situations and make decisions
Capacity to use multidisciplinary approaches to address a particular biological problem
Develop experimental design and execution skills
Produce original and innovative research
Ability to design a project, and collect and interpret scientific data autonomously
Ability to work in a collaborative environment and contribute effectively in a team to achieve common goals
Ability to use diverse specialized equipment and technology
Develop skills in oral and written communication of scientific work
Develop persistence and creative ideas to overcome difficulties
Learn how to highlight competences and develop networking and career management skills

3.1.3. Coerência dos objectivos definidos com a missão e a estratégia da Instituição de Ensino:

A NOVA é uma universidade que tem como objectivo um ensino de excelência, com um ênfase crescente nos segundos e terceiros ciclos. As duas unidades da NOVA envolvidas neste programa, ITQB e FCT, têm como missão: i) oferecer formação avançada de nível de excelência num ambiente de investigação, para preparar os alunos para uma carreira de sucesso, e ii) fornecer à comunidade serviços de alta qualidade, contribuindo significativamente para o desenvolvimento sustentável e social do país. O programa proposto está perfeitamente alinhado com a missão e estratégia da NOVA, uma vez que irá proporcionar formação avançada de alta qualidade, num ambiente interdisciplinar, garantindo que os alunos serão expostos a diversas abordagens científicas no âmbito das Ciências da Vida, complementando o grau de especialização que é inerente a um projeto de investigação de doutoramento. Duas unidades da NOVA, ITQB e FCT (Departamentos de Química e Ciências da Vida), uniram esforços, formando um corpo docente de reconhecido mérito, ativamente envolvido em atividades de investigação, capaz de garantir que todos os cursos são lecionados por especialistas do respetivo campo, como exigido para um programa de terceiro ciclo. Além do corpo docente nuclear proveniente das instituições proponentes do programa, serão convidados especialistas de outras instituições em Portugal e no estrangeiro. A língua oficial do Programa será Inglês, o que permitirá aos alunos o desenvolvimento do seu uso como língua científica universal, bem como o acesso de estudantes estrangeiros. Devido à natureza interdisciplinar das instituições de acolhimento, esperamos atrair estudantes com uma formação de base variada. Por este motivo, o programa proposto fornece a todos os alunos uma formação inicial comum, mas também reconhece que cada aluno tem interesses individuais e objetivos diferentes no contexto do seu doutoramento. Assim, o programa está estruturado de forma a permitir que cada aluno defina o seu currículo individual, escolhendo entre uma grande oferta de cursos dentro dos diferentes perfis oferecidos. Este programa de doutoramento proporciona não apenas cursos de alta qualidade, mas também oferece aos alunos uma extensa rede de laboratórios onde podem realizar a sua formação científica. Os alunos são incentivados a adquirir competências interdisciplinares através de rotações em laboratórios que desenvolvem investigação numa vasta gama de temas. Todas estas características estão de acordo com a missão e a estratégia da instituição de ensino, especialmente no contexto mais amplo da NOVA.

3.1.3. Coherence of the defined objectives with the Institution's mission and strategy:

NOVA is a research-oriented university aiming to focus the 2nd and 3rd cycles of university education. The two units of NOVA implementing this program, ITQB and FCT, have as a mission to: i) offer Advanced Training of Excellence level in a research setting, to prepare students for a successful career; and ii) to provide high-quality services to the community, thus contributing significantly to the sustainable and social development of the country. The proposed Program fits perfectly within the mission and strategy of NOVA, since it will provide advanced training of the highest quality, in a highly interdisciplinary environment, assuring that students are exposed to diverse scientific approaches and perspectives within the Life Sciences, and thus complementing the specialization that is inherent to a PhD research project. Two units of NOVA, ITQB and FCT (Chemistry and Life Sciences Departments), have joined efforts, forming a faculty of recognized merit, actively involved in research, which will guarantee that all courses are taught by experts of a specific field, as required for a 3rd cycle program. Besides the core staff of the organizing institutions, these experts will also come from other institutions in Portugal and abroad. The official language of the Program will be English to train students in its use as the scientific universal language, and to allow access of foreign students. Due to the interdisciplinary nature of the host institutions, we expect to attract students with a broad array of background studies. Therefore, the proposed course provides all students with an initial common training, but also recognizes that each student has individual interests and different requirements in the context of their PhD. For that reason, the course is structured to allow each student to define his/her individual curriculum, choosing among a large offer of courses within the different Profiles. This PhD program provides not only high quality courses, but also an extensive network of laboratories where students can undertake their scientific training. Students are encouraged to gain interdisciplinary skills also through

rotations in laboratories that develop research on a wide range of topics.

All these features are in close harmony with the mission and strategy of the educational institution, especially in the broader context of NOVA.

3.2. Adequação ao Projecto Educativo, Científico e Cultural da Instituição

3.2.1. Projecto educativo, científico e cultural da Instituição:

O Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB) é um centro académico de investigação da NOVA. Tem por missão a investigação científica e o ensino (2º ciclo e pós-graduação) nas áreas da Química, Ciências da Vida e tecnologias associadas, ao mesmo tempo que serve a comunidade e oferece atividades de extensão académica para a divulgação de Ciência e Tecnologia. A natureza fortemente multidisciplinar do ITQB torna-o um centro de referência para ensino e formação avançada em Portugal. Os seus investigadores e estudantes beneficiam de excelentes instalações, equipamento e serviços de apoio técnico e administrativo. O ITQB coordena ainda o maior Laboratório Associado do País. Este consórcio inclui o Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC), Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica (IBET) e o Centro de Estudos de Doenças Crónicas (CEDOC), e as suas competências e conhecimentos vão desde o estudo de moléculas aos ensaios clínicos ou de campo, recorrendo a um vasto conjunto de organismos modelo.

De acordo com os seus Estatutos, a Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) tem identidade e missão idênticas às da NOVA, dirigidas às áreas de Ciências e de Engenharia. Na sua missão inclui-se o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução dos problemas que afetam a sociedade, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, mas fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, erigindo o mérito como medida essencial da avaliação.

Fundamentalmente, a política de ensino e investigação tem por objectivo promover a qualidade e reconhecimento destas atividades, devendo a investigação ser progressivamente incorporada nas estruturas curriculares dos ciclos de estudos, proporcionando uma oferta educativa atualizada e substancialmente diferenciadora.

3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project:

The Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB) is an academic research and higher education unit of NOVA. Its mission is to carry out scientific research and teaching (Masters and PhD) in chemistry, life sciences, and associated technologies, while also serving the community and performing university extension activities for the promotion of science and technology.

ITQB's highly multidisciplinary nature makes it a leading centre for advanced teaching and training in Portugal. Researchers and students benefit from outstanding research facilities, equipment, and support services. ITQB further coordinates the largest Laboratório Associado in Portugal. This consortium includes Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC), Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica (IBET) and Centro de Estudos de Doenças Crónicas (CEDOC), and has the competences and expertise to go from molecule to clinical or field trials, using a wide range of model organisms.

The Faculty of Sciences and Technology (FCT) mission includes the development of competitive research at international level that privileges interdisciplinary study, namely research aimed at solving social problems, as well as an educational excellence increasingly focused on second and third cycles, but founded on solid first cycles with competitive academic programs at both national and international levels, adopting merit as the essential measure of assessment. Basically the policy for teaching and research aims at promoting quality and recognition of its activities, increasingly incorporating research in the curricular structures of the study cycles, enabling an updated educational offer expected to be positively discriminated.

3.2.2. Demonstração de que os objectivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projecto educativo, científico e cultural da Instituição:

A missão da NOVA, enquanto instituição universitária que se pretende de referência, inclui (i) o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução dos problemas que afetam a sociedade; (ii) um ensino de excelência, com um ênfase crescente nos segundos e terceiros ciclos, fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, erigindo o mérito como medida essencial da avaliação; (iii) criação de uma base alargada de participação interinstitucional, voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação;

O programa proposto está perfeitamente alinhado com a missão da NOVA dado que (i) promove a investigação competitiva através da formação de estudantes de doutoramento altamente qualificados, muitos dos quais irão desenvolver seus trabalhos de investigação em laboratórios do ITQB e da FCT, (ii) constitui um programa de terceiro ciclo, com ensino de elevada qualidade, e com o objetivo de ser atrativo para estudantes nacionais e internacionais e (iii) envolve duas unidades orgânicas da NOVA, nomeadamente ITQB e FCT, aproveitando as competências complementares disponíveis nas duas instituições e promovendo sinergias entre os diferentes departamentos envolvidos no programa.

3.2.2. Demonstration that the study cycle's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:

The mission of NOVA, as a university institution that wishes to be a reference, includes (i) the development of competitive research at national and international level, specializing in interdisciplinary areas, including research aimed at resolution of the problems that affect society; (ii) teaching of excellence, with a growing emphasis on the

second and third cycles, through competitive academic programs at national and international level, praising merit as the essential measure of assessment and (iii) The creation of a broader base of inter-institutional participation, geared towards integration of the distinct scientific cultures, aiming to promoting innovative synergies in teaching and in research;

This program is perfectly aligned with the mission of NOVA given that (i) it promotes competitive research through the training of highly qualified PhD students, many of which will develop their research programs in laboratories of the host institutions ITQB and FCT; (ii) it constitutes an academic program, at the level of a third cycle, with excellent teaching, aiming to be attractive to national and international students and (iii) it involves two organic units from NOVA, namely ITQB and FCT, taking advantage of the complementary skills available in the two institutions and promoting synergies between the different departments involved in the program.

3.3. Unidades Curriculares

Mapa IV - Biologia do DNA e RNA / DNA and RNA Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Biologia do DNA e RNA / DNA and RNA Biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Cecília Maria Pais de Faria de Andrade Arraiano

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Vários docentes nacionais e estrangeiros especialistas no tópico serão convidados

National and foreign speakers, specialists in these topics, will be asked to participate in some classes

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular destina-se a conferir aos alunos competências para:

a) Identificar os Princípios que governam a Genética Molecular e identificar de forma geral como os ácidos nucleicos intervêm no metabolismo celular. b) Delinear estratégias para controlar a expressão génica. c) Conhecer os diferentes tipos e funções de RNA e RNases e interpretá-los à luz das descobertas recentes da Biologia do RNA. d) Conhecer os fundamentos das tecnologias mais utilizadas no estudo dos ácidos nucleicos.

Expandir os conhecimentos adquiridos e ver a aplicação deste conhecimento a temas da actualidade e suas aplicações nas indústrias biomédicas e farmacêuticas.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

After this curricular Unit the students will be able to:

a) Identify the Principles in which Molecular Genetics is based and understand how nucleic acids can regulate gene expression. b) Delineate strategies to control gene expression. c) Be familiar with the different types of RNAs and RNases and interpret them in face of the very recent discoveries in RNA Biology. d) To know the fundamentals and general technologies used in the study of nucleic acids.

To expand the knowledge obtained and see the application of what was learnt in this Unit in face of the recent advances in the study of nucleic acids and its applications in Medicine and Biotechnology.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura dos ácidos nucleicos e sua função: mecanismos moleculares responsáveis pela transmissão e expressão da informação genética em organismos (modelo) procariontes e eucariontes—replicação, transcrição, tradução e regulação da expressão génica;

O Mundo do RNA. Diferentes tipos de RNA incluindo RNAs não codificantes. Mecanismos utilizados por RNAs com riboswitches, termosensores, ribozimas. Nucleases. Maturação, controle de qualidade e degradação de ácidos nucleicos. RNA de interferência e suas aplicações em Medicina e Biotecnologia.

Princípios de isolamento, purificação e quantificação de ácidos nucleicos; visualização de ácidos nucleicos por electroforese; polimerização do DNA em cadeia (PCR); métodos de hibridação; métodos de sequenciação do DNA manual e automatizada. Utilização de programas informáticos para análise de sequências. Fundamentos e aplicações de técnicas de análise da expressão génica (Microarrays ou RNA Seq). Mecanismos de regulação da actividade dos genes.

3.3.5. Syllabus:

The structure and function of nucleic acids: molecular mechanisms responsible for the transmission and expression of genetic information both in prokaryotic and eukaryotic model organisms – replication, transcription, translation and regulation of gene expression;

The RNA World. Different types of RNA including the study of non-coding RNAs. Mechanisms used by RNAs with riboswitches, thermosensors and ribozymes. Nucleases. Maturation, quality control and degradation of nucleic acids. RNA interference and its applications in Medicine and Biotechnology.

Principles of isolation, purification and quantification of nucleic acids; visualization of nucleic acids by electrophoresis; Polymerase chain reaction (PCR); hybridization methods; methods for manual and automatic DNA

sequencing; Utilization of informatic programs for the analysis of DNA and RNA sequences. Rationale and applications of gene expression technologies (Microarrays or RNA seq). Mechanisms that can regulate gene expression.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta unidade curricular tem como objectivos transmitir princípios básicos que determinam a função de ácidos nucleicos e relações estrutura-função, bem como fundamentos das técnicas usadas para o seu estudo.

Com esta disciplina o aluno deverá adquirir os conhecimentos necessários para:

- 1. entender os princípios que determinam a estrutura de ácidos nucleicos e sua relação com proteínas que os processam, degradam ou regulam a sua função;*
- 2. conhecer os principais tipos de ácidos nucleicos e suas implicações biológicas.*
- 3. possuir conhecimentos básicos das técnicas de estudo dos ácidos nucleicos (RT-PCR, Real time PCR, Northern, Southern, Dot-Blots, MicroArrays, RNAseq, Primer Extension, RNase Protection analysis etc..).*
- 4. saber interpretar correctamente os resultados e conhecer critérios de validação. Dominar várias ferramentas computacionais on-line bem como diversos programas de análise de ácidos nucleicos (incluindo programas de determinação da estrutura do RNA).*

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This curricular unit has the objective of transmitting the Basic principles that determine the function of nucleic acids and the connections structure-function, as well as the techniques used for their study.

With this Discipline the student should acquire the knowledge necessary to:

- 1- Understand the principles that determine the structure of nucleic acids and their relation with the proteins that process them, degrade them or regulate their function.*
- 2- Know the main types of nucleic acids and their biological implications.*
- 3- Have a basic knowledge of the techniques used in the study of nucleic acids (RT-PCR, Real time PCR, Northern, Southern, Dot-Blots, MicroArrays, RNAseq, Primer Extension, RNase Protection analysis etc..).*
- 4- Acquire know-how to interpret correctly the results and to know the validation criteria. Learn several computational tools on-line, as well as different programs for the analysis of nucleic acids (including determination of structure of RNA).*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas teóricas - contacto directo com os docentes em sala de aula para apresentação e discussão dos conceitos teóricos e teórico-práticos constantes do programa.*
- Aulas teórico-práticas - contacto directo com os docentes. Os alunos terão oportunidade de discutir artigos científicos sobre o tópico das aulas. Alunos serão divididos em pequenos grupos de trabalho e cada grupo escolherá um tema para apresentar um seminário oral. As aulas teórico-práticas acompanharão o conteúdo das aulas teóricas.*
- Estudo independente - tempo dedicado pelos alunos ao seu estudo e à elaboração e treino do seminário.*
- Avaliação - Relatório sumário e apresentação oral e discussão seminário um tópico escolhido nas aulas (70%).*
- Avaliação contínua baseada na participação do aluno nas aulas (30%). No final do período desta Unidade os Professores e a Unidade Curricular serão também avaliados para possível introdução de alterações que possam contribuir para a melhoria da Unidade.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- Theoretical classes- direct contact with the Professors in the classroom for the presentation and discussion of the theoretical and the practical topics stated in the program.*
- Theoretical-practical classes: direct contact with the Professors. The students will have opportunity to discuss scientific papers focused on the topics of the classes. The students will be divided in small work groups and each group will choose a topic to present an oral seminar. These classes will follow the program of the theoretical classes.*
- Independent study – time that students dedicate to study and in the preparation and training of their seminar.*
- Evaluation – Summary report and oral seminar on a topic chosen from the classes. (70%). Continuous evaluation based on the participation of the student in the classes of this Curricular Unit (30%). In the end the Professors and the Curricular Unit will also be evaluated for the possible introduction of improvements.*

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino permitirão, por meio de aulas teóricas e teórico-práticas fornecer as necessárias bases teóricas sobre as técnicas de análise de ácidos nucleicos assim como a interpretação e análise das suas funções biológicas. Será transmitido um conjunto de informações integradas sobre Genética e Biologia Molecular com ênfase particular no estudo de novos desenvolvimentos na Biologia dos ácidos nucleicos (DNA e RNA).

Pretende-se também estimular capacidades de pesquisa sobre um tópico científico e capacidade de sintetizar e de o comunicar oralmente sob a forma de seminário, sendo confrontado com a opinião dos outros.

Será estimulada a atitude e capacidade de resolver problemas utilizando soluções alternativas para se chegar a um objectivo.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, involving lectures and tutorials, will provide the theoretical bases needed for the understanding of the major methods used for the study of nucleic acids. Information on Genetics and Molecular Biology will be transmitted, giving particular emphasis to the study of new developments on the Biology of Nucleic Acids (DNA and RNA).

The capacities of research on a certain scientific topic will be stimulated, as well as the capacity to synthesize and communicate orally a certain subject, being confronted with the opinion of the group.

The attitude and capacity of solving problems will be reinforced using alternative solutions to achieve a certain objective.

3.3.9. Bibliografia principal:

O Mundo do RNA" Novos desafios e perspectivas futuras, Coordenação Cecília M. Arraiano e Arsénio M. Fialho, Editora Lidel 2007

Nucleic Acids: Structures, Properties, and Functions

Victor A. Bloomfield (Author), Donald M. Crothers (Author), Ignacio Tinoco (Author), John E. Hearst (Author), David E. Wemmer (Author), Peter A. Killman (Author), Douglas H. Turner (Author), University Science Books 2000

Mapa IV - Métodos em biociências I / Methods for biosciences I

3.3.1. Unidade curricular:

Métodos em biociências I / Methods for biosciences I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Júlia Carvalho Costa

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlos Alberto Gomes Salgueiro

Outros docentes (especialistas) serão envolvidos/convidados a dar aulas sobre tópicos seleccionados.

Carlos Alberto Gomes Salgueiro

Other lecturers (specialists) will be involved/invited to lecture selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

1. Adquirir conhecimentos sobre os fundamentos e aplicações de várias técnicas experimentais e metodologias usadas em Ciências Biológicas, nomeadamente, técnicas bioquímicas, de biologia molecular, espectroscópicas e de microscopia.

2. Compreender e seleccionar técnicas e metodologias adequadas para a compreensão dos mecanismos moleculares que ocorrem nas células e organismos em condições de saúde e de doença.

3. Aplicar as técnicas e metodologias aprendidas no contexto de casos práticos específicos de relevância biológica.

4. Rever criticamente a literatura científica pertinente no campo.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. To acquire knowledge on the fundamentals and applications of several experimental techniques and methodologies used in Biosciences, namely, techniques in biochemistry, molecular biology, spectroscopy and microscopy.

2. To understand and select adequate techniques and methodologies for the comprehension of molecular mechanisms that take place in cells and organisms in health and disease.

3. To apply the learned techniques and methodologies in the context of specific case studies of biological relevance.

4. To critically review the scientific literature pertinent in this field.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Purificação de proteínas

1.1. Técnicas de extracção e fraccionamento

1.2. Purificação e monitorização

1.3. Produção de proteínas recombinantes. Proteínas de fusão

2. Técnicas espectroscópicas em biociências moleculares

2.1. Ultravioleta/visível e fluorescência

2.2. Infravermelho e Raman

2.3. Dispersão de luz dinâmica e dicroísmo circular

2.4. Ressonância de plasmão de superfície

2.5. Ressonância Magnética Nuclear e Ressonância Paramagnética Electrónica

2.6. Cristalografia de raios X

3. Técnicas de espectrometria de massa e aplicações. Ionização. Analisadores de massa. Detectores. Informação estrutural. Bases de dados.

4. Microscopia e imagem

4.1. Microscopia óptica. Microscopia de fluorescência. Microscopia confocal. Monitorização de dinâmica de proteínas nas células. Microscopia de força atómica

4.2. Microscopia electrónica

5. Organismos modelo. Escherichia coli. Levedura. Arabidopsis. Caenorhabditis elegans. Drosophila melanogaster. Ratinho

6. Técnicas e métodos emergentes

3.3.5. Syllabus:

1. Protein purification

- 1.1. Extraction and fractionation techniques
- 1.2. Purification and monitoring
- 1.3. Recombinant protein production. Fusion proteins
2. Spectroscopic techniques in molecular biosciences
 - 2.1. Ultraviolet/visible and fluorescence
 - 2.2. Infrared and Raman
 - 2.3. Dynamic light scattering and circular dichroism
 - 2.4. Surface Plasmon Resonance
 - 2.5. Nuclear Magnetic Resonance and Electronic Paramagnetic Resonance
 - 2.6. X-ray crystallography

3. Mass spectrometric techniques and applications. Ionization. Mass analyzers. Detectors. Structural information. Data bases.

4. Microscopy and Imaging

- 4.1. Light microscopy. Fluorescence microscopy. Confocal microscopy. Monitoring protein dynamics in cells. Atomic force microscopy
- 4.2. Electron microscopy

5. Model organisms. *Escherichia coli*. Yeast. *Arabidopsis*. *Caenorhabditis elegans*. *Drosophila melanogaster*. Mouse

6. Emergent techniques and methods

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A caracterização estrutural, a determinação de propriedades moleculares e a observação de comportamentos a nível molecular constitui um grande desafio na área das Ciências Biológicas. Actualmente, existe um largo espectro de técnicas biofísicas para estudar moléculas em cristais, em solução, no interior das células e nos organismos. Essas técnicas biofísicas permitem obter informação acerca da estrutura electrónica, estrutura molecular, dinâmica, polaridade e modo de interacção entre biomoléculas. No seu todo, as técnicas e métodos biofísicos permitem compreender as propriedades dos constituintes celulares, a sua dinâmica e a forma como regulam e controlam funções biológicas.

O conteúdo programático está em consonância com os objectivos da unidade curricular, visto que foi concebido para cobrir um conjunto de técnicas e metodologias bioquímicas, biológicas, espectroscópicas e de microscopia as quais têm sido utilizadas extensivamente na caracterização de sistemas biológicos, e, por conseguinte, com importância real no campo das Biociências. Outro ponto a abordar consiste na descrição e aplicação de organismos modelo utilizados para mimetizar situações biológicas que ocorrem na célula e no organismo em condições de saúde e de doença a fim de compreender os mecanismos moleculares e bioquímicos subjacentes. Para além disso, o conteúdo programático inclui a possibilidade de cobrir, ao longo do tempo, tecnologias novas e “state-of-the-art” (ver ponto 6).

Pretende-se transmitir informação que mostre o poder dos instrumentos biofísicos discutidos e que direcione o estudante para a compreensão dos seus fundamentos, para a explicação dos dados e para a compreensão de como estes instrumentos podem ser aplicados no estudo de diferentes problemas das Biociências. Finalmente, espera-se que o estudante seja capaz de integrar os conhecimentos obtidos recorrendo a instrumentos biofísicos diferentes mas complementares.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The characterization of molecular structure, the measurement of molecular properties, and the observation of molecular behavior presents an enormous challenge for biological scientists. A wide range of biophysical techniques have been developed to study molecules in crystals, in solution, in cells, and in organisms. These techniques provide information about the electronic and molecular structure, dynamics, polarity, and modes of interaction of biological molecules. Overall, the biophysical techniques and methodologies are crucial to the understanding of how the structure and dynamics of biomolecules enables specific biological functions.

The syllabus is consistent with the objectives of the course since it was designed to cover an array of techniques and methodologies in biochemistry, molecular biology, spectroscopy and microscopy, which, over time, have been extensively used to characterize biological systems, and as such with real importance in the field of Biosciences. Another point to be approached is the description and application of model organisms used for mimicking biological situations of the cell and in the organism in health and disease in order to understand the underlying molecular and biochemical mechanisms. Furthermore, the syllabus admits that newly developed and state-of-the-art techniques and methodologies in Biosciences can be addressed over time (see point 6).

It is aimed to convey information that shows the power of the biophysical tools discussed and that directs the student to understand their fundamentals, to explain the data and to understand how these tools can be applied in the study of different Biosciences problems. Finally, it will be expected that the students become able to integrate knowledge acquired from different, yet complementary, biophysical tools.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular engloba aulas teóricas (T), teórico-práticas (TP) e uma aula de seminário. As aulas T serão leccionadas com recurso a “data show”, acompanhadas de bibliografia complementar disponibilizada previamente na página Web da disciplina. Cada técnica e metodologia serão abordadas com recurso a casos práticos e modelos biológicos. Devido à abrangência alargada dos conteúdos desta unidade, serão convidados peritos em tecnologias específicas.

Aulas TP englobarão resolução de problemas, demonstrações e visitas a laboratórios permitindo treinar a análise de dados e a compreensão da informação de cada técnica e metodologia.

A avaliação consistirá na apresentação e discussão de um seminário. No seminário os alunos deverão apresentar um case study especificando o contributo das técnicas e metodologias abordadas na UC na resolução desse caso. Cada caso é baseado em artigo(s) científicos fornecidos pelos coordenadores. Serão também encorajadas as apresentações de novas estratégias.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course includes lectures, problem solving classes and one seminar presentation. The lectures will be taught using “data show”, accompanied by bibliography previously available in the website of discipline. Each technique or methodology will be presented and framed in adequate biological scenarios. Due to the broadness of contents experts on specific technologies will be invited.

The problem solving classes will include demonstrations and laboratory visits and will train the students in data analysis enabling them to understand how to obtain information from the techniques and methodologies discussed. The evaluation will consist of the preparation, presentation and discussion of a seminar. In the seminar each student presents a particular case study addressing some of the methodologies and techniques learned in the course. Each case study is based on one or more scientific articles that are supplied by the coordinators. The presentations of new strategies are also encouraged.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas fornecerão conhecimentos acerca dos fundamentos das diferentes técnicas bioquímicas, de biologia molecular, espectroscópicas e de microscopia (objectivo 1).

Para além disso, nas aulas será fornecida uma descrição alargada das múltiplas aplicações dessas técnicas com vista à compreensão das propriedades das moléculas, dos mecanismos e funções celulares e do funcionamento de organismos em condições de saúde e de doença (objectivo 2).

Serão realizadas demonstrações de tecnologias avançadas, o que dará uma visão realística acerca de aspectos práticos e técnicos (potencial e limitações) (objectivos 1, 2 e 3).

Com a preparação, apresentação e discussão de um caso (seminário) os estudantes adquirirão conhecimentos aprofundados acerca de uma ou mais técnicas aplicadas à compreensão de um problema biológico específico. Para a execução deste trabalho os estudantes recorrerão à bibliografia indicada, realizarão pesquisa bibliográfica na área e discutirão com os docentes (objectivos 3 e 4).

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

The lectures will provide the knowledge about the fundamentals of the different techniques and methodologies in biochemistry, molecular biology, spectroscopy and microscopy (aim 1).

Furthermore, in those lectures a broad description of multiple applications of those techniques for the understanding of the properties of molecules, cell mechanisms and functions, and organisms performance in health and disease will be provided (aim 2).

Demonstrations of advanced technologies will be performed, which will give a realistic view on practical and technical issues (potential and limitations) (aims 1, 2 and 3).

With the preparation, presentation and discussion of the case study (seminar) the students will acquire in depth knowledge about specific technique(s) applied to the understanding of a specific biological problem. To perform this work the students will use the bibliography indicated, will search and analyse the scientific literature in the field and discuss with the lecturers (aims 3 and 4).

3.3.9. Bibliografia principal:

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. (2010) Essential Cell Biology. 3rd Edition. Garland Science, Taylor & Francis Group, New York, USA. ISBN 978-0-8153-4129-1.

Gordon, G. H. (2005) Spectroscopy for the biological sciences. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA. ISBN-10: 0471713449

Lawrence, Q. (2000) Physical methods in bioinorganic chemistry: spectroscopy and magnetism. Lawrence Que, Jr. Ed., University Science Books, Sausalito, California, USA. ISBN-10: 1891389025

Wilson, K., Walker, J. (2010) Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology. 7th Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. ISBN 978-0-521-73167-6.

Artigos científicos publicados em revistas científicas internacionais com impacto elevado.

Mapa IV - Biogénese, enrolamento e estrutura de proteínas / Protein biogenesis, folding and structure

3.3.1. Unidade curricular:

Biogénese, enrolamento e estrutura de proteínas / Protein biogenesis, folding and structure

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Cláudio M. Soares

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Especialistas das diferentes áreas do tema, seleccionados das instituições organizadoras ou de outras instituições científicas Portuguesas. / Several specialists in the different subjects, from the organising institutions and from other institutions in Portugal.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem como objectivo fornecer um panorama geral sobre proteínas, desde a sua biogénese e enrolamento, a sua estrutura e estabilidade, até à sua localização na célula viva. Esta viagem, desde os constituintes fundamentais das proteínas até à sua função, consolidará o conhecimento dos estudantes e permitir-lhes-á dar uma visão moderna sobre estes blocos de construção da vida. Os conhecimentos adquiridos nesta unidade curricular permitirão aos alunos terem uma compreensão geral da literatura científica na área, e de ser capaz de (individualmente) aprofundar os seus conhecimentos em áreas seleccionadas.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit aims at giving a general overview of proteins, from their biogenesis and folding, their structural characteristics and stability, to their targeting in the living cell. This journey, from the fundamental constituents of proteins to protein function, will refresh the students' knowledge and will provide a modern view of these building blocks of life. The knowledge and skills acquired in this curricular unit will allow the students to have a general understanding of the scientific literature in the area, and to be able to (individually) deepen their knowledge in selected areas.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1) *Breve panorâmica dos diferentes níveis de estrutura das proteínas.*

2) *A representação das proteínas e a sua compreensão estrutural. Bases de dados de proteínas. Visualização computacional de moléculas. A diversidade do universo das proteínas (globulares, multi-domínio e proteínas intrinsecamente desestruturadas).*

3) *A biogénese de proteínas no ribossoma. Localização e "sorting" de proteínas na célula. "Chaperones" moleculares. Modificações pós-traducionais. Degradação de proteínas.*

4) *Princípios de enrolamento e estabilidade de proteínas. Determinantes físicos e energéticos. Cinéticas de enrolamento de proteínas ("funis" de enrolamento). Dinâmica de proteínas. "Misfolding" de proteínas (sequestro cinético). O estado amilóide. Estabilidade de proteínas.*

5) *Homologia de proteínas e evolução. Previsão da estrutura de proteínas.*

3.3.5. Syllabus:

1) *Short overview of the different levels of protein structure.*

2) *Protein representation and structural understanding. Protein databases. Computer visualisation of molecules. The diversity of the protein universe (globular, multidomain and intrinsically disordered proteins).*

3) *Protein biogenesis in the ribosome. Protein targeting and protein sorting. Molecular Chaperones. Post-translation modifications. Protein degradation.*

4) *Principles of Protein folding and stability. Physical and energetic determinants. Protein folding kinetics (folding funnels). Protein dynamics. Protein misfolding (kinetic traps). The amyloid state. Protein stability.*

5) *Protein homology and evolution. Protein structure prediction.*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A ciência de proteínas é um campo muito amplo e esta unidade curricular não pretende cobrir todos os detalhes. Em vez disso, tem por objectivo fornecer uma compreensão ampla das proteínas no contexto da célula, começando na sua síntese, na sua localização na célula, na sua função e acabando na degradação de proteínas. A unidade curricular também tem como objectivo fornecer ferramentas para que os alunos possam, independentemente, executar análises bioinformáticas de proteínas. Isto será feito através de tutoriais. Os alunos serão incentivados a estudar, de forma independente, diferentes áreas da ciência de proteínas e apresentar esse conhecimento aos colegas. O conhecimento adquirido será importante para o trabalho em ciências biológicas em geral e na saúde.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Protein science is a very broad field and this curricular unit does not aim to cover it in detail. Instead, it aims at providing a broad understanding of proteins in the cell, by following a logic overview from protein synthesis to protein localization, protein function and protein degradation. It also aims to provide tools for the students to independently perform protein bioinformatics analysis. This will be made through tutorials. The students will be encouraged to

independently study different areas of protein science and present examples to the class. The knowledge acquired will be important for work in biosciences at large and in health.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular será constituída por palestras ministradas por especialistas em diversos temas, por tutoriais desenvolvidos individualmente usando computadores e por discussão de artigos em grupos, com alguma ajuda de especialistas. Um equilíbrio entre palestras e outras actividades é o objectivo, tendo os alunos um papel activo no processo de aprendizagem, tanto de uma forma individual como em grupos. Os alunos irão apresentar, aos seus colegas, exemplos de trabalhos charneira na área, assim como conceitos da ciência de proteínas.

A avaliação terá em conta três componentes:

- 1) Avaliação contínua durante os tutoriais e sessões de resolução de problemas.*
- 2) Ensaios escritos individuais.*
- 3) Apresentações individuais ou em grupo.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes will consist of lectures by experts in the different topics, individual problem solving tutorials using computers and paper discussion in groups, with some aid from specialists. An equilibrium between lectures and other activities is aimed at, and the students will take an active role in the learning process, both individually as well as in groups. The students will present examples of landmark work and concepts of protein science to their colleagues.

Evaluation will consider three components:

- 1) Continuous evaluation during tutorials and problem solving sessions.*
- 2) Individual written essays.*
- 3) Individual or group presentations.*

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino vão ser adaptadas ao nível muito avançado dos estudantes, e as suas diversidades de formação anterior. A maioria dos alunos já tiveram contacto com alguns dos conceitos desenvolvidos nesta unidade curricular, o que significa que as aulas precisam, simultaneamente, ser superficiais nos aspectos básicos e muito avançadas em algumas áreas específicas. O problema da diferente formação anterior dos alunos também será abordado usando esta metodologia, desenvolvendo conhecimento em diferentes níveis. Essas diferenças serão minoradas pelos próprios alunos em trabalhos individuais e de grupo. As aulas práticas usando meios informáticos proporcionarão ferramentas e independência que o estudante pode utilizar em trabalhos futuros de investigação.

Os procedimentos de avaliação incidirão sobre os diferentes objectivos de aprendizagem, incluindo a participação e compreensão nas diferentes actividades, a capacidade de dominar metodologias de forma independente, e a capacidade de apresentação conceitos avançados do campo, numa forma escrita ou oral.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies will be adapted to the very advanced level of the students, and their background diversity. Most students have had contact with some of the concepts developed in this curricular unit, which means that the classes need to be, at the same time, superficial in the basic aspects and very advanced in some particular areas. The problem of the background diversity of the students will also be addressed with this methodology, providing knowledge at different levels. These differences will be addressed by the students themselves in individual and in group assignments. Additionally, the computer practicals will provide tools and independence that the student can use in future research work.

The evaluation procedures will address the different learning outcomes, including the participation and understanding of the different activities, the ability to master methodologies in an independent manner, and the ability to write and present advanced concepts of the field.

3.3.9. Bibliografia principal:

Livros avançados e trabalhos importantes sobre os diferentes assuntos cobertos por esta unidade curricular.

Exemplos de livros são:

- Branden, C., and Tooze, J. 1999. Introduction to protein structure., Garland Science.*
- Creighton, T. E. 1992. Proteins: Structures and Molecular Properties., W. H. Freeman*
- Lesk, A.M. 2010. Introduction to Protein Science: Architecture, Function, and Genomics., Oxford University Press*
- Whitford, D. 2005. Proteins: Structure and Function., Wiley*

English version:

Advanced books and key papers on the different subjects covered by this curricular unit.

Examples of books are:

- Branden, C., and Tooze, J. 1999. Introduction to protein structure., Garland Science.*

- Creighton, T. E. 1992. *Proteins: Structures and Molecular Properties.*, W. H. Freeman
- Lesk, A.M. 2010. *Introduction to Protein Science: Architecture, Function, and Genomics.*, Oxford University Press
- Whitford, D. 2005. *Proteins: Structure and Function.*, Wiley

Mapa IV - Metabolismo e bioenergética / Metabolism and bioenergetics

3.3.1. Unidade curricular:

Metabolismo e bioenergética / Metabolism and bioenergetics

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Inês Antunes Cardoso Pereira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Teresa Nunes Mangas Catarino. Vários docentes nacionais ou estrangeiros especialistas no tópico serão também convidados.

Maria Teresa Nunes Mangas Catarino. Other national or international lecturers specialists in the area will also be invited.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta UC tem como objectivos rever e consolidar conceitos nas áreas do Metabolismo e da Bioenergética, focando as principais vias metabólicas, a sua regulação e perturbação na doença, e a forma como a energia é captada e transformada de maneira a garantir as necessidades celulares. Os estudantes serão confrontados com os novos desenvolvimentos nestas áreas e com as grandes questões que estão presentemente a ser discutidas, focando os princípios fundamentais, as moléculas envolvidas e a integração de conceitos chave.

É também objectivo desta UC envolver os estudantes em discussões sobre tópicos de Bioenergética e Metabolismo. Pretende-se desenvolver o espírito crítico, o treino na leitura e discussão de literatura científica e também as competências na apresentação de trabalhos científicos.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objectives of this CU are to review and consolidate concepts in the areas of Metabolism and Bioenergetics, focusing on the main metabolic pathways in a living cell, how they are regulated and disturbed in disease, and how energy is obtained and transduced to meet the cell's requirements. The focus will be on bringing the students up to date on new advances in these areas and the key questions being addressed, while stressing the fundamental principles and molecules involved.

Other objectives are to engage students in discussions on topics of Bioenergetics and Metabolism, have them think and raise questions, train their critical reading of scientific literature in this field, and develop skills in presentation and scientific discussion.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Principais vias metabólicas; Fluxos metabólicos e regulação; Integração do metabolismo; Doenças metabólicas.*
- 2.Revisão de conceitos em Bioenergética: Energia livre de Gibbs e potencial de redução; Teoria quimiosmótica; Potencial de membrana; Transdução de energia.*
- 3.Transportes Biológico; Mecanismos e tipos de transportes membranares; Canais e poros; Transporte a favor do gradiente electroquímico; Transporte activo primário; Co-transporte.*
- 4.Cadeias respiratórias aeróbias: complexos I a V; Complexos mitocondriais versus bacterianos; Doenças mitocondriais. Metabolismo energético no envelhecimento e cancro.*
- 5.Fotossíntese oxigénica e não oxigénica; Fixação do carbono: ciclo de Calvin e outras vias. Bioquímica e Biologia Molecular da mitocôndria vegetal.*
- 6.Diversidade do metabolismo bioenergético microbiano; Quimiotrofia e litotrofia; Fermentação e respiração anaeróbia; Metabolismo microbiano e ciclos biogeoquímicos; Simbiose hospedeiro-microrganismo e bactérias do tracto gastrointestinal.*

3.3.5. Syllabus:

- 1. Main metabolic pathways; Metabolic fluxes and regulation; Integration of metabolism; Metabolic disorders*
- 2. Revision of key concepts in Bioenergetics; Gibbs free energy and redox potentials; Membrane potential; Chemiosmotic theory; Energy transduction.*
- 3. Membrane transport; Mechanisms and types of transport systems; Channels/Pores; Transporters driven by the electrochemical potential; Primary active transporters; Co-transporters*
- 4. Aerobic respiratory chains: Complexes I to V; Mitochondrial versus bacterial complexes; Mitochondrial diseases; Energy metabolism in ageing and cancer*
- 5. Photosynthesis: Light reactions in oxygenic and anoxygenic photosynthesis; Carbon fixation: Calvin cycle and other pathways. Biochemistry and molecular biology of Plant Mitochondria*

6. Diversity in microbial bioenergetic metabolism; Chemotrophs and litotrophs; Fermentation and anaerobic respiration; Impact of microbial metabolism in biogeochemical cycles; Host-microbe symbiosis and gut bacteria

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos desta UC foram especificamente pensados para ir ao encontro dos objectivos propostos, incluindo os tópicos principais da área da Bioenergética e do Metabolismo de maneira a fornecer ao estudante uma visão alargada, e ao mesmo tempo integrada, das questões actuais neste campo. A discussão da diversidade de estratégias encontrada nos diferentes tipos de organismos, animais, plantas e procariotas, tem como objectivo definir princípios comuns e ao mesmo tempo potenciar o desenvolvimento e a aplicação futura destes conceitos/organismos nas áreas da saúde, indústria alimentar, ambiente e bioenergia. Será dada especial ênfase:

- à ligação entre o metabolismo e estado energético da célula e múltiplas doenças/envelhecimento;*
- à diversidade de estratégias utilizadas pelos organismos vivos para obter energia, desde as células animais e vegetais até aos procariotas;*
- ao impacto da Bioenergética e do Metabolismo nas interações hospedeiro-microrganismo contribuindo de forma fundamental para a Saúde;*
- ao papel fundamental que a Bioenergética e o Metabolismo microbiano têm no Ambiente, fechando os ciclos dos elementos que permitem a vida na Terra.*

Os conteúdos foram também seleccionados tendo em consideração as necessidades de outras UC do curso e o perfil geral e os interesses dos estudantes que irão frequentar este programa doutoral.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents were specifically designed to fit the objectives of the curricular unit. They include main topics in the field of Bioenergetics and Metabolism, aiming to give the student a broad overview of the main issues in the area, but also an integrated perspective of Bioenergetics and Metabolism across different types of organisms (animals, plants and prokaryotes). The discussion of the diversity of strategies used by the different organisms aims to define common principles, while also promoting the integration and future application of these concepts/organisms in Health, Industry, Environment and Bioenergy. A special emphasis will be put on:

- The link between metabolism and the energy status of a cell and multiple diseases/ageing.*
- The diversity of biological strategies used by living organisms to obtain energy, going from animal and plant cells to prokaryotes, while stressing the common principles involved and integrating the key concepts at play.*
- How Bioenergetics and Metabolism impact Host-microbe interactions and their key contributions towards Health.*
- The fundamental role of Bioenergetics and Microbial Metabolism in Environment-microbe interactions, enabling the cycling of elements that permit Life in our planet.*

The contents were also selected taking into account future CUs of the course, and the general profile and interests of the students enrolled in this PhD Program.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O curso vai estar organizado em aulas teóricas, teórico-práticas, discussão de artigos científicos e apresentação de temas pelos estudantes.

As aulas teóricas irão ter um formato interactivo promovendo a discussão. A primeira parte será liderada pelo docente. Na segunda parte os estudantes farão apresentações de 5-10 min sobre tópicos no âmbito do tema da aula, seguido de perguntas e discussão.

Nas aulas teórico-práticas os estudantes irão resolver problemas numéricos e de interpretação/integração, para clarificar e solidificar conceitos fundamentais.

Nas sessões de discussão/apresentação de artigos científicos, cada grupo de alunos escolherá um tema que incluirá 1-3 artigos. Os artigos serão lidos de uma forma crítica pelos estudantes e apresentados aos colegas, seguindo-se um período de discussão.

Nesta UC será feita avaliação contínua que terá em conta a participação do estudante em todas as actividades e a qualidade das suas apresentações e discussões.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is organized in lectures, tutorials, and paper discussion/student presentations. The lectures will have an interactive format where discussion is promoted, having a first part that is lead by the lecturer(s) and a second part where groups of students will be given 5-10 mins to present a pre-assigned topic within the scope of the lecture, which will be followed by questions and discussion.

In the tutorial the students will solve numerical and descriptive problems of Metabolism and Bioenergetics, having the chance to clarify questions and solidify concepts. For the sessions of paper discussion/student presentations each group of students will choose a topic comprising 1-3 papers, which they will have to read critically and present to their colleagues, followed by discussion.

The evaluation is continuous and will take into account the participation of the student in all activities as well as his/her presentation/discussion skills.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias a adoptar serão muito focadas no envolvimento do estudante em todas as actividades (incluindo as aulas teóricas) de forma a incentivar uma atitude pró-activa e a promover a auto-aprendizagem e o espírito crítico. É muito importante que o estudante ao nível do 3º ciclo, compreenda que o conhecimento científico está a evoluir continuamente e que o que está escrito em artigos científicos e mesmo livros de texto não constitui a "verdade absoluta final" mas antes o estado do conhecimento na altura. Este conhecimento faz parte de um processo dinâmico para o qual os estudantes são chamados a contribuir activamente.

A discussão de artigos científicos recentes ajudará a perceber onde se situam as fronteiras do conhecimento nestas áreas e a proporcionar treino em leitura crítica. As apresentações orais de temas e artigos científicos permitirão adquirir competências ao nível da comunicação científica.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The methodologies are very focused in involving the student in all activities (including lectures), to generate a pro-active rather than passive attitude and promote self-learning and a critical mind-set. It is very important that the students understand that scientific knowledge is continuously evolving, and that what is written in textbooks, and even research papers, is not the "final, absolute truth", but the current state of knowledge, which is an evolving process to which they can actively contribute. The discussion of recent papers will allow them to realize where the frontiers of knowledge in the field are, and provide training in critical reading. Student presentations will also allow training of scientific communication skills

3.3.9. Bibliografia principal:

1. "BIOCHEMISTRY", Lubert Stryer (2007) W. H. Freeman and Company, San Francisco. 6th Ed. (ou outros bons livros de texto de Bioquímica)/(or other Biochemistry textbooks)
2. "Metabolism at a Glance", J. G. Salway (1999) Blackwell Science
3. "Bioenergetics 3", David G. Nicholls and Stuart J. Ferguson (2002) Academic Press.
4. "Bioenergetics at a Glance", David A. Harris (1995) Blackwell Science
5. Metabolism and Disease: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, Volume LXXVI, T. Grodzicker, B. Stillman, D. Stewart (Eds), 2012, ISBN 978-1-936113-56-9
6. Artigos científicos seleccionados / Selected journal articles

Mapa IV - Biologia de sistemas / Systems biology

3.3.1. Unidade curricular:

Biologia de sistemas / Systems biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

José A. Feijó

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Jim Haseloff (Univ. Cambridge, Reino Unido)

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A teoria da biologia de sistemas: desde a teoria da rede de Ludiwig van Bertalanffy.

A idade da ómica: aspectos conceptuais e práticos da aquisição de dados a nível genómico, proteómico e transcriptómico. Métodos, cobertura, ciladas e análise de dados. Casos especiais de interactómica (ao nível da genética e das proteínas). Modelação teórica e dinâmica de sistemas de vias e de redes. Casos aplicados de vias bioquímicas, redes de imunologia e epidemiologia. Teoria de rede.

Esta unidade destina-se a proporcionar aos alunos uma breve e concisa, mas abrangente vista, do resultado de Biologia de sistemas como uma das áreas mais competitivos e em rápida evolução em Biologia.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The theory of systems Biology: from Ludiwig van Bertalanffy network theory.

The age of omics: conceptual and practical aspects of data acquisition at the genomics, transcriptomics and proteomics levels. Methods, coverage, pitfalls and database mining. The special cases of protein and genetics interactomics. Theoretical modelling and systems dynamics of pathways and networks. Applied cases to biochemical pathways, immunology networks, and epidemiology. Network theory.

This unit is meant to provide to the students a brief and concise, yet comprehensive, view of the outcome of systems Biology as one of the most competitive and fast evolving areas in Biology.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Base teórica da Biologia de sistemas (cibernética, teoria de controle e visão conceptual de van Bertalanffy). "Dogma central" e resultados da idade da "ómica". Aquisição de dados (aspectos práticos/críticos). Genómica (sequenciamento de nova geração, ciladas e promessas); transcriptómica (arrays de oligonucleótidos, "deep sequencing" NGS); proteómica (2-DE, MALDI-TOF). Avaliações críticas (limitações de dados, artefactos/ciladas). Interactómica: proteína-proteína, proteína-DNA e bases de dados da interacção genética.

Modelagem teórica: sistemas dinâmicos e sua potencial modelação. Modelos cinéticos, breve introdução às equações diferenciais e como resolvê-las. Simulação aplicada das vias bioquímicas (cinética enzimática simples e princípios da lei de ação/massa). Teoria de rede: de Erdos a Barabasy. Redes aleatórias, não aleatórias e de livre escala. Discussão crítica das previsões da "lei da potência". Exemplos práticos: redes sociais, transcrpcionais, imunológicas e epidemiológicas.

3.3.5. Syllabus:

Theoretical background of systems Biology (cybernetics, control theory and van Bertalanffy conceptual view). “Central dogma” and outcome of the “omics” age. Data acquisition (practical/critical aspects). Genomics (Next Generation Sequencing, pitfalls and promises); transcriptomics (oligonucleotide arrays, NGS deep-sequencing); proteomics (2-DE, MALDI-TOF). Critical evaluation of the methods (data limitations, expected artifacts/ pitfalls). Interactomics: protein-protein, protein- DNA and genetic interaction databases. Theoretical modelling: dynamic systems and how to model them. Kinetic models, brief introduction to differential equations and how to solve them. Applied simulation of biochemical pathways (simply enzyme kinetics and law of mass action principles). Network theory: from Erdos to Barabasy. Random, non-random and scale free networks. Critical discussion of “power law” predictions. Practice oriented examples: social, transcriptional, immunological and epidemiology network.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Este curso destina-se a familiarizar os alunos com as exigências pluri-disciplinares do resultado da revolução genómica ocorrida ao longo da última década. Os paradigmas e as teorias atuais já não fornecem as ferramentas suficientes para lidar com a complexidade e a riqueza de dados e oportunidades trazidas pelo aumento exponencial de informações sobre os principais níveis de organização de informação estrutural e codificante dos seres vivos. A biologia é chamada para ligar a física, a matemática, a estatística e a informática, e construir ferramentas capazes de lidar com incomensuráveis conjuntos de dados e níveis de organização de informações de vários níveis de biológicos que podem cair fora dos paradigmas atuais. A conclusão virtual de alguns níveis (ex. genómica e transcritómica) também oferece, pela primeira vez, o salto quântico filosófico de compreender o sistema completo, superando as limitações preditas das abordagens reducionistas que formataram a Biologia no século passado. Com óbvias limitações de tempo, espera-se que os objetivos do curso possibilitem aos alunos dominar o assunto (ainda em evolução e longe da cristalização). Mas aos biólogos modernos é pedida uma visão global e informada sobre essas tendências de evolução. Mais importante ainda, uma compreensão mínima de como o conhecimento é gerado quando se aplica uma perspectiva de sistemas, e um vocabulário mínimo para poder interagir com os seus praticantes é essencial para conferir vantagem competitiva aos alunos que ingressam num programa de doutoramento de alto nível como este se pretende afirmar. Mesmo não optando por seguir estas linhas, os estudantes acabarão por ser capazes de integrar grupos e interagir com pessoas da área. A Biologia de Sistemas é uma das áreas de maior evolução na ciência, tanto em termos de investigadores como, mais importante, em termos de recursos captados para apoiá-los, tornando a formação básica fornecida por este curso um óbvio valor acrescentado para a carreira do doutorando.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

This course is meant to acquaint the students with the pluri-disciplinary demands that outcome from the genomics revolution that took place over the last decade. Current paradigms and theories constitute no longer functional tools to deal with the complexity and wealth of data and opportunities brought about by the exponential increase in database information about the major levels of organization of coding and structural information in living beings. Biology is called upon bridging up with physics, mathematics, statistics and informatics to build up tools capable of dealing with incommensurate datasets and levels of organization of information of various levels of biological which may fall out of the current paradigms. The virtual completion of some levels (e.g genomics and transcriptomics) also offers, for the first time, the philosophical quantum leap of understanding the complete system, overcoming the predicted limitations of the reductionist approaches that have shaped Biology in the past century. Given the timeframe, it is expected that the objectives of the course will allow the students to master the subject (which itself is evolving, and still far from crystallization). But modern biologists are called upon having a global and informed view on how these trends are evolving. More importantly, a minimal understanding on how knowledge is generated when a systems perspective is applied and a minimum vocabulary to be able to interact with its practioners is essential to provide a competitive edge to students who enrol in a high level PhD program as this one is intended to be. Even if they choose not to follow these lines, they will eventually be able to integrate and interact with groups and persons doing it. Systems Biology is one of the fastest evolving areas in Science, both in terms of investigators and, more importantly, in terms of resources raised to support them, rendering the basic training provided by this course as an obvious added value for the career of the PhD’s which will be trained under this course.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A maioria das classes irá focar-se em exemplos e aplicações específicas, evitando assim a enorme complexidade subjacente a cada uma das linhas acima resumidas. Ao mesmo tempo, isso irá proporcionar ao aluno um sentido intuitivo de como os projetos podem evoluir. Haverá cerca de 50% do tempo alocado para aulas teóricas, além de práticas de laboratório usando pacotes de software visando consolidar as várias abordagens seguidas. O tempo total inclui igualmente cerca de 30% de seminários, a apresentar por convidados e dedicados a projetos específicos. A avaliação será feita por um teste final sumativo, e seminários orientados do tipo "journal club".

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Most of the classes will be focused on specific examples and applications, thus circumventing the enormous complexity that underlies each of the lines summarised above. At the same time this will provide the student with an intuitive sense on how projects will evolve. There will be roughly 50% time allocated to theoretical discursive classes, practical labs, using software packages that can back-up the various approaches followed. Total time will include also about 30% of seminars presented by guests, to speak about a specific project. Evaluation will be done by a final summative test, and “journal club” oriented seminars.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Um curso neste género foi criado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, há 8 anos, para o grau de licenciatura. Naturalmente o nível de exigência e sofisticação será adaptado para a pós-graduação aqui considerada. Claramente, os alunos que passaram por este curso na Faculdade de Ciências desenvolveram uma aguçada capacidade crítica, capaz de ultrapassar barreiras e entender a necessidade de integrar a matemática e o raciocínio matemático para lidar com a complexidade biológica. Os estudantes adquiriram capacidades básicas para trabalhar com algoritmos computacionais e para saber usá-los. Por outro lado familiarizaram-se com abordagens formais quantitativas, e perderam as ideias preconcebidas e o medo natural que surgem quando se cruzam as barreiras disciplinares.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

A course as such has been established at the Faculdade de Ciências of Universidade de Lisboa for 8 years at the undergrad level. The level of demand and sophistication will be adapted to the post-grad here. By large, students who have gone through this course developed an acute critical capacity that gave them the capacity to cross barriers and understand the need to integrate maths and math-based reasoning into dealing with Biological Complexity. They acquired basic skills of computer algorithms and how to use them. They became familiarized with quantitative, formal approaches and lost preconceived ideas and the natural fear that emerges when crossing disciplinary barriers.

3.3.9. Bibliografia principal:

Klipp, E et al. (2006) Systems Biology in Practice. John Wiley, Weinheim

Alon, A (2007) An introduction to Systems Biology. Chapman & Hall, Boca Raton

Palsson, BO (2006) Systems Biology. Cambridge Univ. Press, Cambridge

Claveris, J.-M., Notredame, C. (2003) Bioinformatics for Dummies. Wiley Pub. Co., Hoboken

Mapa IV - Biotecnologia: aplicações e novos desafios / Frontiers in Biotechnology

3.3.1. Unidade curricular:

Biotecnologia: aplicações e novos desafios / Frontiers in Biotechnology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Manuel Carrondo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Industrial and Academic experts will be invited to give seminars on selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem como objetivos transmitir conceitos e aplicações na área da biotecnologia de forma a permitir ao aluno desenvolver a capacidade de integração e translação do conhecimento científico para aplicações biotecnológicas; familiarizar o aluno com as tecnologias que permitem a obtenção de produtos com aplicação nas áreas científica, industrial, da saúde e da agricultura, a partir de organismos com diversos graus de complexidade (de bactérias e leveduras a células vegetais e animais)

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Frontiers in Biotechnology will cover technological aspects that aim at obtaining products with scientific, industrial, health and agricultural applications, from organisms with increasing levels of complexity from bacteria and yeast to plants and animal cells. By being exposed to this wide variety of biotechnological concepts and applications, students will learn how to integrate scientific knowledge into applications in Biotechnology.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A “indústria da biotecnologia”: situação atual e perspectivas futuras.

Sistemas Biológicos: fatores que influenciam a escolha das plataformas de produção para processos industriais: bactérias; leveduras; células vegetais, de inseto, de mamífero; Animais e plantas transgênicas.

Biotecnologia de Células Animais: Uso de células animais em investigação pré-clínica; produtos biofarmacêuticos, considerações regulatórias.

Biotecnologia Microbiana: Aplicação de microorganismos na síntese de produtos de valor industrial (aminoácidos, antibióticos, enzimas, biofármacos, etc) e na bioremediação.

Biotecnologia Vegetal: Aplicações nas indústrias farmacêutica, alimentar e de biocombustíveis; agricultura sustentável. Metabolitos secundários produzidos em células vegetais.

3.3.5. Syllabus:

The 'biotechnology industry': stakeholders, current status and future directions.

Biological systems: Factors influencing the choice of in vitro cell production platforms for industrial processes: bacteria, yeast, fungi, plant, insect mammalian cells, transgenic animals and plants.

Animal Cell Biotechnology: Use of animal cells for pre-clinical and research; animal cell-derived biopharmaceuticals, regulatory issues.

Microbial Biotechnology: Use of microorganisms in the synthesis of industrially-useful products (chemical feedstock, (amino)acids, antibiotics, enzymes, biopharmaceuticals) and in bioremediation.

Plant Biotechnology: Use of plants for agricultural, medical, and industrial applications; sustainable agriculture strategies; production of high-value metabolites from plant cells.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta unidade curricular transmitirá aos alunos uma perspetiva geral da área da biotecnologia e da utilização de organismos vivos para produção de materiais de utilidade para a humanidade. Os alunos serão expostos a conceitos científicos, industriais e comerciais que formam a base da biotecnologia; os alunos tomarão conhecimento de como as necessidades de mercado e os aspetos regulatórios influenciam o desenvolvimento e a otimização dos processos biotecnológicos, realçando a natureza multidisciplinar do sector.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This curricular unit provides students with an overview of Biotechnology, the use of microbial, plant and animal cells to produce materials such as medicine, food and chemicals that are useful to mankind. Students will be exposed to the scientific, industrial and commercial concepts that form the basis of biotechnology. Students will learn how market requirements and the evolving regulatory landscape influence the development and cost-effective optimization of biotechnology processes, stressing the multidisciplinary nature of this sector.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino consistem em aulas teóricas e seminários. Nas aulas teóricas serão lecionados os conceitos constituintes do plano curricular. Nos seminários, ministrados por convidados especializados, serão apresentados e discutidos casos práticos ilustrativos.

A Avaliação será baseada na redação de uma breve monografia sobre um tema selecionado pelo aluno, de uma lista fornecida atempadamente pelo coordenador da unidade.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit includes lectures and seminars. In the lectures the theoretical concepts will be taught and in the seminars guest speakers will present illustrative case studies.

Evaluation will be based on the preparation of a short review on a theme chosen by the students amongst a list proposed by the Coordinator on the topics covered in the curricular unit lectures and seminars.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A combinação de aulas teóricas (onde serão transmitidos os conceitos básicos) e seminários, (onde serão apresentados e discutidos casos de estudo) vão permitir que o aluno adquira competências a nível da integração e translação do conhecimento científico em aplicações biotecnológicas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology is coherent with the learning objectives. By combining lectures, where main concepts in biotechnology will be introduced, with seminars, where case studies will be presented by experts and discussed, students will be able to integrate scientific knowledge into applications in Biotechnology.

3.3.9. Bibliografia principal:

A bibliografia será composta por: / Bibliography will consist of:

1) Livros de referência nas várias vertentes da Biotecnologia: / 1) General Biotechnology Books:

- Introduction to Biotechnology (3rd Edition), W.J. Thieman, M.A. Palladino, Benjamin Cummings (Pub), 2012

- Comprehensive Biotechnology (2nd Edition), M. Moo-Young (Ed), Elsevier, 2011

- Industrial Biotechnology, SL Aranoff et al (Ed), Nova Science Publishers (Pub), 2009

- Animal Cell Technology: From Biopharmaceuticals to Gene Therapy, Castilho, Morais, Augusto e Butler (Ed), Taylor and Francis Group (Pub), 2008

- Recent Advances in Plant Biotechnology A. Kirakosyan, P.B. Kaufman (Ed), Springer (Pub), 2009

2) Artigos de revisão publicados em revistas científicas internacionais de elevado impacto. / 2) Review papers in the main topics covered as well as research articles related with the case studies presented.

Mapa IV - Formação em Investigação I / Research Training I

3.3.1. Unidade curricular:

Formação em Investigação I / Research Training I

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ilda Santos Sanches

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Lígia O. Martins, Margarida Archer, Alice Pereira e todos os restantes membros da Equipa Docente do Doutoramento em “Bióciências Moleculares”

Lígia O. Martins, Margarida Archer, Alice Pereira and all the other professors at the “Molecular Biosciences” PhD programme.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se que os estudantes tenham contacto direto com investigadores e outros membros da equipa dos laboratórios escolhidos (até três laboratórios dos associados ao Programa) para se familiarizarem com os problemas científicos, metodologias laboratoriais e abordagens metodológicas em diferentes áreas ou temáticas de investigação. Espera-se que este contacto com diferentes laboratórios, contribua para uma escolha assertiva da área de investigação ou do laboratório onde pretendem realizar a sua dissertação de doutoramento.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The aim is to provide students with a direct contact with researchers and other team members of the chosen laboratories (up to three laboratories from those associated with the Program) to get acquainted with the scientific problems, associated methodologies and laboratorial practices in different research areas. It is expected that these internships will help the students in the process of choosing the research areas or laboratories to continue their PhD studies.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade curricular, os estudantes farão até três estadias de curta duração, em laboratórios de investigação da FCT e ITQB. Esta rotação permitir-lhes-á contactar diretamente com variadas problemáticas de investigação e com os estudantes e investigadores que as estudam. Durante as estadias, terão oportunidade de trocar impressões e discutir conceitos teóricos e práticos, assistir a reuniões e seminários, ler artigos de investigação sobre a área específica, pensar em novas ideias ou novas abordagens experimentais, verificar o funcionamento de vários equipamentos, e eventualmente executar pequenas experiências.

3.3.5. Syllabus:

In this curricular unit students will perform up to 3 short-term laboratory internships, one week each. During these lab rotations students will get acquainted with routines of the chosen laboratories and will have a direct contact with other students and researchers from different scientific areas in a laboratory environment. The students may also have the opportunity to attend group meetings and other institutional seminars. This will provide a chance for discussing both theoretical and practical aspects, reading specific scientific literature, thinking on new ideas or experimental approaches have contact with new equipment and perform some experimental work.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino é coerente com os objectivos da unidade curricular. Pretende-se que os estudantes cultivem um espírito crítico na prática científica através do contacto directo com os investigadores em ambiente laboratorial.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology is in line with the objectives of the curricular unit. It is aimed that the students acquire a critical attitude in the scientific practice through a direct contact with researchers in the laboratory environment.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No início do semestre serão distribuídos pelos estudantes as listas dos laboratórios da FCT e ITQB disponíveis para a sua estadia. Os alunos escolhem os laboratórios e após aprovação das suas opções irão efectuar a estadia nos diferentes laboratórios. Esta será acompanhada através de um regime tutorial pelo Investigador Principal e investigadores do laboratório de acolhimento. A avaliação será contínua e através de um relatório sumário submetido no final do semestre.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

A list of the FCT and ITQB laboratories available for the internships will be provided to the students at the beginning of the doctoral course. After the needed arrangements with the host lab and approval by the coordinators, the internships will be supervised through a tutorial regimen by the head and researchers of the host lab. There will be a continuous evaluation system based on the students' performance and attitude in the lab, the knowledge acquired during the lab rotations and the understanding about the specific subject they worked with. At the end of the semester, the students will write a short report describing the internship.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino é coerente com os objectivos da unidade curricular. Pretende-se que os alunos possam aplicar, contextualizar e ampliar os conhecimentos científicos adquiridos nas unidades curriculares anteriores.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology is consistent with the objectives of the course. It is intended that the students apply, contextualize and amplify the knowledge acquired in the previous curricular units.

3.3.9. Bibliografia principal:

Artigos científicos relacionados com as áreas de investigação dos laboratórios seleccionados.

Scientific literature related with the research topic of the laboratories visited.

Mapa IV - Formação em Investigação II / Research Training II**3.3.1. Unidade curricular:**

Formação em Investigação II / Research Training II

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Lígia Martins

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Anjos Macedo, Margarida Archer, Paula Gonçalves e todos os restantes docentes do Doutoramento em "Bióciências Moleculares".

Anjos Macedo, Margarida Archer, Paula Gonçalves and all the other professors of the "Molecular Biosciences" PhD programme.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- Escrever um plano de trabalhos para doutoramento bem estruturado e cientificamente válido, com uma apresentação clara dos objectivos, das tarefas a realizar e do cronograma proposto.

- Defender publicamente o conteúdo e as estratégias de investigação, bem como as metodologias descritas no plano de trabalhos.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

-To write a well-structured and scientifically sound PhD Research Plan, stating clearly the objectives, the tasks involved and the timeline.

-To defend the content and the research strategy and associated methodologies described in the research plan in a public discussion session

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Nesta Unidade Curricular os estudantes deverão consultar a bibliografia relevante, reflectir e analisar o trabalho de investigação na área de estudo, considerando as vantagens e importância de várias aproximações metodológicas e, também, as desvantagens, à luz dos conhecimentos mais recentes. Como resultado deste esforço os estudantes preparar-se-ão para 1) escrever um plano de trabalhos que inclua objectivos, revisão da literatura, tarefas envolvidas e cronologia, 2) fazer uma apresentação oral do plano de trabalhos e 3) defender oralmente o conteúdo e as estratégias metodológicas seleccionadas.

3.3.5. Syllabus:

In this Curricular Unit the students will study relevant bibliography, reflect on and examine the proposed research subject, considering the relative merits and possible drawbacks of the various approaches, in light of present knowledge on the subject area. As a result, the students will be prepared to 1) write a well-structured and scientifically sound PhD research plan, stating clearly the objectives, the state of the art, the tasks involved and the timeline, 2) make a comprehensive oral presentation of the PhD research plan and 3) defend the content and strategy therein described in a public discussion.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino é coerente com os objectivos da unidade curricular. Pretende-se que os estudantes cultivem um espírito crítico na prática científica através do contacto directo com o seu supervisor de doutoramento que inclua a discussão e escrita do plano de trabalhos.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology is consistent with the objectives of the course. It is intended that the students contextualize and apply the knowledge and training acquired in the previous curricular units towards the writing of his/hers research plan.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Pretende-se que o processo de elaboração do plano de trabalhos seja interativo, em regime tutorial, envolvendo o estudante e o(s) seu(s) futuro(s) supervisor(es) de doutoramento. Os alunos serão acompanhados no processo de escrita assegurando-se que sejam escolhidas as estratégias corretas, de modo a que os objectivos sejam alcançados no período de tempo disponível.

Os coordenadores da UC avaliarão o aluno numa apresentação oral seguida de discussão, de acordo com os seguintes critérios:

- *Consistência e exequibilidade do plano*
- *Qualidade geral da apresentação (estrutura, exactidão, clareza)*
- *Conhecimento da literatura*
- *Compreensão do plano de estudos e conhecimento das metodologias/técnicas envolvidas*
- *Competência demonstrada durante a discussão*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The process of elaborating the research plan will be interactive in a tutorial system, involving both the student and the supervisor. The PhD supervisor will monitor and support the student in the writing of the research plan, assuring that well-informed choices concerning strategies will be undertaken to achieve the objectives within the available timeframe. Discussions with the supervisor will be promoted during the CU activities.

The CU coordinators will evaluate the performance of the student on the final oral presentation and discussion according to the following criteria:

- *Consistency and feasibility of the plan*
- *Overall quality of the presentation (structure, accuracy, clarity)*
- *Proficiency demonstrated during the discussion*
- *Comprehension of the working plan and know-how about the methodologies/techniques involved*
- *Knowledge about related literature and other research studies*

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os estudantes familiarizar-se-ão com os problemas científicos, a literatura e as estratégias e metodologias disponíveis na área de investigação escolhida. O processo de escrita do plano de trabalhos será acompanhado e guiado pelos supervisores, que ajudarão na maturação das ideias e dos objectivos. As várias etapas da construção deste plano de trabalhos irão preparar os estudantes para a sua apresentação e discussão pública, objectivos desta UC.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The student will first get familiar with the scientific problems, literature and strategies and methodologies available in the chosen research area. The process of writing the research plan will be supported and guided by the PhD supervisor, who will help the student to mature the ideas on the scientific subject and on the goals to be achieved. The supervisor will guide the student towards the objective of writing a solid, feasible and well-informed plan. The stepwise construction of the research plan will in turn prepare the student for a successful public presentation and discussion, which are objectives of this curricular unit.

3.3.9. Bibliografia principal:

Variável em função do domínio de especialização e da temática aconselhada ao estudante de doutoramento. Os supervisores de doutoramento darão aconselhamento especializado.

Englis version:

Variable, since it is fully dependent of the research subject chosen by each student. The PhD supervisors will advice on the books/book chapters with basic principles and recommend more specialized articles/reviews relevant for the selected research area.

Mapa IV - Comunicação de Ciência / Science Communication**3.3.1. Unidade curricular:**

Comunicação de Ciência / Science Communication

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana M. Sanchez

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes nacionais e internacionais serão convidados a participar / Other national and international lecturers will be invited to participate in teaching

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Após esta unidade curricular, os alunos devem ser capazes de:

1. Identificar as especificidades da escrita científica académica e organizar resultados e ideias nesse formato
2. Tirar partido de uma apresentação oral ou apresentação em poster
3. Compreender como os temas científicos podem ser comunicados a audiências não técnicas.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

By the end of the Curricular Unit the students will be able to:

1. Identify the specificities of academic scientific writing and organize their ideas and results in that format
2. Make the most out of a poster presentation and oral communication
3. Understand how scientific issues can be communicated to non-specialist audiences

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A unidade curricular Comunicação de Ciência concentra-se nas ferramentas necessárias para uma apresentação clara e eficaz de assuntos científicos, quer seja dedicada aos pares (ex. escrita de artigos científicos ou apresentações em congressos) ou a audiências leigas.

Este módulo prático considera a comunicação como um processo único e treina os estudantes em diferentes tópicos:

- Como ler um artigo científico
- Escrever as diferentes secções de um artigo científico
- Preparar um poster para um congresso
- Fazer slides
- Fazer apresentações orais – postura, voz e conteúdo
- Falar com o público
- Falar com jornalistas

3.3.5. Syllabus:

The Science Communication curricular unit focuses on the tools necessary for clear and effective presentation of scientific subjects, both directed to peers (eg. writing papers or attending scientific meetings) and to lay audiences. This practical module envisages communication as a whole process, training students in the different topics;

- How to read a scientific paper
- Writing different sections of a scientific paper
- Preparing a poster for a scientific meeting
- Making slides
- Presenting their work – posture, voice, content
- Talking to lay public
- Talking to the media

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A ideia por trás deste módulo é de que a comunicação ocupa um papel central na investigação científica e que os estudantes nestas áreas devem dominar diferentes ferramentas de comunicação para benefício do seu próprio trabalho científico. Quer seja falando de ciência com os seus pares para estabelecer colaborações, responder a pedidos de jornalistas ou persuadindo potenciais financiadores, os cientistas devem ser capazes de transmitir as suas ideias de uma forma clara e concisa.

Esta unidade curricular incide sobre as principais formas de comunicação com que os cientistas se deparam e conta com a participação de comunicadores de ciência profissionais. Desta forma, os alunos terão oportunidade não só de aprender com exemplos mas também de treinar e desenvolver as suas competências de comunicação usando o seu próprio trabalho (ou área de investigação) como ponto de partida.

Experiências anteriores mostram como considerar a comunicação para leigos e para pares em conjunto permite uma apreensão mais fácil da necessidade de organizar as ideias para clarificar a linguagem e como este é um bom ponto de partida para qualquer tipo de comunicação.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The idea behind this module is that communication is key to scientific research and that research students should master different communication tools for the benefit of their own scientific work. Whether talking science with their peers to establish collaborations, answering to media requests or convincing potential funders, scientists must be able to convey their thoughts in a clear and concise manner.

This curricular unit focuses on the main communication formats with which scientists are faced throughout their paths and includes the participation of professional science communicators. This way, students have the opportunity not only to learn with examples but also to work with experts on develop their communication skills using their own work as a starting material.

Previous experiences show that considering communication as a whole process and including in the same course communication for lay audiences together with communication directed to peers is positive, in the sense that it makes it easier for students to understand the need for organizing their thoughts to communicate clearly and this is an excellent starting point for any type of presentation.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este módulo de uma semana é maioritariamente composto de tutoriais abertos. Após uma breve apresentação por um comunicador de ciência profissional, os alunos são convidados a escrever ou apresentar diferentes tópicos, trabalhando quer em grupo quer individualmente. Os textos e as apresentações são depois discutidos com toda a turma. O tutor ajuda os alunos a identificar as dificuldades mais comuns e propõe ajustes e melhorias. Todos os alunos terão oportunidade de praticar as apresentações e beneficiarão da discussão das apresentações dos colegas. A avaliação será feita através de exercícios específicos propostos no final do módulo. Nestes exercícios, os alunos são convidados a pôr em prática o que aprenderam, escrevendo três tipos de resumos de um trabalho científico (seu ou de um artigo): um sumário científico dirigido a investigadores (mesmo de outras áreas), um sumário destinado a uma criança de 12 anos, e um sumário em que o conciso é levado ao limite de um post de Twitter.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This one week module is mostly done in an open tutorial format. Following brief presentations by a professional science communicator, students are invited to write or present different topics to the class, both in groups or individually. The texts and presentations are then discussed in the whole group. The tutor helps students identifying common difficulties and proposes improvements. All students will be given the chance to practice their presentations and to benefit from the discussion about the presentation of others.

Assessment will be done through communication exercises proposed to the students at the end of the module. Students are invited to put in practice what they have learned by writing three different types of summaries of a scientific abstract; one directed to other scientists (albeit from other fields), one for a 12-year old child (typically the age aimed at by the general media), and a third where conciseness is taken to the limit of a twitter post (140 characters).

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Para aprender a comunicar é necessário compreender que esta competência se aprende fazendo. Esta unidade curricular propõe-se guiar o aluno pelo processo de comunicação em diferentes situações (escrita de artigos, apresentações orais/posters, comunicação para não especialistas) através da partilha das práticas dos comunicadores de ciência profissionais mas especialmente através da oportunidade dada aos alunos de praticar, e aprender com a prática dos outros, as suas próprias capacidades de comunicação.

Os alunos poderão praticar usando o seu próprio trabalho (ou exemplos da sua área) como ponto de partida, e assim beneficiar directamente da participação neste módulo.

Os exercícios propostos durante o módulo não são avaliados de modo a garantir que os alunos expressam verdadeiramente as suas reais dificuldades e procuram soluções. No final do módulo, os alunos são convidados a pôr em prática o que aprenderam, escrevendo três tipos diferentes de resumos de um trabalho científico.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

To learn how to communicate one must understand that this is a learning-by-doing type of skill. This module proposes to guide students through the communication process in different situations (paper writing, poster/oral presentation, non-specialist communication) by sharing the tips and tricks of professional science communicators but mostly by giving the students the chance to practice, and learn with the practice of others, their own communication skills. Students will be able to practice using their own work (or examples of their research area) as a starting point, thus immediately benefiting from their attendance to this module.

Communication exercises throughout the module are not subject to evaluation to guarantee that students express their real difficulties and look for solutions. At the end of the module students are invited to put in practice what they have learned by writing three different types of summaries of a scientific abstract.

3.3.9. Bibliografia principal:

- Alley, Michael (1996) *The craft of scientific writing*. Springer
- Beveridge, William I.B. (2004) *The Art of Scientific Investigation*. Blackburn Press
- Murphy, Raymond (2005) *English Grammar in Use*. Cambridge University Press
- Olson, Randy (2009) *Don't Be Such a Scientist: Talking Substance in an Age of Style*. Island Press

English version:

- Alley, Michael (1996) *The craft of scientific writing*. Springer
- Beveridge, William I.B. (2004) *The Art of Scientific Investigation*. Blackburn Press
- Murphy, Raymond (2005) *English Grammar in Use*. Cambridge University Press
- Olson, Randy (2009) *Don't Be Such a Scientist: Talking Substance in an Age of Style*. Island Press

Mapa IV - Bioempreendedorismo / Bioentrepreneurship**3.3.1. Unidade curricular:**

Bioempreendedorismo / Bioentrepreneurship

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Filipe Costa Lages

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes (especialistas) serão envolvidos/convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Other speakers (experts) will be involved / invited to give lectures on selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Neste curso pretende-se motivar os estudantes para o empreendedorismo e a necessidade de inovação tecnológica. O curso irá focar-se no método de “aprender a fazer”, que é o principal objectivo das sessões das Equipas de Bioempreendedorismo. Os alunos irão trabalhar em equipa numa dada tecnologia escolhida por eles, e preparar uma estratégia de entrada no mercado para a respectiva empresa Biotecnológica, usando os conceitos e ferramentas aprendidas na aulas teóricas.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. The course will focus on the “learning by doing” process. This will be the main goal of the Bioentrepreneurship Teams work project sessions. In teams, students will work with a chosen technology and prepare a go-to-market strategy for a Biotechnology using the concepts and tools learned in the theoretical sessions.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Equipas de Bioempreendedorismo e apresentações de tecnologias
Desenvolvimento de novos produtos
Propriedade intelectual e estratégia de licenciamento
Inovação de valor e criação de mercados
Prospecção de mercados, coleção de dados e seleção de mercados
O triângulo estratégico: segmentação, identificação de alvos e posicionamento
O plano de negócios e projeções financeiras
Apresentações finais de projectos*

3.3.5. Syllabus:

*Bioentrepreneurship teams and technology presentations
New product development
IP/Licensing strategy
Value innovation and market creation
Market scanning, data collection, and market selection
The strategic triangle: segmentation, targeting and positioning
The business plan and financial projections
Final project presentations*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Este curso foi desenhado para dar conceitos críticos de negócios e empreendedorismo a alunos de Ciências Biomoleculares. Assim, não é necessário um treino prévio nestas áreas. Foi desenhado para promover e desenvolver conhecimentos e competências de empreendedorismo em participantes altamente qualificados. Assim, embora seja um curso sobre fundamentos de negócios, tem um forte ênfase no desenvolvimento das capacidades dos alunos, e em especial naquelas necessárias ao desenvolvimento de empresas na sua área de interesse.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

This course has been designed to bring critical entrepreneurial and business concepts to the students of Molecular Biosciences. As such, no previous formal education on business is required. It was designed to foster and develop entrepreneurial skills and knowledge among exceptionally qualified participants. Thus, although this is a course about business foundations it has a strong emphasis on the development of students’ abilities and skills, especially on these more directly related with the forming of corporate and social ventures in their fields of interest.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Tarefa 1 (individual): Sumário de um Plano de Marketing
Os estudantes têm de apresentar um sumário de 10 pags sobre os vários passos de um plano de marketing.*

*Tarefa 2 (em equipas): Video YouTube
Preparação de um video YouTube de 2 mins sobre o produto/oportunidade de mercado. Qual serão os argumentos para apresentar a peritos, potenciais clientes, utilizadores e concorrentes? Os estudantes têm de tornar clara a aplicação biotecnológica e a avaliação de mercado para um potencial investidor, incluindo uma marca, um slogan e a equipa no video.*

*Projecto final e apresentação (em equipa)
Apresentações “de elevador” (elevator pitch) (power point e video) para uma audiência de potenciais investidores com as necessidades de mercado da aplicação tecnológica, propriedade intelectual, avaliação de mercado e estratégia, modelo de negócio, principais passos e projeções financeiras básicas. A apresentação final terá de ser defendida perante os colegas.*

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Assignment 1 (individual): Summary of a Marketing Plan

Students are expected to present a 10-page summary of the steps of a marketing plan.

Assignment 2 (in teams): You Tube Video.

Preparation of a 2 min. “You Tube” video with the product/market opportunity. What will be the pitch to approach experts, potential customers, users and competitors? Students are expected to make clear the biotechnology application and the market evaluation to a potential investor. Include a brand, slogan and the team in the video.

Final Project and Presentation (in teams)

Elevator-Pitch presentations (power point and video) with the market need of your technology application, IP, market evaluation and strategy, business model, major steps and basic financial projections to an audience of potential investors. The final presentation will need to be defended in front of colleagues.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Espera-se que a mistura de ferramentas básicas de negócio e empreendedorismo – indo do mercado até ao financiamento- com diferentes áreas das Biociências moleculares irá contribuir para uma fertilização cruzada entre os participantes. Para dar aos alunos uma perspectiva diferente, o curso terminará com uma sessão de competição de empreendedorismo “venture capital”. Será usada uma perspectiva “hands-on” com um ênfase claro no desenvolvimento de um plano de negócios e um “elevator pitch” para atrair potenciais investidores. Os estudantes terão de , em grupos, formar uma pequena empresa e fazer o marketing e vender um produto ou serviço.

O plano de negócios e o “elevator pitch”

Cada grupo preparará um plano de negócios. Os membros do grupo têm de apresentar os argumentos do negócio em que devem pôr-se na posição de um gestor de topo que quer convencer um grupo de investidores que as ideias que apoiam o projecto são extraordinárias e devem ser financiadas por eles. Para isto devem ter em conta 3 critérios principais: Equipa, Mercado e Produto.

Each group will prepare a business plan. The members of each group should make a pitch where they are expected to put themselves in the shoes of a top manager who wants to convince a group of investors that the ideas supporting their project are outstanding and should be financed by them. Students should have in mind that on both the business plan and the final elevator pitch the three main key criteria to be taken into account are: Team, Market and Product.

Equipa: A qualidade da equipa, dinamismo, potencial, envolvimento, experiência prévia e/ou conhecimento da indústria/mercado onde os participantes pretendem entrar.

Mercado- As dimensões do mercado alvo (local, nacional, europeu, global?) que o produto tem possibilidade de alcançar, tendo em conta as limitações do projecto, como a existência de produtos alternativos, barreiras ao comércio, etc

Produto- As propriedades inovadoras de uma solução, tecnologia e aproximação dos mercados sugeridos.

Capacidade de criar uma vantagem competitiva e sustentável. Capacidade de proteger a propriedade intelectual.

Dificuldade de cópia do produto pela competição, etc.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The mixing of broad entrepreneurial and business tools – spreading from marketing to finance – with different fields of Molecular Biosciences is expected to contribute to a cross fertilisation between participants. To provide students with a different perspective, the course will close with a session a “venture capital” entrepreneurship competition. Hands-on approach will be motivated with a clear emphasis on the development of a business plan and development of an elevator pitch to attract potential investors. Students will be required to – in groups – form a small venture and do actually market and sell a product or service.

The business plan and the elevator pitch

Each group will prepare a business plan. The members of each group should make a pitch where they are expected to put themselves in the shoes of a top manager who wants to convince a group of investors that the ideas supporting their project are outstanding and should be financed by them. Students should have in mind that on both the business plan and the final elevator pitch the three main key criteria to be taken into account are: Team, Market and Product.

Team- The quality of the team, dynamism, potential, commitment, previous experience and/or knowledge of the industry/market that the participants wish to enter.

Market- The dimensions of the targeted market (local, national, European, Global?) that the product has the possibility to reach while taking into account the limitations of the proposed project, such as the existence of alternative products, trade barriers etc.

Product- The innovative property of a solution, technology and approach to the suggested markets. The capacity to create a sustainable and competitive advantage. Capacity to protect the intellectual property. Difficulty for competition to copy the product, etc.

3.3.9. Bibliografia principal:

R.C. Dorf & T.H. Byers, “Technology Ventures: From Idea to Enterprise”, 2nd ed., McGraw-Hill Int’l Ed., 2007.

R.D. Hisrich, M.P. Peters & D.A. Shepherd, “Entrepreneurship”, 7th ed., McGraw--Hill Int’l Ed., 2007

Mapa IV - Fundamentos de bioengenharia / Fundamentals of bioengineering

3.3.1. Unidade curricular:

Fundamentos de bioengenharia / Fundamentals of bioengineering

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Manuel Carrondo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos seleccionados

Industrial and academic experts will be invited to speak about selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular dará uma introdução aos princípios de desenho e análise de processos biofarmaceuticos. O principal objectivo será a aquisição pelos alunos de conhecimentos básicos de engenharia de processos “upstream” e “downstream”, sendo abrangidos requisitos específicos de determinados produtos e uma visão geral sobre tendências emergentes na indústria biofarmacêutica.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This Curricular Unit will provide an introduction to the important principles that are used in the design and analysis of biopharmaceutical processes. The major objective for students is the attainment of core knowledge in both upstream and downstream engineering aspects of bioprocesses, specific requirements of different products and awareness of emerging trends in the biopharmaceutical industry.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Na primeira parte, Produção Biofarmacêutica, serão abrangidos os fundamentos de desenvolvimento e desenho de processos de bioreação para diferentes sistemas biológicos incluindo cinética, transporte e escalonamento. A segunda parte, Purificação de Biofarmacêuticos Complexos, focará aspetos de operação de unidades, desenho e economia de processos de “downstream” de produtos complexos, o impacto de diferentes sistemas biológicos nas estratégias de purificação, bem como uma visão geral de abordagens clássicas e de ponta utilizadas na indústria biofarmacêutica. Os principais tópicos serão:

Parte I – Produção Biofarmacêutica

- *Tópicos fundamentais de bioreação*

Parte II – Purificação de Biofarmacêuticos Complexos

- *Operação de unidades e desenho de processos para diferentes produtos complexos*
- *Processos de purificação usados na indústria biofarmacêutica*
- *Impacto do sistema biológico em processos “downstream”*
- *Economia de processos “downstream”; abordagens de ponta*

3.3.5. Syllabus:

The first part, Biopharmaceutical Production, will cover fundamental topics in development and design of bioreaction for different biological systems including kinetics, transfer and scaling up-or down. The second part, Purification of Complex Biopharmaceuticals, will focus on aspects of unit operation, design principles and economics of downstream processes for complex products, the impact of different biological systems on purification strategies and an overview of classical and cutting edge approaches entering the biopharmaceutical industry.

The main topics covered will be:

Part I - Biopharmaceutical Production

- *Fundamentals in bioreaction*

Part II - Purification of Complex Biopharmaceuticals

- *Unit operation and design principles for different bioproducts*
- *Purification processes used in the biopharmaceutical industry*
- *Impact of host cell/expression system on downstream processing*
- *Economics of downstream processing; cutting-edge strategies*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram seleccionados com base nos objectivos da mesma, abrangendo os conceitos essenciais das áreas de desenvolvimento e desenho de bioprocessos, incluindo as componentes de “upstream” e “downstream”. Estes conteúdos são comparáveis aos lecionados em cursos Europeus e Americanos equivalentes, fornecendo aos alunos os fundamentos necessários para a sua competitividade internacional.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit were based on the objectives and competences to be acquired by the students, covering the essential concepts of the areas of bioprocess development and design, including upstream and downstream components. The selected contents are comparable to those taught in equivalent courses in other European and American Universities, providing the students the necessary foundation for their international competitiveness.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino consistem em aulas teóricas e teórico práticas. Nas aulas teóricas serão lecionados os conceitos do plano curricular e respetivos exemplos práticos. Nas aulas teórico práticas, os estudantes terão a oportunidade de aplicar estes conhecimentos na análise e discussão de artigos de investigação provenientes de jornais de circulação internacional.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies of this curricular unit consist of lectures and theoretical-practical classes. In the lectures, the theoretical concepts are taught and some practical examples are presented. In theoretical-practical classes, students apply the theoretical concepts by analyzing and discussing papers in peer reviewed high impact journals.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A combinação de aulas teórico práticas com as aulas teóricas visa proporcionar aos alunos um estímulo ao pensamento independente e crítico na análise de artigos de investigação relevantes a nível internacional. O procedimento de avaliação terá lugar no final da unidade curricular e consiste num exercício escrito sobre um tema escolhido pelo aluno de entre uma lista providenciada pelo professor.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The combination of theoretical-practical classes with theoretical lectures aims at stimulating independent and critical thought in the analysis of research papers of international relevance. The evaluation procedure will take place at the end of the CU and consists of a short essay on a given topic, chosen by the student from a list of topics timely provided.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Shuler ML, Kargi F. Bioprocess Engineering: basic concepts. 2nd Edition Prentice Hall, 2002.
Cell culture technology for pharmaceutical and cell-based therapies, Ozturk, S.S., Hu, W.-S. (eds) (2005) Taylor and Francis, Boca Raton, USA.*

Mapa IV - Estratégias de desenvolvimento de biofármacos / Technologies for Biopharmaceutical Development**3.3.1. Unidade curricular:**

Estratégias de desenvolvimento de biofármacos / Technologies for Biopharmaceutical Development

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Paula Marques Alves

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Industrial and Academic experts will be invited to give seminars on selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular dotará os alunos de conhecimentos e competências em tecnologias e processos essenciais ao desenvolvimento de biofármacos. O principal objectivo é familiarizar os alunos com o conceito de biofármaco, com um foco especial em proteínas recombinantes e vacinas. Os objetivos específicos são a aquisição de conhecimentos em: 1) plataformas de expressão disponíveis para produção de biofármacos complexos, com ênfase na tecnologia de células animais; 2) sistemas de cultura inovadores e novas ferramentas de purificação; 3) metodologias analíticas para caracterização de biofármacos complexos; 4) exploração comercial das áreas da tecnologia de células animais e a sua contextualização no mercado das biotecnologias.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit will provide the students specific know-how, skill and competence in technologies and processes specifically pertaining to biopharmaceutical development. The main objective is to provide the student an overview on biopharmaceutics with a focus on recombinant bio-therapeutics and vaccines. Specific objectives are to gain knowledge on: 1) expression platforms available for complex biopharmaceutics production, with special emphasis on Animal Cell Technology and cell line development; 2)

Innovative cell culture systems and purification tools; 3) Characterization tools for biopharmaceuticals; 4) Commercial exploitation of the areas of animal technology and its contextualization in the biotechnology market.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- *Biofármacos: proteínas recombinantes (ex. anticorpos monoclonais), partículas semelhantes a vírus (VLPs), ácidos nucleicos e vetores virais.*
- *Plataformas para expressão de proteínas (bactérias, leveduras, células vegetais, células animais).*
- *Princípios básicos em Cultura de Células Animais: culturas primárias e linhas celulares imortalizadas, estratégias de cultura.*
- *Desenvolvimento de linhas celulares produtoras (integração aleatória vs. direcionada)*
- *Integração de conceitos básicos de Biologia e fisiologia celular no desenvolvimento de bioprocessos; formulação de meios para cultura celular.*
- *Ferramentas para desenvolvimento de processos “upstream” e “downstream”: novos tipos de biorreatores, plataformas “single use”.*
- *Métodos analíticos para caracterização de biofármacos; controle de qualidade.*
- *Formulação de biofármacos: estabilidade e adjuvantes*
- *Tecnologia de células animais e a sua contextualização no mercado das biotecnologias; necessidades dos mercados emergentes.*

3.3.5. Syllabus:

- *Biopharmaceutical products: focus on recombinant proteins (eg monoclonal antibodies), Virus-like particles (VLPs's), nucleic acids and viral vectors*
- *Expression platforms (bacteria, yeast, plant, animal)*
- *Principles of animal cell culture: primary cultures and immortalized cell lines; cell culture strategies (adherent vs. suspension).*
- *Methods for cell line development (random vs. targeted gene integration).*
- *Cell biology and physiology considerations for process development; medium design for cell culture.*
- *Advanced tools for upstream and downstream process development: bioreactor configurations, membrane technology, and single use platforms.*
- *Introduction to Good Manufacturing Practices (GMP).*
- *Characterization tools for biopharmaceuticals: quality control, bioactivity assessment.*
- *Final formulation: stability and adjuvants*
- *Commercial exploitation of animal cell technology and its contextualization on the biotechnology market; future markets: needs of the developing world*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram selecionados com base nos objetivos da mesma, abrangendo os conceitos relevantes na área de desenvolvimento do biofármacos complexos, fornecendo aos alunos conhecimentos necessários para compreender os requisitos e especificações associados ao desenvolvimento dos vários tipos de biofármacos recombinantes.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit were based on the objectives and competences to be acquired by the students, covering relevant concepts in the area of recombinant biopharmaceutical development and providing the students knowledge necessary to understand the critical requirements and needs in development of specific recombinant biopharmaceuticals.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular incluirá aulas teóricas, seminários e aulas teórico-práticas. Nas aulas teóricas serão lecionados os conceitos fundamentais; os seminários serão ministrados por oradores convidados (provenientes da indústria farmacêutica internacional), que apresentarão casos de estudo ilustrativos; nas teórico-práticas os estudantes terão a oportunidade de aplicar e sedimentar os conhecimentos adquiridos com a apresentação e discussão de artigos de investigação publicados em jornais de circulação internacional. Os artigos serão escolhidos pelos estudantes de uma lista fornecida atempadamente pelo coordenador da unidade.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit includes lectures, seminars and tutorial sessions. In the lectures the theoretical concepts will be taught, in the seminars, guest speakers from the international biopharmaceutical industry will present illustrative case studies and in the tutorials recent research papers published in top journals in the area will be presented and discussed.

Evaluation will be based on the presentation and discussion of research papers in the tutorial sessions. Papers will be chosen by the students from a list timely supplied by the Curricular Unit coordinator.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A combinação de aulas teóricas, seminários e aulas teórico-práticas será complementar no sentido de uma aprendizagem integrativa e aplicada. Esta metodologia visa proporcionar uma visão abrangente da área a nível internacional, tanto na vertente académica como industrial, bem como estimular o pensamento independente e crítico. A apresentação e discussão dos artigos científicos nas aulas teórico-práticas serão precedidas da entrega de um

resumo de 3000 caracteres, com o intuito de ajudar os alunos a consolidar as ideias principais, a perspetivar o debate e a explorar pontos de discussão.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The combination of lectures, seminars and tutorials will be complementary towards an integrative and applied learning. This methodology will allow students to acquire and apply knowledge in the field of Biopharmaceutical Development. The presentation and discussion of scientific papers in the tutorials will be preceded by the delivery of a 3000 character summary that will help students to consolidate the main ideas, to focus the debate and to explore additional topics for discussion.

3.3.9. Bibliografia principal:

"Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique and Specialized Applications (6th Edition)", R. Ian Freshney (Ed), Wiley-Blackwell (Pub), 2010
Animal Cell Technology: From Biopharmaceuticals to Gene Therapy, Castilho, Morais, Augusto e Butler (Ed), Taylor and Francis Group (Pub), 2007
Recent research and review papers published in high impact peer-review journals such as Nature Biotechnology, Trends in Biotechnology, Biotechnology and Bioengineering, Journal of Biotechnology.

Mapa IV - ATMPs - Produtos medicinais de terapia avançada/Advanced therapy medicinal products (ATMPs)

3.3.1. Unidade curricular:

ATMPs - Produtos medicinais de terapia avançada/Advanced therapy medicinal products (ATMPs)

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Margarida de Carvalho Negrão Serra

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Sofia de Sousa Valente Coroadinha

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Ana Sofia de Sousa Valente Coroadinha

Industrial and academia experts will be invited to speak about selected lectures and/or specific case studies

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular proporciona uma visão global sobre os produtos medicinais de terapia avançada (ATMPs), focando desde os princípios básicos das ciências biomédicas às novas tecnologias e aplicações da Terapia Génica e Celular. Para o efeito serão introduzidos conceitos de biologia e bioengenharia de células estaminais, bem como noções de desenvolvimento e fabrico de biomateriais para aplicação nas áreas da Engenharia de Tecidos e da Medicina Regenerativa. Serão também estudados em detalhe alguns ensaios clínicos e aspetos ligados à legislação, regulamentos e normas em vigor para o desenvolvimento e aplicação dos ATMPs.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This Curricular Unit provides an in-depth education in the cutting edge and rapidly developing field of Advance Therapy Medicinal Products (ATMP). It covers all aspects of this subject, including the basics in biomedical science, current and developing technologies and applications of Gene and Cell Therapies. This unit also aims to introduce the principles and applications of stem cells and biomaterials science, engineering and biology related to Tissue Engineering and Regenerative Medicine and provide a general overview of the legal and ethical restrictions placed by the regulatory agencies for the development, production and delivery of novel ATMPs.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Definição de ATMPs

Terapia Génica

•Terapia Génica: conceitos básicos

•Princípios básicos e desafios na produção e transferência de material genético

•Sistemas de transferência de genes: vantagens e desvantagens

•Doenças alvo e ensaios clínicos.

Células Estaminais e Terapia Celular

•Células estaminais: origem, tipo e caracterização

•Princípios básicos e desafios da Terapia Celular: terapias autólogas e alogénicas

•Bioengenharia de células estaminais

•Estratégias inovadoras para isolamento, expansão, diferenciação purificação e criopreservação de células estaminais

•Casos de estudo e ensaios clínicos

Biomateriais e Engenharia de Tecidos

•Tipos de materiais para aplicação em biomedicina

- *Desenvolvimento de biomateriais para aplicação em Engenharia de Tecidos*
- *Tipos de biomateriais para promover libertação controlada de compostos bioativos*
- Procedimentos regulatórios e desafios éticos associados aos ATMPs*
- *Diretrizes impostas pelas agências reguladoras*
- *Casos de estudo: ATMPs aprovados*

3.3.5. Syllabus:

Definition of ATMPs

Gene therapy

- *Gene therapy: the concept*
- *Principles and challenges in manufacturing and delivery of gene therapy products*
- *Gene delivery systems: advantages and disadvantages*
- *Target diseases and clinical trials*

Stem Cells and Cell Therapy

- *Stem cell types, sources and characterization*
- *Principles and challenges of cell therapies: autologous versus allogeneic*
- *Stem Cell Bioprocessing*
- *Innovative approaches for stem cell isolation, expansion, differentiation, purification and cryopreservation*
- *Case studies and clinical trials*

Biomaterials and Tissue Engineering

- *Materials for biomedical applications*
- *Tailoring biomaterials and scaffolds for tissue engineering*
- *Design of smart biomaterials and carriers for the controlled release of bioactive agents*

Regulatory Procedures and Ethical Challenges of ATMPs

- *EMA and FDA regulatory guidelines for development of ATMP*
- *Case studies of approved ATMPs*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram selecionados com base nos objetivos da mesma, abrangendo os conceitos essenciais das áreas de terapia génica e celular, biologia e bioengenharia de células estaminais, biomateriais e engenharia de tecidos. Estes conteúdos são comparáveis aos lecionados em cursos Europeus e Americanos equivalentes, fornecendo aos alunos os fundamentos necessários para a sua competitividade internacional.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit were based on the objectives and competences to be acquired by the students, covering the essential concepts of the areas of Gene and Cell Therapy, Stem Cells Biology and Bioprocessing, Biomaterials and Tissue Engineering. The selected contents are comparable to those taught in equivalent courses in other European and American Universities, providing the students the necessary foundation for their international competitiveness.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino consistem em aulas teóricas, seminários e aulas teórico-práticas. Nas aulas teóricas serão lecionados os conceitos fundamentais do plano curricular; os seminários serão ministrados por oradores convidados (provenientes da indústria farmacêutica internacional e SMEs), que apresentarão casos de estudo ilustrativos; nas teórico-práticas os estudantes terão a oportunidade de aplicar e sedimentar os conhecimentos adquiridos com a apresentação e discussão de ensaios clínicos e de artigos de investigação publicados em jornais de circulação internacional. Nas aulas teórico-práticas os alunos serão divididos em grupos, compostos por 2-4 elementos, para promover discussão e debate entre colegas.

O processo de avaliação terá lugar no final da unidade curricular e consistirá numa apresentação oral de um ensaio clínico, escolhido pelo aluno de entre uma lista providenciada pelo docente.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit includes theoretical and tutorial classes. In the theoretical classes subjects are presented and in the tutorial sessions case studies are discussed (analysis of scientific papers and ongoing clinical trials). In tutorial classes, students will be divided in groups composed by 2-4 persons to motivate debate between colleagues.

The evaluation procedure will be performed at the end of the curricular unit and includes a short presentation of a given clinical trial followed by discussion, chosen by each group from a list of themes timely provided.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A combinação de aulas teóricas e tutoriais será complementar no sentido de uma aprendizagem integrativa e aplicada na área dos ATMPs. Esta metodologia visa proporcionar uma visão abrangente da área a nível internacional, tanto na vertente académica como clínica, bem como estimular o pensamento independente e crítico. A apresentação e discussão de ensaios clínicos e casos de estudo nos tutoriais ajudará os alunos a consolidar as ideias principais e a perspetivar o debate.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The combination between lectures and tutorials will allow students to acquire and apply knowledge in the field of ATMP. The lectures and tutorial sessions complement each other in order to provide an integrated learning. The presentation and discussion of ongoing clinical trials in the tutorials will allow the consolidation of knowledge.

3.3.9. Bibliografia principal:

- *“Gene and Cell Therapy”, Nancy Smyth Templeton, CRC Press, 3rd Edition, 2009.*
- *“Tissue Engineering”, Palsson B.O. and Bhatia S.N., Pearson Prentice Hall Bioengineering, 2004.*
- *“Handbook of Stem Cells”, Lanza R. et al., Elsevier Academic Press, 2004.*
- *“Stem Cell: Scientific Progress and Future Research Directions” (can be downloaded at <http://stemcells.nih.gov/info/2001report/2001report>)*
- *“Regenerative Medicine 2006” (can be downloaded at <http://stemcells.nih.gov/info/scireport/2006report.htm>)*
- *Recent research and review papers published in high impact peer-review journals (Nature Biotechnology, Trends in Biotechnology, Biotechnology and Bioengineering, Tissue Engineering, Journal of Biotechnology, Gene Therapy, Stem Cells, Cell Stem Cell, etc).*

Mapa IV - Análise de bioprocessos / Bioprocess Data Analysis

3.3.1. Unidade curricular:

Análise de bioprocessos / Bioprocess Data Analysis

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Teixeira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Industrial and academic experts will be invited to speak about selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Os objetivos desta unidade curricular são:

- *Fornecer os conhecimentos suficientes sobre monitorização e controlo de processos na indústria biofarmacêutica, incluindo instrumentação e métodos teóricos;*
- *Introduzir aspetos fundamentais de espectroscopia, processamento de sinal e análise estatística multivariada. Em particular, focar a análise de dados espectrais para construção de modelos de calibração robustos usando técnicas de processamento de sinal apropriadas;*
- *Familiarizar o aluno com os conceitos de “Process Analytical Technology” (PAT) e “Quality by Design” (QbD), avaliando o seu propósito e âmbito na indústria biofarmacêutica;*
- *Demonstrar como ferramentas de Biologia de Sistemas podem se usadas para melhorar o rendimento de bioprocessos, em particular focando a aplicação de tecnologias “ómicas”, a sua contextualização em modelos celulares e o desenho de estratégias de engenharia metabólica.*

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The aims this Curricular Unit are to:

- *Provide the student with sufficient knowledge to understand how processes are monitored and controlled in the biopharmaceutical industry, including instrumentation and theoretical methods;*
- *Provide students with an understanding of spectroscopy and the fundamental aspects of signal processing and multivariate statistical analysis. In particular, how to analyze spectral data and build robust calibration models using appropriate signal processing tools;*
- *Convey understanding of the purpose and scope of Process Analytical Technology (PAT) and Quality by Design (QbD) initiatives in the biopharmaceutical Industry;*
- *Demonstrate how systems biology tools can be used to improve bioprocess yields, in particular the applications of “omics” technologies, its contextualization in cellular models and the design of metabolic engineering strategies.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Serão abrangidos conceitos e aplicações de monitorização e controlo de processos, detalhando as variáveis de medição, instrumentação e métodos teóricos envolvidos. Em particular, serão abordadas técnicas de recolha de dados em larga escala, bem como do seu processamento. A 2ª parte focará aspetos de otimização racional de bioprocessos, onde será dado ênfase a ferramentas de Biologia de Sistemas, incluindo a recolha e contextualização de dados celulares em modelos matemáticos.

Caracterização e controlo de bioprocessos

- *Sensores de parâmetros físico-químicos, componentes do meio e propriedades celulares*
- *Controlo de parâmetros físico-químicos e componentes do meio*
- *Recolha de dados e processamento em larga escala*

Métodos espectroscópicos

Análise estatística multivariada

- *Conceitos PAT e QbD*

Optimização racional de bioprocessos

- O paradigma da Biotecnologia de Sistemas
- Recolha de dados celulares usando técnicas “ômicas”
- Modelação de fenótipos de crescimento e produção
- Engenharia metabólica

3.3.5. Syllabus:

The first part will cover concepts and applications of process measurement and control, detailing the target variables, instrumentation and theoretical methods involved. In particular, tools for large-scale process data collection and mining will be addressed. The second part will focus on rational bioprocess optimization. Emphasis will be given to systems biology tools used to improve bioprocess yields, including cellular data generation and contextualization in mathematical models.

Bioprocess characterization and control

- Sensors for physicochemical parameters, medium and cell properties
- Control of physicochemical parameters and medium components
- Large-scale data collection and mining

Spectroscopic methods (Fluorescence, NIR, MIR, Raman)**Multivariate Statistical Analysis (PCA, PLS, ANN)**

- PAT and QbD initiatives

Rational process optimization

- The Systems Biotechnology Paradigm
- Generation of cellular data: the “omics”
- Modeling growth and productive phenotypes
- Metabolic Engineering

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram selecionados com base nos objetivos da mesma, abrangendo os conceitos essenciais das áreas de caracterização, controlo e otimização de bioprocessos. Estes conteúdos são comparáveis aos lecionados em cursos Europeus e Americanos equivalentes, fornecendo aos alunos os fundamentos necessários para a sua competitividade internacional.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit were based on the objectives and competences to be acquired by the students, covering the essential concepts of the areas of bioprocess characterization, control and rational optimization. The selected contents are comparable to those taught in equivalent courses in other European and American Universities, providing the students the necessary foundation for their international competitiveness.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino consistem em aulas teóricas e teórico práticas. Nas aulas teóricas serão lecionados os conceitos do plano curricular e respetivos exemplos práticos. Nas aulas teórico práticas, os estudantes terão a oportunidade de aplicar estes conhecimentos na análise e discussão de artigos de investigação provenientes de jornais de circulação internacional.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies of this curricular unit consist of lectures and theoretical-practical classes. In the lectures, the theoretical concepts are taught and some practical examples are presented. In theoretical-practical classes, students apply the theoretical concepts by analyzing and discussing papers in peer reviewed high impact journals.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A combinação de aulas teórico práticas com as aulas teóricas visa proporcionar aos alunos um estímulo ao pensamento independente e crítico na análise de artigos de investigação relevantes a nível internacional. Serão focados artigos que tiveram um impacto conceptual significativo em ambas as partes abrangidas. O procedimento de avaliação terá lugar no final da unidade curricular e consiste num exercício escrito sobre um tema escolhido pelo aluno de entre uma lista providenciada pelo professor.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The combination of theoretical-practical classes with theoretical lectures aims at stimulating independent and critical thought in the analysis of research papers of international relevance. It will focus on papers that made significant conceptual contributions to both parts of the course description. The evaluation procedure will take place at the end of the CU and consists of a short essay on a given topic, chosen by the student from a list of topics timely provided.

3.3.9. Bibliografia principal:

Não serão necessários livros de texto para esta unidade curricular. O material de suporte consistirá em artigos científicos de investigação e de revisão. Os primeiros terão o papel de facilitar discussões críticas sobre métodos e abordagens relevantes nas aulas teórico práticas. Os segundos serão incorporados nas aulas teóricas pelo professor para fornecer aos alunos os fundamentos dos tópicos lecionados.

No textbooks are required for this Curricular Unit. The course material is composed of recent research and review

papers in theoretical-practical classes. The research papers will be used to facilitate in-depth discussions about cutting-edge methods and approaches. The review papers are intended to provide an overview about each topic and will be incorporated into the lectures by the teacher.

Mapa IV - Tools for Discovery and Preclinical Research/ver nome da UC em português no ponto 3.3.3

3.3.1. Unidade curricular:

Tools for Discovery and Preclinical Research/ver nome da UC em português no ponto 3.3.3

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Catarina Maurício Brito Ataíde Montes

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Lúcia Freitas de Mesquita Barbas Sant'Ana de Miranda

Serão convidados especialistas nas áreas industriais e académicas para dar seminários sobre temas seleccionados

Ana Lúcia Freitas de Mesquita Barbas Sant'Ana de Miranda

Industrial and Academic experts will be invited to give seminars on selected topics

Ponto 3.3.1 - Nome da unidade curricular em português: Ferramentas para descoberta de biofármacos e investigação pré-clínica

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo principal desta unidade curricular é fornecer ao aluno conhecimento sobre a grande variedade de ferramentas e tecnologias utilizadas nas etapas de descoberta e desenvolvimento pré-clínico de biofármacos, desde a fase de design, à validação dos alvos terapêuticos e avaliação pré-clínica.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objective of this curricular unit is to provide the student knowledge on the wide variety of tools and technologies available for Discovery and Preclinical stages of drug discovery, from biopharmaceutical design to validation and preclinical evaluation phases.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- Novas tecnologias aplicadas na descoberta e design de biofármacos: plataformas in silico e de ultra high-throughput, tecnologia de display in vitro (como por exemplo display de fagos, ribossomas e mRNA), tecnologia de RNA de interferência, etc.

- Etapas de desenvolvimento pré-clínico: farmacodinâmica, farmacocinética, ADME (absorção, distribuição, metabolismo e excreção) e avaliação toxicológica.

- Desenvolvimento pré-clínico em modelos in vivo: modelos animais geneticamente modificados, modelos animais humanizados.

- Modelos in vitro: dos ensaios bioquímicos com proteínas purificadas aos modelos celulares complexos e sistemas multi-orgão.

3.3.5. Syllabus:

- Novel technologies in Biopharmaceutical Discovery & Design: in silico and ultrahigh-throughput platforms; in vitro display technology, such as phage, ribosome and mRNA display; RNA interference technology, etc.

- Stages of preclinical development: pharmacodynamics, pharmacokinetics, ADME (absorption, distribution, metabolism, and excretion) and toxicological evaluation.

- In vivo models in Preclinical Development: genetic engineered animal models, humanized animal models.

- In vitro models, from cell-free protein assays to cell-based assays, complex cell models and multi-organ systems.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo desta unidade curricular foi criado com base nos objetivos e competências que deverão ser adquiridos pelos alunos, a fim de permitir a sua familiarização com uma variedade de ferramentas e metodologias com aplicação em várias fases do processo de descoberta de biofármacos. Os conteúdos seleccionados incluirão o estado de arte das metodologias, de acordo com as tendências da indústria farmacêutica, fornecendo aos alunos uma visão geral do conjunto de ferramentas disponível e contribuindo para estimular um raciocínio crítico sobre a sua utilização e adequação a situações concretas.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit were based on the objectives and competences to be acquired by the students, in order to allow them to get acquainted with a variety of tools and methodologies with application in several stages of drug discovery. The selected contents will include state of the art methodologies, according to the trends in the

pharma industry, providing the students an overview of the available toolbox and stimulating critical thinking on its use.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular inclui aulas teóricas, seminários e aulas teórico-práticas. Nas aulas teóricas serão ensinados os conceitos basilares, complementados pela apresentação nos seminários de casos de estudo ilustrativos (por oradores convidados). Nos tutoriais serão apresentados trabalhos de investigação com foco na descoberta de biofármacos e investigação pré-clínica e os alunos terão que elaborar sobre a adequação das metodologias aplicadas e possíveis alternativas. A avaliação será baseada nas discussões durante os tutoriais e numa pequena dissertação individual em formato escrito sobre os temas discutidos.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit includes lectures, seminars and tutorials. In the lectures the theoretical concepts will be taught, complemented by illustrative case studies presented in seminars by guest speakers. In the tutorials, research papers focusing on drug discovery and pre-clinical research will be presented and students will be asked to elaborate on alternative methodologies to be applied. Evaluation will be based on the discussions during the tutorials and a subsequent short individual written dissertation on the topics discussed.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teóricas, seminários e aulas teórico-práticas serão complementares no sentido de uma aprendizagem aplicada. Esta metodologia permitirá a aquisição conhecimentos específicos sobre ferramentas para descoberta de biofármacos e investigação pré-clínica e a aplicação desses conhecimentos em casos de estudos específicos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The combination of lectures, seminars and tutorials will be complementary towards applied learning. This methodology will allow students to acquire specific knowledge on tools for Discovery and Preclinical Research and to apply that knowledge in specific case studies.

3.3.9. Bibliografia principal:

- *"New Technologies for Toxicity Testing", Edited by M. Balls, R. D. Combes and N. Bhogal, Advances in Experimental Medicine and Biology Series, Volume 745, Springer Science, 2012*
- *"Pharmaceutical biotechnology: drug discovery and clinical applications" Edited by O. Hayser, H. Varzecha, Wiley-VCH, 2012*
- *"Drug Testing In Vitro: Breakthroughs and Trends in Cell Culture Technology", Edited by U. Marx and V. Sandig, Wiley-VCH, 2006*
- *Recent research and review papers of relevance, published in high impact peer-review journals.*

Mapa IV - Máquinas Moleculares da Vida / Molecular Machines of Life

3.3.1. Unidade curricular:

Máquinas Moleculares da Vida / Molecular Machines of Life

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Manuela Alexandra de Abreu Serra Marques Pereira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Especialistas em diferentes áreas do tema, seleccionados das instituições organizadoras ou de outras instituições científicas Portuguesas.

Several specialists on different subjects, from the organizing institutions and from other institutions in Portugal.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta Unidade Curricular tem por objectivo fornecer ao estudante um conhecimento aprofundado sobre máquinas moleculares e respectivas funções. Especificamente, pretende-se que o aluno,

- 1- Compreenda o conceito de máquina molecular.*
- 2- Saiba que as máquinas moleculares são constituídas por biomoléculas.*
- 3- Reconheça as diferentes funções das máquinas moleculares.*
- 4- Integre as funções das máquinas moleculares no metabolismo e processos celulares.*
- 5- Reconheça diferentes metodologias para investigar estrutural e funcionamento máquinas moleculares.*

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This unit aims at providing the student with a deep knowledge of molecular machines and respective functions. Specifically it is aimed to,

- 1- Understand the concept of molecular machines.*

- 2- Know that molecular machines are constituted by biomolecules.
- 3- Recognize different functions of molecular machines.
- 4- Integrate the functions of molecular machines in metabolism and cellular processes.
- 5- Recognize different methodologies to structurally and functionally investigate molecular machines.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1-Introdução ao conceito de máquinas moleculares como estruturas organizadas que efectuam processos físico-químicos essenciais à vida. Integração das diferentes máquinas moleculares e respectivas funções no metabolismo e processos celulares.
- 2-Máquinas de construção e processamento. Exemplos: Polimerases, Ribossoma, Proteasoma, Sintetase aminoacil-tRNA, Spliciosome, Condensin, T4 DNA packing motor, Helicase/Topoisomerase, Mitotic Spindle
- 3-Máquinas de transporte de carga/deslocação. Exemplos: Kinesin, Miosina, Dynein.
- 4-Máquinas de transporte de carga através de membranas. Exemplos: Sistemas TIM/TOM, ClpX, Sistemas Sec e TAT, Sistemas secretorios, Injectosoma
- 5-Máquinas de mobilidade celular. Exemplos: Flagelo, Cílio, Glideosoma
- 6-Máquinas de transdução de sinal. Exemplos: Canais dependents de voltage de aniões (VDAC), Canais de K⁺, Canais mecanosensitivos.
- 7-Máquinas de conservação de energia. Exemplos: Complexos respiratórios, Síntase de ATP, Antiporters Na⁺/H⁺, Bacteriorhodopsina.

3.3.5. Syllabus:

- 1- Introduction to the concept of molecular machines as organized molecular structures, which perform physico-chemical processes. Integration of the different molecular machines and respective functions in the metabolism and cellular processes.
- 2- Building and processing machines. Examples: Polymerases, Ribosome, Proteasome, Aminoacyl-tRNA synthetase, Spliciosome, Condensin, T4 DNA packing motor, Helicase/Topoisomerase, Mitotic Spindle.
- 3- Cargo transporters/moving machines. Examples: Kinesin, Myosin, Dynein
- 4- Cargo membrane transporters/Secreting systems. Examples: TIM/TOM systems, ClpX, Sec and TAT systems, Secreting systems, Injectosome
- 5- Cellular motility machines. Examples: Flagellum, Cillium, Glideosome,
- 6- Signal transduction machines. Examples: Voltage dependent anion channels (VDAC), K⁺ channels, mechanosensitive channels.
- 7- Energy conserving machines. Examples: Respiratory complexes, ATP synthase, Na⁺/H⁺ antiporters, Bacteriorhodopsine.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos estão desenhados de modo a se alcançarem os objectivos da unidade curricular. Foram escolhidos exemplos específicos de modo a discutir de uma maneira interactiva os tópicos específicos de máquinas moleculares e respectivas funções, assim como abordar áreas transversais como a biologia estrutural, biofísica e bioquímica, incluindo enzimologia, metabolismo e bioenergética. As diferentes funções das máquinas moleculares são explorados aprofundadamente pelos exemplos escolhidos.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents are designed to meet the objectives of the curricular unit. Specific examples were chosen in order to approach in an integrative way the specific topics on molecular machines and respective functions, as well as to address transversal areas such as structural biology, biophysics, and biochemistry, including enzymology, metabolism and bioenergetics. The different functions of molecular machines are deeply explored by the chosen examples.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino desta Unidade Curricular será interactiva. No início da unidade o aluno terá acesso a todo o material de suporte incluindo artigos científicos sobre os conteúdos e os exemplos que serão explorados. A unidade é constituída por 15 horas teóricas e 8 horas de tutoriais. Nas aulas teóricas (planeadas para 3 horas cada), os conteúdos serão formalmente introduzidos e desenvolvidos através de discussões de artigos científicos apropriados. Os tutoriais serão dedicados à apresentação de trabalhos em grupo específicos sobre máquinas moleculares.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology in this unit will be interactive. At the beginning of the unit the student will be provided with support materials including scientific articles on the topics and examples which will be addressed. The unit comprises 15 hours of lectures and 8 hours of tutorials. In the lectures (planned for 3 hours each), topics will be formally introduced and further developed by appropriated discussion of articles. The tutorials will be dedicated to group presentations on a specific molecular machine.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia interactiva adoptada não só providenciará a base teórica dos processos de transdução e do funcionamento das máquinas moleculares, como também consolidará estes conceitos pela discussão de exemplos específicos. Adicionalmente as discussões e apresentações de trabalhos em grupo permitirão uma abordagem transversal de áreas como a biologia estrutural, biofísica e bioquímica, incluindo enzimologia, metabolismo e bioenergética.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The interactive methodology adopted will not only provide the theoretical basis of the processes of transduction and on the function of molecular machines, but will also consolidate these concepts by the discussion of specific examples. In addition the discussions and tutorial presentations by the students will allow the approach of transversal areas such as structural biology, biophysics, and biochemistry, including enzymology, metabolism and bioenergetics.

3.3.9. Bibliografia principal:

Lehninger, Principles of Biochemistry by DL Nelson and MM Cox, 2000, 3th edition, ISBN 1-57259-153-6.

Biophysical Chemistry: Part I, II e III by Charles R. Cantor, Paul R. Schimmel, W. H. Freeman, 1980, 1st edition, ISBN 978-0-7167-1188-9, 978-0-7167-1190-2, 978-0-7167-1192-6.

The Machinery of Life by David S. Goodsell, 2009, 2nd edition, ISBN 978-0387849249.

Molecular Machines in Biology: Workshop of the Cell by Joachim Frank, 2011, ISBN 978-0521194280.

Molecular Machines Benoit Roux, 2011, 1st edition, ISBN 978-9814343442.

How Proteins Work by Mike Williamson, 2011, 1st edition, ISBN 978-0815344469.

Artigos científicos publicados em revistas internacionais da especialidade

Mapa IV - Proteínas e mecanismos de patogénese / Proteins in Disease Mechanisms**3.3.1. Unidade curricular:**

Proteínas e mecanismos de patogénese / Proteins in Disease Mechanisms

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Cláudio Emanuel Moreira Gomes

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Especialistas em diferentes áreas do tema, seleccionados das instituições organizadoras ou de outras instituições científicas Portuguesas. / Several specialists on different subjects, from the organizing institutions and from other institutions in Portugal.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

As proteínas são macromoléculas essenciais na célula, estando envolvidas em inúmeras funções e processos celulares. Contudo, as proteínas também desempenham um papel importante em mecanismos de doença. Esta unidade curricular irá cobrir diferentes casos nos quais a intervenção de proteínas em processos patológicos será ilustrada com vários exemplos: i) proteínas como agentes tóxicos (ganho de função) ou facilitadores de patogénese; ii) proteínas com perda de actividade biológica (perda de função) ou localização (defeitos de tráfego); iii) defeitos em redes de proteínas (interacções defeituosas), e; iv) proteínas como facilitadores em processo de doença (factores de virulência). No término desta unidade curricular, as competências adquiridas tornaram possível a compreensão do papel de uma determinada proteína no contexto mais lato da sua função e disfunção (doença) na célula.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Proteins are essential macromolecules in the cell which are involved in a diversity of cellular processes and functions. However, proteins also play a role in disease through a diversity of mechanisms. This curricular unit will cover different cases in which the multiple roles of proteins in disease processes will be illustrated using examples: i) proteins as toxic agents (gain of function) or facilitators of disease (protein pathogens); ii) proteins with impaired biological activity (loss of function) or localization (trafficking defects); iii) defects in protein networks (defective interactions); and iv) proteins as facilitators (virulence factors) in disease processes. At the end of this curricular unit, students will be expected to understand the role of a particular protein in the broader context of cellular function and dysfunction (disease).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Proteínas em doença: uma introdução

Doenças do 'folding' proteico: toxicidade por amilóides (ganho de função); perda de actividade (perda de função); localização (tráfego). Homeostase proteica.

2. Proteínas em doenças neurodegenerativas com formação de amilóide

Péptido A-beta e Alzheimer. Transtirretina e FAP. Alfa-sinucleína e PD. Efectores e mecanismos de agregação proteica. Modelos celulares e organismos modelo.

3. Doenças da triagem e tráfego proteico

CFTR e Fibrose Quística. Choroideremia e REP-1. Terapia por pequenas moléculas e substituição proteica.

4. Doenças metabólicas

Erros inatos do metabolismo. Doenças lisossomais; PAH e fenilcetonúria. Chaperões farmacológicos

5. Disfunção proteica em cancro

Interações proteicas defeituosas em cancro. Perda de função p53. Defeitos na proteína BRCA1. O cancro como uma patologia de agregação proteica.

6. Proteínas como agentes virulentos

Proteínas em infecções virais. Toxinas bacterianas: antrax. Priões como agentes infecciosos.

3.3.5. Syllabus:

1. Proteins in disease: an overview

Protein misfolding in disease: amyloids (gain of function); activity (loss of function); localization (trafficking defects). Protein homeostasis.

2. Proteins in neurodegenerative amyloid diseases

Amyloid-beta peptide and AD; Transthyretin and FAP; alpha-synuclein and PD. Modulators of protein aggregation and mechanisms. Cellular and organism models.

3. Protein trafficking and sorting defects in Disease

CFTR and Cystic fibrosis. Small molecule therapeutics. Choroideremia and REP-1. Protein Replacement therapy.

4. Metabolic Diseases

Inborn errors of metabolism. Lysosomal disorders. Phenylalanine hydroxylase and Phenylketonuria. Pharmacological chaperones.

5. Protein dysfunction in Cancer

Faulty protein interactions in cancer: Loss of p53 function. Defects in the BRCA1 protein. Cancer as a disease of protein aggregation.

6. Proteins as virulent agents

Proteins in viral infections. Bacterial toxins: anthrax. Prions as infectious agents.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo programático da unidade curricular foi desenhado de modo a cobrir diferentes casos ilustrativos das múltiplas facetas das proteínas em processos patológicos. No início do curso, uma secção introdutória abordará o papel das proteínas em doença, delineando de que forma defeitos proteicos diversos ('folding', tráfego, actividade) afectam processos celulares através de um efeito na homeostase proteica. As secções subsequentes cobrem cinco áreas que ilustram o papel diverso de proteínas num conjunto de doenças: patologias neurodegenerativas amiloidóticas; defeitos na triagem e tráfego proteico; doenças do metabolismo; processos oncogénicos e infecção. Desta combinação de casos de estudo, que compreende igualmente uma considerável diversidade de aproximações (in vitro, in vivo, ex vivo), modelos (células e organismos-modelo) e proteínas (péptidos, proteínas desordenadas, proteínas membranares, proteínas globulares), vai resultar uma perspectiva lata acerca do papel das proteínas em mecanismos de doença.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The content of the curricular unit was designed to cover different cases in which the multiple facets of proteins in disease processes are illustrated. The course will start with an introductory section which will overview the role of proteins in disease, outlining how different defects (on folding, trafficking, activity) impact on cellular processes through an effect on protein homeostasis. The following sections will cover five broad themes through which the roles of proteins in different diseases are illustrated: neurodegenerative amyloid diseases; defective protein trafficking and sorting; metabolic disorders; oncogenic processes and infection. This combination of case studies, which will also comprise a considerable diversity in experimental approaches (in vitro, in vivo, ex vivo), models (cellular and organism-based) and proteins (peptides, disordered proteins, membrane-proteins, globular folds) will result in a broad perspective of the role of proteins in disease mechanisms.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia lectiva terá três componentes: aulas teóricas, aulas teórico-práticas e tutoriais. As aulas teóricas serão leccionadas por especialistas nos tópicos seleccionados como casos de estudo, e abordarão os conceitos fundamentais e mecanismos através dos quais as proteínas actuam como mediadores em doença, introduzindo vários sistemas modelo e metodologias. Nas aulas teórico-práticas os alunos terão a oportunidade de explorar um conjunto de aspectos delineados no conteúdo do programa através da análise e discussão de literatura científica. Este processo terá a tutoria do professor que orientará a discussão, por exemplo lançando um conjunto de questões sobre o artigo em análise e promovendo a discussão. Nas actividades com orientação tutorial os alunos seleccionarão um tópico sobre o qual, após pesquisa da literatura e consulta com especialistas, poderão escrever uma curta recensão (1-2 páginas). A avaliação resultará da avaliação contínua e apresentações.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology will have three components: theoretical lectures, theoretical-practical lectures and tutorial-guided activities. The theoretical lectures by specialists on the selected examples will cover fundamental concepts and mechanisms through which proteins mediate disease, overviewing diverse model systems and methodologies. In the theoretical-practical lectures, students will have the opportunity to further explore a set of particular aspects of the

selected themes starting from the analysis of a research paper, whose discussion will be guided by the lecturer which for e.g. can set broad questions on the paper under analysis to trigger discussion. In the tutorial-guided activities the students will select a topic for which they may be asked to will write a short essay (1-2 pages), after literature search and discussions with experts. Student evaluation will emerge continuous evaluation during tutorials and problem solving sessions and presentations.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino para esta unidade curricular foi desenhada de modo a que os alunos tenham a possibilidade de adquirir uma compreensão lata acerca do papel desempenhado por proteínas no contexto da sua função e disfunção (doença) na célula. Ao longo da unidade curricular os alunos vão adquirir competências através das aulas teóricas que lhes vão posteriormente permitir explorar, discutir e apresentar factos científicos extraídos da literatura relevante através da análise orientada de artigos científicos. Estas competências serão subsequentemente desenvolvidas na actividade de tutoria orientada que resultará na escrita de uma recensão sobre um dos tópicos em estudo. Desta forma os alunos terão a possibilidade de integrar conceitos numa perspectiva global, fazendo assim uma síntese dos conhecimentos adquiridos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology of this curricular unit was designed so that, at its end, students would achieve a broad understanding of the role of a particular protein in the context of cellular function and dysfunction (disease). Throughout the curricular unit, and as knowledge builds up from the theoretical lectures, the students will gradually acquire competences that will allow them to explore, discuss and present facts in the relevant literature through the oriented journal clubs developed in the theoretical-practical sessions. These competences will be further enhanced during the tutorial-guided essay-writing activity, through which students will combine the different ideas and concepts into a global perspective, thus making a synthesis of the acquired knowledge.

3.3.9. Bibliografia principal:

Protein Structure and Diseases (2011) R. Donev (Ed) Adv Protein Chemistry and structural biology Vol 83, Academic Press, Elsevier
Protein Misfolding Diseases (2010) M. Ramirez-Alvarado, J.W. Kelly, C.M. Dobson (Eds) Wiley Series in Protein and Peptide Science, Wiley
Misbehaving Proteins (2006) R.M. Murphy, A.M. Tsai (Eds) Springer-Verlag
Amyloid Proteins (2005) J.D. Sipe (Ed) Wiley-VCH
Protein Folding and Metal Ions: Mechanisms, Biology and Disease (2010) C. M. Gomes and P. Wittung-Stafshede (Eds). CRC Press Group. Taylor & Francis (USA)
Protein Misfolding, Aggregation and conformational Disease (2006) V.N. Uversky and A.L. Fink (Eds.) Protein Reviews Series. Springer
Powers et al (2009) Biological and chemical approaches to diseases of proteostasis deficiency. Annual Reviews of Biochemistry 78, 959-91.

Mapa IV - Processos à nano escala para as ciências da vida / Nanoprocesses for Life Sciences

3.3.1. Unidade curricular:

Processos à nano escala para as ciências da vida / Nanoprocesses for Life Sciences

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ricardo Saraiva Loureiro de Oliveira Louro

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Pedro Miguel R. Viana Baptista

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo geral de aprendizagem é o de sensibilizar o aluno para a importância das nanotecnologias em geral e em particular das suas aplicações ao estudo e controlo de processos biomoleculares in vitro, ex vivo e in vivo. Objetivos específicos: Introdução e contextualização de nanotecnologia em processos biológicos. Desenvolver competências transversais para a integração da nanotecnologia em sistemas biomoleculares – BioNanotecnologia; utilização de conhecimentos teóricos para utilização das propriedades das nanoestruturas em contexto biológico e biomédico; discussão crítica de trabalhos científicos. Potenciar a capacidade de análise crítica e transferência de conceitos na interface bio-nano.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This unit aims to provide the students with an overview of the concepts, promises and caveats associated with the work on nanometer scale particles and structures in the context of biological sciences. Due to their size, nanometer sized particles interact with biological systems in new ways that are still being discovered. Upon successful completion of the unit the students will be able to identify the major issues to be considered when dealing with nanometer scale particles in the realm of the biological sciences, and critically evaluate novel developments or

proposals that involve such particles.

This will provide them with the intellectual tools to identify opportunities that may arise during their PhD work to use nanometer scale particles and associated technologies to advance their research program.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos indicados abaixo definem os assuntos a serem abordados, concretizados com exemplos de temas que poderão ser utilizados

*1 Biofuncionalização de nanopartículas, efeitos das suas propriedades interfaciais e hidratação
Dendrimeros de base proteica; origamis de nucleótidos para drug delivery; nanopartículas de núcleo magnético para imagiologia in vivo por MRI*

2 Interação entre nanopartículas e sistemas biológicos

Nano-poros para sequenciação de DNA ou deteção de organismos patogénicos em tempo real; reconhecimento de biomoléculas por interações one to one; estudo de processos celulares usando quantum dots

3 Microfluidica e lab-on-chip

Alterações de escala na hidrodinâmica; bases moleculares da transdução de sinal em biosensores

4 Nanoterapêutica

Vetores de siRNA para controlo de expressão génica; libertação controlada de inibidores enzimáticos

5 Nanotoxicologia

Nanopartículas metálicas etoxicidade aguda; toxicidade de QDs; efeitos da dimensão e da arquitetura molecular

3.3.5. Syllabus:

The Curricular Unit will be organized around 5 major themes, which may be illustrated using the examples given for each of them

1. Hydration state of nano sized particles, their interfacial properties and implications for biofunctionalization; Peptide based dendrimers; nucleotide origamis for drug delivery; coated magnetic nanoparticles for in vivo NMR imaging

2. Interactions between nano sized particles and biological systems

Nano-pores for DNA sequencing or real time pathogen detection; biomolecular recognition via 'one to one' interaction; investigation of cell processes using quantum dots;

3. Geometrically constrained diffusion. Implications for microfluidic artificial systems and lab-on-chip

Scale effects in hydrodynamics; molecular bases of signal transduction in biosensors

4. Nanotherapeutics

siRNA vectorization; controlled release of enzyme inhibitors

5. Nanotoxicology

Metallic nanoparticles and acute toxicity; Quantum-Dot toxicity; Size and architecture effects

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As 5 Unidades Temáticas (UT) estruturam-se em torno dos principais objetivos da UC focando-se na análise crítica das implicações biomoleculares. A estrutura deste conteúdo programático pressupõe que os alunos já se encontram familiarizados com os métodos específicos de caracterização de nanopartículas e nanoestruturas por frequência de outras unidades curriculares precedentes. Deste modo, a unidade tem o seu foco em aplicações relevantes nesta área de estudos e termina com uma abordagem sumária das potenciais implicações toxicológicas.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Given the emphasis of this curricular unit on the outcome of interactions between biological systems and nanometer size particles and structures, all technological aspects related to fabrication were deliberately omitted. Also absent are the methods used for the identification, characterization and tracking of nanoparticles. The students should have become familiar with those in previous curricular units of methodological contents. In order to provide the students with the awareness intended in this unit the contents span from applications of different kinds of nanoparticles, their interactions with structures of different molecular nature and size, and the implications for microfluidics systems, biosensors, and vectors for delivery of active molecules. Finally, the program focuses on safety issues concerning nanotechnology uses on/with living systems.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de exposição e discussão relativa às 5 unidades temáticas.

Aulas de seminários/tutoriais 5x2h de apresentação e discussão pelos alunos de artigos científicos fulcrais nas Uts.

Avaliação: avaliação das apresentações dos alunos e integração crítica dos conceitos da UC com os das unidades core do Programa – incidindo na estrutura e conteúdo, ponderação crítica dos conteúdos apresentados. Discussão dos temas – participação e pro-actividade na formulação de questões e discussão/resposta às questões colocadas na discussão.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical Lectures

Seminars/tutorials based on student presentations

Students evaluated using presentations of papers selected by the students with individual presentations and discussion (evaluation including both the presentation and the critical and active participation in the discussions)

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Tópicos programáticos são primeiramente introduzidos em apresentações Teóricas, seguindo-se discussão de artigos científicos sobre essas temáticas – desta forma pretende-se apresentar e discutir os temas propostos. As discussões/debates, com apresentação e discussão pública, permitem relacionar as matérias apreendidas sobre os vários aspetos da UC enquanto se desenvolvem competências de apresentação, discussão e crítica de trabalho científico.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Since the objectives of the curricular unit are to create awareness towards the uses of nanometer sized particles in life sciences and not so much to train students to become experts on the subject, the emphasis on the teaching methodologies lies clearly in the student's initiative and curiosity to explore papers and issues of interest within the themes to be presented. This has the further advantage that it provides the students the opportunity to pursue their own interests in the subject.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Nanoparticles in Biology and Medicine : Methods and Protocols
Series: Methods in Molecular Biology; Volume: 906; DOI: 10.1007/978-1-61779-953-2_6
Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives”
C.M. Niemeyer, C.A. Mirkin (Eds.), 2004, Wiley-VCH, Weinheim, Germany*

Mapa IV - Química Biológica / Chemical Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Química Biológica / Chemical Biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlos José Rodrigues Crispim Romão

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ana Cecília Afonso Roque

Outros docentes (especialistas) serão convidados a leccionar sobre tópicos seleccionados

Ana Cecília Afonso Roque

Other lecturers (specialists) will be invited to lecture on selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objectivo desta UC é dar aos alunos uma visão significativamente alargada, seguramente não exaustiva, de uma das áreas metodológicas que mais revolucionou o avanço recente da Biologia, tanto pela capacidade de a interrogar como de manipular a sua função.

No final desta UC os alunos devem ter aquilatado e assimilado as possibilidades geradas pelo uso e articulação de conhecimentos de áreas distintas da Química de síntese, de produtos naturais, de farmacologia, de Bioquímica e bioquímica estrutural, na a resolução de problemas de cariz biológico. Assim, o objectivo da aprendizagem é dirigido à formação dum modo de pensar e de investigar a Biologia, que se julga crucial consolidar um plano de Doutoramento, centrado no ensino mais pormenorizado de algumas ferramentas essenciais desta disciplina.

Da vastidão real e conceptual da Química Biológica (QB), esta UC focará tópicos julgados de maior acuidade e abrangência formativa.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objective of this CU is to expose the students to a significantly broad, yet not exhaustive view of one of the methodological areas that has spurred many of the recent forward leaps of Biology, both in the ability to interrogate it and to manipulate its function. At the end of this CU students should have recognized and assimilated the new possibilities that emerge when biological problems are tackled by the articulate use of knowledge arising from different areas like synthetic and natural product chemistry, pharmacology, biochemistry and structural biochemistry. In this context, teaching is centered on some of the essential tools of Chemical Biology (CB) and its objective is to form a way of thinking and researching Biology, which is crucial to consolidate at the entry of a PhD program.

From the vast area of real and conceptual aspects of CB this CU will focus on topics judged to have higher immediate impact and broader formative profile.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Reconhecimento molecular e ligação;

Análise de reconhecimento molecular e ligação

Estudos de reconhecimento molecular biológico

2. Descoberta e Design de Fármacos e resistência farmacológica

Alvos terapêuticos

Optimização das interações lead-alvo

3. Síntese química de ADN, ARN e aplicações em diagnóstico e terapêutica*Síntese de oligonucleótidos em fase sólida**Incorporação de nucleótidos não-naturais**siARN e ribozimas***4. Síntese química de proteínas, péptidos e suas aplicações***Síntese de péptidos em fase sólida**Métodos nativos de ligação química, inteínas**Incorporação de aminoácidos não-naturais**Design de proteínas: aplicações em diagnóstico, terapia e proteómica***5 Bioconjugados para selecção e rastreio *in vivo* e *in vitro****Adições click biocompatíveis e reacções bio-ortogonais**Conjugados fármaco-proteína, agentes direccionados de imagiologia médica***6. Ómicas em Química Biológica***Modificações pós-translacionais e proteómica**Quimiogenómica**Metabolómica***3.3.5. Syllabus:****1. Molecular recognition and binding***Analyzing molecular recognition and binding;**Biological molecular recognition studies.***2. Drug design, discovery and resistance***Therapeutic targets**Optimization of lead-target interactions***3. Chemical methods to synthesize DNA, RNA and applications in diagnostics and therapeutics***Solid phase oligonucleotide synthesis;**Incorporation of non-natural nucleotides;**siRNA and ribozymes.***4. Chemical methods to synthesize proteins and peptides***Solid phase peptide synthesis;**Native chemical ligation methods, inteins.**Incorporation of non-natural amino acids.**Protein design. Applications in diagnostics, therapeutics, proteomics.***5. Bioconjugates for *in vivo* and *in vitro* selection and screening***Biocompatible click reactions and bioorthogonal reactions.**Protein-drug conjugates, targeted medical imaging agents***6. Omics in chemical biology***Post-translational modifications and proteomics;**Chemogenomics**Metabolonomics***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A Química Biológica é uma disciplina recente, que produziu enormes avanços em diversas áreas da Biologia e Medicina. A sua diversidade é enorme de tal modo que a sua definição ainda tem aspectos flutuantes. Esta situação deve-se ao facto de a QB integrar conhecimentos e métodos de trabalho de vários ramos da Química, Farmacologia e Bioquímica na sua abordagem à investigação em Biologia. Por depender do modo como essa integração é feita, a QB é uma disciplina aberta e em permanente evolução, onde não existe um conjunto claramente delimitado de saberes. No entanto, existe um conjunto de temas cuja importância é central e está presente no âmago de uma grande variedade de temáticas e aplicações da QB. Os conteúdos programáticos acima indicados reflectem uma escolha possível de temas considerados incontornáveis ou pelo seu carácter fundamental e central em múltiplos problemas biológicos (p. Ex. reconhecimento Molecular; ómicas) ou pela importância das suas aplicações em termos principalmente terapêuticos (descoberta e design de fármacos, síntese química de ADN, ARN, proteínas e bioconjugados e design de proteínas).

Esta escolha é considerada significativamente abrangente, mas não será eventualmente a única, como uma ronda dos currículos de QB existentes em universidades de todo o mundo, facilmente demonstra. No entanto, julgamo-la adequada à carga horária deste tema no âmbito de todo o programa doutoral proposto.

De facto, esta escolha afigura-se suficientemente compacta para garantir uma certa harmonia e unidade pedagógica à UC e simultaneamente expor os alunos a um dos mais consensuais conjuntos de saber de utilidade quase ubíqua na prática da Química Biológica, nomeadamente na sua vertente dedicada a questões de cariz medicinal ou terapêutico. Estes conteúdos programáticos privilegiam o ensino de temáticas, conceitos e metodologias fundamentais em detrimento do ensino de aspectos mais técnicos e de cariz experimental que deverão ser adquiridos à medida dos avanços do trabalho experimental de Tese.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chemical Biology is a recent discipline that has spurred huge advances in several areas of Biology and Medicine. Its diversity is such that its definition is still not totally settled. This situation stems from the fact that CB approaches the research on Biology by integrating knowledge and work methods from several branches of chemistry, pharmacology and biochemistry. Therefore, CB remains an open discipline in constant evolution where its own field depends on the way and on the extension in which such integration is achieved. Notwithstanding, there are a number of topics of great importance, which are present at the core of a variety of areas and applications of CB. The scientific contents listed above reflect one of the possible choices of themes that are largely unavoidable due to either their ubiquitous

presence in biological questions (e.g., molecular recognition; omics) or to their practical importance mainly in therapeutic applications (e.g., drug discovery and design, chemical synthesis of DNA, RNA, proteins and bioconjugates, and protein design).

This choice is considered significantly broad but is by no means the only possible one, as a visit to several curricula of CB courses around the world will readily demonstrate. However, it is judged appropriate for the time allotted to this subject within the whole PhD program proposed.

In fact, this choice of themes seems compact enough to guarantee a fair degree of harmony and pedagogic unity to the CU while at the same time exposing the students to a consensual array of topics which are widely present across the area of CB, namely that related to therapeutic and medicinal questions. This list of contents concentrates mainly on fundamental themes, concepts and methods. Topics of more technical and experimental nature will be acquired along the progress of the experimental Thesis work.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino presencial será constituído por aulas teóricas (15h) e teórico-práticas (8h). As aulas teóricas apresentarão as bases e as linhas definidoras de cada um dos tópicos ministrados. As aulas teórico-práticas serão dedicadas à análise aprofundada de casos concretos e casos estudo, dissecando os seus aspectos fundamentais e experimentais. Os alunos terão conhecimento prévio dos casos a tratar e serão chamados a apresentá-los e discutí-los durante as aulas TP sob a tutela e moderação dos docentes. A avaliação de cada aluno será feita com base na qualidade e intensidade da sua participação nessas discussões.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classroom teaching will comprise lectures (T) (15h) and problem solving sessions (TP) (8h). Lectures will introduce the basics and unwind the defining lines of thought and growth of each topic. The problem solving sessions will be used to provide a deeper analysis of actual problems and case studies, dissecting both their fundamental and experimental aspects. The students will receive such problems and case studies beforehand and will be called upon to present and discuss them during these sessions under the guidance and moderation of the lecturer. The evaluation of each student will be based on both the quality and intensity of his/her participation in such discussions.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A Química Biológica caracteriza-se pela prática duma fortíssima interdisciplinaridade e transdisciplinaridade entre áreas da Química, Farmacologia, Bioquímica e Biologia. Os avanços conseguidos nesta disciplina devem-se ao facto de terem cruzado técnicas, métodos e moléculas oriundas de diversos espaços de conhecimento para actuar sobre os sistemas biológicos compreendendo-os melhor através das respostas obtidas ou criando novas funções e valor biológico/terapêutico. Quebrando barreiras entre áreas classicamente separadas, uma aproximação deste tipo pode ser altamente criativa e inovadora. No entanto, para que o seja é necessário que os seus executantes possuam o conhecimento das ferramentas disponíveis, dos seus métodos e potenciais e acima de tudo saibam como identificar e colocar no plano teórico e experimental as questões que vale a pena abordar e que correspondem a avanços significativos.

Pela sua novidade e pela sua intrínseca variedade a Química Biológica encontra-se fundamentalmente dispersa pela literatura primária. Pelas suas características e fragmentação, este tipo de literatura é mais difícil de penetrar pelos estudantes que se iniciam na matéria visto tornar mais difícil de discernir todo o conjunto de razões e argumentos que podem originar um determinado tipo de trabalho, comprimido nalgumas páginas duma revista científica. Deste modo, a metodologia de ensino apresentada é desenhada para ajudar os alunos a saber interpretar e "ler nas entrelinhas" esse tipo de literatura primária que constituirá o grosso da literatura que terão de consultar, discutir e compreender no decurso do seu Doutoramento.

No período lectivo destinado a esta UC o ensino presencial é o mais adequado do ponto de vista da aprendizagem duma disciplina altamente dispersa e multifacetada por poder focar os ensinamentos nas matérias fundamentais que servem de ferramenta à Química Biológica (Aulas Teóricas) e guiar os alunos na análise do uso dessas ferramentas em casos paradigmáticos de intervenção da Química Biológica. Dado que a capacidade de análise, discussão e de síntese de conhecimentos é crucial nesta disciplina, o método de avaliação proposto parece ser o mais apropriado para culminar um período de ensino intensivo onde a articulação de conhecimentos e a capacidade de os verbalizar e projectar para novos alvos são os valores fundamentais a adquirir. Este método é, aliás, utilizado em cursos de QB noutros pontos do Mundo.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chemical Biology practices a very strong interdisciplinarity and transdisciplinarity among areas of chemistry, pharmacology, biochemistry and biology. The advances produced by this discipline are due to the cross fertilization of techniques, methods and molecules chosen from within different spaces of knowledge, to act upon biological systems. This action led either to a better understanding of those systems or manipulated them to create new functions of biological or therapeutic value. This kind of approach, which overcomes barriers between areas that are typically separated from each other, may become very creative and innovative. However, this endeavor can only be achieved if the scientists possess the command of the available tools, and know their methods and potential. More importantly, they will have to be able to identify and formulate, in a scientifically sound manner, the questions that are worth approaching and correspond to significant advances.

Due to its novelty and intrinsic variety, CB is essentially dispersed over the primary literature. Due to its fragmented characteristics this kind of literature is more difficult to grasp by students that are new to the subject since it is more difficult to identify the array of reasons and arguments that are behind a piece of work described in a compressed scientific paper. Therefore, the teaching methodology is chosen to help students "read between the lines" of this primary literature, which will be the vast majority of the literature they will be faced with during their PhD Thesis work. In the time period allocated to this CU, classroom teaching seems the more adequate method of teaching a subject which is very disperse and varied, because it can give a focus to the fundamental tools and concepts that underpin CB

(lectures), and guide the students along the analysis of the use of those tools through paradigmatic examples of success of the CB scientific approach. Since the capacity to analyze, discuss and synthesize knowledge is crucial in this discipline, the evaluation method proposed seems the more appropriate to rate a period of intensive learning where the articulation of different sources of knowledge and the ability to verbalize and project those thoughts onto new targets are the main values to acquire. Indeed, this method is often used in CB courses around the world.

3.3.9. Bibliografia principal:

A maior parte de bibliografia será constituída por artigos de revistas líderes de QB.

Miller, A. & Tanner, J. *Essentials of Chemical Biology-Structure and Dynamics of Biological Macromolecules*. Wiley VCH (2008)

Waldmann, H. & Janning, P. *Petra Chemical Biology: Learning through case studies*. Wiley VCH (2009)

Roque, A. C. A. Ed. *Ligand Macromolecular Interactions in Drug Discovery*. Humana Press (2010)

Osada, H. Ed., *Protein Targeting with Small Molecules*, Wiley (2009)

Blackburn, G.M. & Gait, M.J. *Nucleic Acids in Chemistry and Biology*. Oxford (1996) Branden, C. & Tooze, J. *Introduction to Protein Structure*. Garland (1999)

Creighton, T.E. *Proteins: Structures and Molecular Properties*. Freeman (1993)

Fersht, A. *Structure and Mechanism in Protein Science*. Freeman (1999)

Mapa IV - Methods for Biosciences II (Tools for Structural Biology)/ver nome da UC em português no ponto 3.3.3

3.3.1. Unidade curricular:

Methods for Biosciences II (Tools for Structural Biology)/ver nome da UC em português no ponto 3.3.3

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria João Romão

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Carlos Frazão (e especialistas convidados para leccionar tópicos selecionados)

Carlos Frazão (and invited lecturers for selected topics)

Ponto 3.3.1. - Nome da unidade curricular em português: Métodos em Biociências II (Métodos em Biologia Estrutural)

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem por objectivo fornecer aos estudantes de doutoramento um conhecimento sólido e alargado das principais metodologias utilizadas em Biologia Estrutural, numa perspectiva temática, abrangente e complementar, para a análise de correlações estrutura-função em sistemas biológicos.

Trata-se de uma unidade curricular estruturante do perfil em “Mecanismos Moleculares dos Processos Biológicos”.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims at offering PhD students a sound and proficient understanding of the main methodologies that support Structural Biology, in a thematic and complementary perspective, towards the analysis and understanding of structure-function relationships in biological systems.

This is a structuring curricular unit within the profile “Molecular Mechanisms of Biological Processes”.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

I. Métodos para a determinação da estrutura 3D de macromoléculas biológicas:

a. Cristalografia de raios-X e informação estrutural por SAXS.

b. RMN (2D e 3D);

c. Microscopia Electrónica (Crio-EM)

d. Comparação entre os vários métodos de análise estrutural.

II. Métodos Biofísicos Complementares:

a. Espectroscopias ópticas (Fluorescência; Dicroísmo Circular)

b. Espectroscopia de RPE

c. Espectrometria de Massa

d. Espectroscopia de Absorção de raios-X (XAS, EXAFS, XANES)

e. Raman e Raman de Ressonância

f. Fluorescência de Raios-X

g. Métodos computacionais

Com uma natureza predominantemente tutorial e organizada em seminários, esta UC incluirá também uma introdução às diversas metodologias e/ou revisão de conceitos, quando apropriado.

Será dada especial ênfase à aplicação complementar das várias técnicas para o estudo de problemas biológicos de complexidade variável e diferentes tipos de macromoléculas biológicas.

3.3.5. Syllabus:

I. Methods for 3D structural determination of biological macromolecules:

- a. X-ray Crystallography and SAXS.
- b. NMR (2D and 3D)
- c. Electron Microscopy (cryo-EM)
- d. Comparison of structural determination methods.

II. Complementary biophysical methods:

- a. Optical spectroscopies (Fluorescence, Circular Dichroism)
- b. EPR
- c. Mass spectrometry
- d. X-ray absorption spectroscopies (XAS, EXAFS and XANES)
- f. Raman and Resonance Raman
- g. X-ray fluorescence
- h. Computational methods

The course will be largely based on tutorials and seminars but, when appropriate, will also include introductions to methods and/or revision of basic concepts.

Particular attention will be given to the complementarities among the different methods and in their different approaches to tackle the structure of a wide variety of biological macromolecules.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos desta UC permitem dar uma formação nos principais métodos de análise estrutural de biomoléculas aos alunos de doutoramento enquadrados no perfil em “Mecanismos Moleculares dos Processos Biológicos”.

Pretende-se que essa formação seja tecnicamente abrangente e forneça ao aluno uma visão global de diversas técnicas fundamentais e complementares em Biologia Estrutural, combinando um tratamento teórico das várias metodologias com a respectiva aplicação à resolução de problemas biológicos concretos numa perspectiva de correlação da estrutura 3D com a função biológica.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit will provide theoretical and practical formation in the main methods used in the structural analysis of biological molecules, relevant to the PhD students following the profile on “Molecular Mechanisms of Biological Processes”.

This unit will include a technically comprehensive vision of the various main methodologies nowadays applied in Structural Biology, while also highlighting their complementarities. The curricular unit will combine a theoretical background of the different methods with applications to specific biological case studies, aiming at unraveling the relationship between the 3D structure of a molecule and its biological function.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta UC incluirá várias componentes: (1) aulas teóricas de introdução aos métodos fundamentais em Biologia Estrutural; (2) seminários por especialistas convidados; (3) tutoriais.

É disponibilizado o acesso a uma página web contendo a informação relativa ao funcionamento da unidade curricular. Nesta página são disponibilizados os ficheiros (pdf) das aulas leccionadas pelos docentes da UC ou por convidados. A avaliação (individual) incluirá a apresentação de um seminário acerca de um caso estudo e análise de artigos científicos, seguida de uma discussão oral.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit will include several components: (1) lectures on fundamental methods in Structural Biology; (2) seminars by invited experts; (3) tutorials.

A web page describing the course contents and its organization will be provided. This will include teaching materials from invited speakers and course teachers.

Each student will be assessed by a seminar on a specific case study that includes the analysis of scientific articles, followed by a short oral examination.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino permitirão, por meio de aulas teóricas introduzir ou rever conceitos fundamentais relativos aos vários métodos de caracterização estrutural de biomoléculas.

Nos seminários proferidos por investigadores convidados os alunos terão contacto com casos reais de utilização de uma ou mais das diversas metodologias importantes em Biologia Estrutural.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology in this curricular unit will include lectures that will introduce students to the fundamental principles and/or revise of basic concepts related to the various methods used for molecular structure

characterization.

Seminars by invited speakers will also allow students to contact real case studies in Structural Biology, illustrating the importance of integrating several methodologies.

3.3.9. Bibliografia principal:

“Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology”, B. Rupp, Garland Science (2009).

“Structural Biology; Practical NMR applications” Q. Teng, Springer Science +Business Media, Inc, NY (2005).

Proteins: From Analytics to Structural Genomics (Hardcover) by Robert A. Meyers (Editor) , Vols. I and II, Wiley-VCH Verlag (2007).

Mapa IV - Mecanismos de Expressão Genética / Mechanisms of Gene Expression

3.3.1. Unidade curricular:

Mecanismos de Expressão Genética / Mechanisms of Gene Expression

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Isabel Maria Godinho de Sá Nogueira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Outros docentes (especialistas) poderão ser envolvidos/convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Other speakers (experts) may be involved / invited to give lectures on selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Familiarizar os estudantes com a diversidade de mecanismos responsáveis pela regulação da expressão da informação genética ao nível da transcrição e pós-transcricionais;*
- *Oferecer estudo na vanguarda do conhecimento em tópicos seleccionados na área de expressão genética microbiana;*
- *Ensinar análise crítica de dados experimentais originais;*
- *Discutir o planeamento de experiências;*
- *Justificar qualquer conclusão que possa ser retirada de dados experimentais.*

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *To familiarize students with the diversity of mechanisms responsible for regulating the expression of genetic information at the level transcription and post-transcription mechanisms;*
- *To offer study of selected topics at the cutting edge of knowledge on microbial gene expression;*
- *To teach critical analysis of original experimental data;*
- *To discuss the design of experiments;*
- *To justify any conclusions that can be drawn from experimental data.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

De que modo uma célula individual determina especificamente quais os genes que são expressos dentro do seu conjunto de milhares de genes? Nesta unidade curricular esta questão é abordada através da ilustração de mecanismos transcricionais e pós-transcricionais de regulação da expressão genética em microrganismos modelo procariontes e eucariontes, tais como, Escherichia coli, Bacillus subtilis e Saccharomyces cerevisiae. Os tópicos abordados incluem: sequência do DNA e estrutura da cromatina; RNA polimerases, estrutura, “montagem” e função; reconhecimento do promotor e início da transcrição; alongamento e terminação da síntese do mRNA; estrutura dos promotores, acção dos factores sigma e factores de transcrição; mecanismos de activação, repressão e atenuação; mecanismos de regulação global; repressão catabólica; Integração de sinais e controlo combinatório; papel da cromatina na regulação da transcrição; silenciamento nas regiões sub-teloméricas; RNAs reguladores.

3.3.5. Syllabus:

How does an individual cell specify which of its many thousands of genes to express? In this course we will address this question by illustrating both transcriptional and post-transcriptional mechanisms of gene regulation in prokaryotic and eukaryotic model microorganisms, such as, Escherichia coli, Bacillus subtilis and Saccharomyces cerevisiae. Teaching will focus on new discoveries on microbial gene expression and its regulation. Topics include: DNA sequence and chromatin structure; RNA polymerases, structure, assembly and function; promoter recognition and initiation of transcription; elongation and termination of transcripts; structure of promoters and roles of sigma factors and transcription factors; basic mechanisms of gene activation, repression and attenuation; global regulatory mechanisms; catabolite repression; signal integration and combinatory control; the role of chromatin in gene regulation; silencing in subtelomeric regions; regulatory RNAs.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular incluem exemplos concretos de distintos modos de regulação da expressão genética e vias de sinalização em organismos modelo, procariontes e eucariontes. Este aspecto permitirá aos alunos identificar tanto elementos comuns aos vários processos como diferenças essenciais entre procariontes e eucariontes. Assim, o aluno estará em condições de aplicar autonomamente os seus conhecimentos a sistemas distintos que lhe sejam apresentados no presente e no futuro. Adicionalmente, o conceito de explorar em equipa (em conjunto) as ideias apresentadas em artigos científicos recentes sobre expressão genética microbiana, seleccionados por estarem na vanguarda do conhecimento, expande o conhecimento do estudantes e estimula o seu pensamento crítico.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In this course various modes of regulation of gene expression and signaling pathways will be discussed using examples from both prokaryotic and eukaryotic model organisms. This will help students to identify common patterns, as well as important differences, between prokaryotic and eukaryotic microbial cells. In this way the students will acquire capability of interpreting new situations autonomously. In addition, the concept of exploring as a class the ideas presented by cutting-edge selected manuscripts from the current scientific literature on microbial gene expression will extend the student's knowledge and critical thinking.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são baseadas em artigos científicos e artigos de revisão recentes da literatura científica. As aulas teóricas são na generalidade do tipo expositivo, com recurso a data show, e a discussão durante as aulas é encorajada. Na parte final da unidade curricular a cada estudante é requerido que apresente e discuta numa sessão de aulas um artigo científico. Os outros estudantes são responsáveis por ter lido o artigo antes da sessão com a atenção necessária para que possam participar na discussão. Cada estudante será avaliado na qualidade de "apresentador" pela sua capacidade de liderar a discussão sobre os pontos fortes e fracos do trabalho apresentado, bem como potenciais caminhos de trabalho futuro. Adicionalmente a participação nas discussões também é avaliada.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Course content is derived from review articles and the primary scientific literature. Discussions during the lectures are encouraged. Each student is required to present one paper near the end of the course. They will be given a class session for the presentation and discussion of the work. The other students in the class are responsible for having read the paper ahead of time to a level that allows them to participate in the discussion. Each student will be evaluated, as a presenter, by the capacity to lead a discussion about the strengths and weaknesses of the work and paths for future work. In addition the participation in discussions during the lectures will also be evaluated.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino, baseada em aulas que de distinto modos ilustram conceitos e novas descobertas na área da expressão genética e sua regulação, amplia o conhecimento dos estudantes na área do conhecimento científico em questão e estimula pensamento crítico. Adicionalmente, a discussão de artigos da literatura científica corrente providencia o enquadramento que permite aos estudantes discutir o desenho experimental e justificar quaisquer conclusões que possam ser extraídas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology based on lectures that illustrate concepts as well as new discoveries on gene expression and its regulation extends the students knowledge on the subject and stimulates critical thinking. Furthermore the discussion of selected manuscripts from the current scientific literature on microbial gene expression provides the framework for students to be able to discuss experimental design and to justify any conclusions that can be drawn.

3.3.9. Bibliografia principal:

*Diversos artigos científicos e artigos de revisão recentes da literatura científica.
Artigos seleccionados na vanguarda do conhecimento em expressão genética microbiana.*

Course content is derived from review articles and the primary scientific literature. Cutting-edge selected manuscripts from the current scientific literature.

Mapa IV - Biologia Celular e do Desenvolvimento de Microorganismos / Microbial Cell and Development Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Biologia Celular e do Desenvolvimento de Microorganismos / Microbial Cell and Development Biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Adriano Henriques

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Mariana Gomes de Pinho

Docentes adicionais, especialistas na área deste curso, poderão ser convidados

Mariana Gomes de Pinho

Additional lecturers, specialists in the topics of these course, may be invited

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A visão tradicional das células bacterianas considerava-as como “sacos de enzimas” contendo macromoléculas distribuídas de forma aleatória. Contudo, avanços recentes, sobretudo no campo da microscopia de fluorescência, iluminaram um nível organizacional sofisticado, com estruturas cito-esqueléticas dinâmicas, um cromossoma organizado no espaço intracelular, proteínas com moradas sub-celulares específicas, “organelos” especializados, e programas de diferenciação celular que incluem níveis de organização multicelulares. O objectivo do curso é orientar os estudantes na descoberta da organização complexa e dinâmica das células microbianas, durante o crescimento e o desenvolvimento. Um segundo objectivo igualmente importante é fomentar o desenvolvimento de capacidades na (i) análise crítica de artigos científicos, (ii) escrita clara, concisa e lógica de textos num assunto científico à escolha dos estudantes e (iii) realização de apresentações claras e eficazes, com suporte visual apropriado.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Bacterial cells have long been viewed as “bags of enzymes” with randomly distributed macromolecules, such as proteins or DNA. Due to recent advances, particularly in fluorescence microscopy, we are now well aware that bacteria are highly organized organisms, with dynamic cytoskeletal structures, a chromosome with a defined organization, many proteins with specific sub-cellular addresses, specialized organelles, and complex differentiation pathways, which include adventures into multicellularity.

The objective of the course is to guide the students through the discovery of the intricate and dynamic organization of microbial cells during growth and development.

An equally important objective is to foster the development of skills in (i) critical analysis and interpretation of scientific papers; (ii) writing clear, concise and logically argued essays in a specific topic of their choice and (iii) giving clear, effective, well timed oral presentations with appropriate visual support.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A. Ciclo celular e morfogénese: i) ciclo celular; organização e segregação do cromossoma; coordenação da replicação do cromossoma com a divisão celular; ii) Estruturas cito-esqueléticas e morfogénese celular: tubulina, actina e análogos dos filamentos intermédios.

B. Princípios e mecanismos de localização sub-celular de proteínas: i) o problema “da primeira a chegar”: pistas e sinais para a localização de proteínas; ii) a montagem de organelos celulares: organelos delimitados or membranas ou por proteínas. Estabelecimento de polaridade celular.

*C. Desenvolvimento microbiano: i) desenvolvimento no contexto da história natural do planeta: programas de desenvolvimento em organismos modelo; comportamento social e multicelular. ii) Biologia do desenvolvimento de *Bacillus subtilis*: origem e evolução da esporulação. Expressão génica compartimentada; “checkpoints” morfológicos. Estrutura e “outputs” de circuitos regulatórios. Esporos em biotecnologia e biomedicina.*

3.3.5. Syllabus:

A. Bacterial cell cycle and morphogenesis: i) cell cycle: organization and segregation of the bacterial chromosome; coordination between DNA segregation and cell division; ii) Cytoskeletal structures and cell morphogenesis: bacterial homologues of tubulin, actin and intermediate filament proteins.

B. Principles and mechanisms of protein sub-cellular localization: i) the “first-to-arrive” problem: cues for protein localization ii) The assembly of prokaryotic organelles: membrane- and protein-bound organelles. Establishing cell polarity.

*C. Microbial development: i) microbial development in the context of earth’s natural history. Developmental programs in model organisms; social behavior and multicellular development; ii) Developmental biology of *Bacillus subtilis*: origin and evolution of sporulation. Developmental commitment. Compartmentalized gene expression. Morphological checkpoints. Structure and outputs of regulatory circuits. Impact of spores in biotechnology and biomedicine.*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo deste curso é apresentar aos alunos uma nova visão da célula microbiana, bem como promover o desenvolvimento de capacidades individuais essenciais no trabalho científico. O conteúdo das aulas teóricas foi pensado de modo a cobrir de modo bastante extenso os principais tópicos actuais no campo da biologia celular e de desenvolvimento de células microbianas. Será dada grande relevância à apresentação de conteúdos através do contacto com a literatura científica actual, de modo a desenvolver a capacidade de análise crítica da mesma.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This course aims to give students a new view on the complexity of the microbial cell, as well as to promote the development of individual skills which are essential in Science. The content of the lectures was thought to embark the main topics in cell and development biology of microbial cells. Particular emphasis will be given to the presentation of current topics using scientific papers, to encourage their critical interpretation and analysis.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este curso terá a duração de uma semana, durante a qual serão dadas 15 horas de aulas teóricas, de contacto directo com os docentes, para apresentação e discussão dos conceitos teóricos e teórico-práticos constantes do programa. Duas tardes serão dedicadas a aulas teórico-práticas, e uma terceira tarde será dedicada a uma demonstração laboratorial (cada sessão será de 3 horas). Os alunos terão oportunidade de discutir artigos científicos sobre os tópicos das aulas teóricas e serão divididos em pequenos grupos de trabalho para apresentação de um seminário oral. As restantes tardes serão reservadas para estudo independente dos conteúdos do curso bem como à preparação do seminário oral.

O curso será avaliado com base na apresentação de um seminário de discussão de um artigo e no desempenho global do aluno durante o curso, nomeadamente pela sua participação activa em todas as aulas.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This one week course will involve 15 hours of lectures that will introduce and discuss of contents of the curricular unit. Three afternoons will be dedicated to two tutorials and one laboratory demonstration (3 hours each) where the students will have the opportunity to discuss scientific papers related to the topics presented in the lectures. Students will be divided in small groups to prepare an oral communication.

The remaining afternoons will be reserved to independent study of the course content as well as the preparation of the oral seminar.

Students will be evaluated based on their performance in an oral seminar and their active participation in the lectures and tutorials.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino, envolvendo aulas teóricas e tutoriais, bem com a demonstração laboratorial, irá dotar os alunos com a base de conhecimento teórico que lhes permite compreender a complexidade da organização interna das células microbianas, bem como o seu desenvolvimento.

Os métodos de ensino pretendem estimular o trabalho autónomo dos alunos. O desenvolvimento das capacidades individuais de cada estudante relativamente à análise crítica de literatura científica e comunicação oral eficaz de tópicos científicos será conseguido através da discussão de artigos científicos e trabalhos de grupo envolvendo a sua apresentação oral perante todos os colegas, promovendo deste modo a aquisição de conhecimentos através de uma aprendizagem activa.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies, involving lectures, tutorials and a laboratory demonstration, will provide the theoretical basis needed for understanding complexity of the internal organization of the microbial cell and its development. The development of individual capacities of each student regarding critical analysis of scientific papers and effective oral communication of a scientific topic will be achieved through the discussion of papers and group assignment for their presentation to the entire class, promoting active learning.

3.3.9. Bibliografia principal:

Livro de texto: "Cell Biology of Bacteria" L. Shapiro and R.M. Losick Eds (2011) CSHL Press.
Adams, DW and J. Errington. 2009. Nat. Rev. Microbiol. 7:642-563.
Alon, U. 2007. Nat. Rev. Genet. 8:450-461.
Angert, ER. 2005. Nat. Rev. Microbiol. 3:214-224.
Cabeen MT, and C Jacobs-Wagner. 2010. Annu. Rev. Genet. 44: 365-392.
Dworkin, J. 2009. Cold Spring Harb Perspect Biol. 1:a003368.
Errington J. 2003. Nat. Rev. Micro. 1:117-126.
Flärdh, K, and M.J. Buttner. 2009. Nat. Rev. Microbiol. 7:36-49.
Fuerst, JA., and E. Sagulenko. 2011. Nat. Rev. Microbiol. 9:403-413.
Henriques, AO, and C. P. Moran Jr. 2007. Ann. Rev. Microbiol., 61:555-588.
Paredes, CJ, KV Alsaker, and ET. Papoutsakis. 2005. Nat. Rev. Microbiol. 3:969-978.
Scheffers DJ, and MG Pinho. 2005. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 69: 585-607.
Singh, SP, and BL Montgomery. 2011. Trends Microbiol. 19:278-285.
Thanbichler, M and L Shapiro. 2006. J Struct Biol. 156:292-303.
Velicer, GJ and M Vos. 2009. Annu. Rev. Microbiol. 63:599-623.

Mapa IV - Respostas do hospedeiro a uma infeção microbiana / Host responses to microbial infection

3.3.1. Unidade curricular:

Respostas do hospedeiro a uma infeção microbiana / Host responses to microbial infection

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Sérgio Raposo Filipe

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Luís Jaime Mota (co-coordenador)

Outros docentes (especialistas) serão envolvidos/convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Luís Jaime Mota (co-coordinator)

Other speakers (experts) will be involved / invited to give lectures on selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular vai apresentar tópicos relacionados com a resposta celular e molecular de um organismo eucariota a uma infeção microbiana. Embora a maior parte dos temas estejam enquadrados nas respostas observadas numa infeção com agentes bacterianos, também serão referidas as respostas desencadeadas por infeções com vírus, fungos e/ou parasitas. Os alunos deverão reconhecer os diferentes componentes do sistema imunitário, inato e adquirido, de organismos vertebrados e invertebrados. Um objetivo adicional desta unidade, em consonância com as linhas de investigação em ciência vegetal numa das instituições proponentes, será o de apresentar o conjunto de respostas desencadeadas nas plantas para eliminar micróbios invasores. Após a conclusão desta unidade curricular, os estudantes deverão adquirir as competências necessárias para apreciar quer a complexidade das defesas do organismo infetado quer os mecanismos usados por diferentes micróbios para evadir/resistir a estas respostas.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit will present details of the overall molecular and cellular response of a eukaryotic organism to a microbial infection. The main focus will be on the host responses to bacterial infection, but the responses to viruses, fungi and parasites will also be covered.

The students should be able to understand the different components of the innate and adaptive immune system, both of vertebrates and invertebrates. An additional objective of this curricular unit will be to present the overall plant response to eliminate invading microbes. This is directed related to a strong component of research on plant sciences at one of the proponent institutions.

After the completion of this curricular unit, the students should acquire the required competences to understand both the complexity of the defenses of the infected host organism and the mechanisms used by the different microbes to evade and/or resist these responses.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Mecanismo de indução de uma resposta imunológica num organismo infetado.

Introdução ao sistema imunitário adquirido (resposta humoral e celular).

Introdução ao sistema imunitário inato (barreiras físicas e químicas, descrição de mecanismos intracelulares que ativam a produção de citocinas ou a apoptose, deposição do sistema do complemento, mecanismos de fagocitose).

Descrição e comparação dos componentes do sistema imunitário em diferentes organismos.

Conjunto de respostas despoletadas por uma infeção bacteriana no modelo do ratinho.

*Ativação do sistema imunitário da mosca *Drosophila melanogaster* por uma infeção microbiana. Regulação da especificidade das respostas do sistema imunitário a uma infeção por bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, fungos, vírus e parasitas.*

Introdução ao conjunto das respostas despoletadas em plantas por uma infeção microbiana.

Tolerância do hospedeiro à ativação de uma resposta imunológica. Inibição de uma ativação exacerbada perante um agente invasor.

3.3.5. Syllabus:

Mechanisms of induction of an immunological response in an infected host organism.

Introduction to the adaptive immune system (humoral and cell-mediated responses).

Introduction to the innate immune system (physical and chemical barriers, intracellular mechanisms leading to the expression and secretion of cytokines or apoptosis, the complement system, phagocytosis)

Description and comparison of the components of the immune system in different organisms

Overall responses triggered by a bacterium in mice models of infection.

*Activation of the immune system in the fruit fly (*Drosophila melanogaster*) by a microbial infection. Regulation of the specificity of an immune response to an infection by Gram-positive or Gram-negative bacteria, fungi, viruses, and parasites.*

Introduction to the overall responses triggered in plants by a microbial infection.

Host tolerance to the activation of an immune response. Inhibition of an exacerbated activation in face of an invading agent.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

No início desta unidade curricular serão apresentados os aspetos fundamentais da resposta despoletada num organismo hospedeiro eucariota por uma infeção microbiana, em particular o sistema imunitário inato e adquirido. O conhecimento adquirido será também consolidado e diversificado com o estudo das respostas, despoletadas em organismos diferentes (ratinho, mosca do vinagre e plantas), à infeção por micróbios distintos (essencialmente bactérias, mas também vírus, fungos e parasitas).

Dada a evolução paralela dos micróbios e seus hospedeiros durante milhões de anos, muito do que sabemos da resposta imunitária de um hospedeiro deve-se a estudos focados nos mecanismos usados pelos micróbios para combatê-la. Por isso, alguns desses mecanismos serão descritos, o que permitirá a solidificação dos vários conhecimentos transmitidos previamente.

No fim da unidade curricular, os alunos deverão conseguir apreciar a complexidade e diversidade das respostas do hospedeiro a infeções microbianas e o conseqüente contra-ataque dos micróbios.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Initially, the fundamental aspects of the host response by a eukaryotic organism to a microbial infection will be detailed. In particular, the innate and adaptive immune system.

The basic knowledge acquired in the beginning of the curricular unit will then be diversified and expanded by examples of responses to infection triggered in different organisms (mouse, fruit fly, and plants) by distinct microbes (mainly bacteria but also viruses, fungi, and parasites).

Taking in consideration that much of our knowledge on the immune response to fight that host response derives from studies focused on mechanisms used by microbes, which have co-evolved with their hosts for millions of years, we will also describe some of these mechanisms. This will allow a better understanding of the knowledge that had been transmitted.

Overall, the student will realize the complexity and diversity of the host responses to microbial infection and the consequent counter attack by the microbes.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular divide-se em aulas teóricas e teórico-práticas, que serão centradas no aluno. As aulas teóricas incluirão aulas baseadas em livros de texto gerais sobre a resposta imunitária e os mecanismos usados pelo micróbios para a combater e aulas focadas em trabalhos de investigação recentes ou a decorrer relacionados com esse tema. As aulas teórico-práticas serão desenhadas consoante o perfil dos alunos recebidos em cada ano e incluirão a apresentação e discussão de artigos de investigação e/ou demonstrações laboratoriais.

A avaliação desta unidade curricular terá uma componente escrita (50%) e uma componente de avaliação contínua (50%). Na componente escrita, o aluno terá de fazer uma proposta de duas páginas para um projeto científico que pretenda resolver uma questão relacionada com a temática da unidade curricular. A componente de avaliação contínua terá em atenção o empenho e a frequência nas aulas teóricas e teórico-práticas.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This curricular unit is organized in lectures and problem solving/practical classes with teaching focused and shaped by the profile of the students. About half of the lectures will be based on text books about the immune response and the mechanism microbes use to subvert it, while the other half will focus on recent or ongoing scientific research related to this subject. Problem solving classes will be designed according to the profile of students received each year and will include presentation and discussion of research articles and/or practical demonstrations.

Evaluation will have a written component (50%) and a component of continuous assessment (50%). For the written component, students will have to write a two-page proposal aiming to answer a scientific question related with the overall subject of the curricular unit. The continuous assessment will value the effort, presence and participation of the students in the lectures and problem solving/practical classes.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas teóricas (expositivas), os alunos receberão a informação essencial para desenvolverem um conhecimento global da complexidade e diversidade das respostas do hospedeiro a infeções microbianas e a conseqüente reação dos micróbios. Nestas aulas será fomentada a interação destes com os docentes de modo a que a sua participação os ajude na aquisição das matérias lecionadas.

Nas aulas teórico-práticas, os alunos terão oportunidade de analisar e discutir questões experimentais relacionada com a temática da unidade curricular. Os objectivos desta metodologia são: a promoção da interação dos alunos com os docentes, bem como entre eles, através de trabalhos de grupo; a aquisição de noções sobre as técnicas experimentais mais usadas nesta área de investigação; identificar e perceber o processo de construção dos modelos e conceitos atuais nesta área de investigação e entender quais os temas fundamentais sobre os quais ainda sabemos muito pouco e que serão tópicos de investigação muito ativa no futuro próximo. Estas aulas permitirão assim ao alunos desenvolver capacidades na interpretação de resultados experimentais relacionados com a resposta do hospedeiro a uma infeção microbiana e ter uma noção prática da complexidade da investigação nesta área.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

During the lectures, the students will receive all the information to acquire general knowledge of various fundamental concepts on the complexity and diversity of the host responses to microbial infection and the corresponding microbial subversion. In these lectures, the interaction and discussion with and between the students will be promoted thereby helping in the acquisition of the knowledge transmitted.

In the problem solving/practical classes, the students will analyze and discuss experimental issues related with the subject of the curricular unit. Our objectives for this methodology are: to increase the interaction with the students; to

allow the students to acquire some knowledge about the experimental approaches more often used in this research area; to understand how we reached the current concepts, and to appreciate what are the aspects of which we still know very little and that should be the focus of research in the near future. These classes will therefore allow the student to develop the capacity to interpret experimental data related with the host response to a microbial infection and to have a practical sense of the complexity of the research in this area.

3.3.9. Bibliografia principal:

The Immune Response to Infection by Stefan Kaufmann (Editor), Barry Rouse (Editor), David Sacks (Editor). American Society Microbiology (2010) 700 pages ISBN-10: 978-1-55581-514-1

The Innate Immune Response to Infection by Stefan Kaufmann (Editor), Ruslan Medzhitov (Editor), Siamon Gordon (Editor). American Society Microbiology (2004) 482 pages ISBN-10: 978-1-55581-291-1

Immunology of Infectious Diseases by Stefan Kaufmann (Editor), Alan Sher (Editor), Rafi Ahmed (Editor). American Society Microbiology (2002) 520 pages ISBN-10: 978-1-55581-514-1

Cellular and Molecular Immunology by Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai. Saunders Elsevier 6th edition (2007) 566 pages ISBN 978-1-4160-3122-2

Cellular Microbiology by Pascale Cossart (Editor), Patrice Boquet (Editor), Staffan Normark (Editor), Rino Rappuoli (Editor), Steffan Normark (Author). American Society Microbiology 2nd ed (2004) 636 pages ISBN-10: 155581302X

Mapa IV - Patogénese Bacteriana / Bacterial pathogenesis

3.3.1. Unidade curricular:

Patogénese Bacteriana / Bacterial pathogenesis

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Lígia M. Saraiva

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Raquel Sá-Leão (co-coordenadora)

Outros docentes (especialistas) serão envolvidos/convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Raquel Sá-Leão (co-coordenadora)

Other lecturers (specialists in the area) will be involved/invited to lecture on selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Conhecer e compreender o modo de acção dos principais factores de virulência bacterianos.*
- *Identificar os principais mecanismos de evasão e defesa utilizados pelas bactérias quando em contacto com o hospedeiro.*
- *Conhecer o problema da resistência aos antibióticos e identificar alvos bacterianos das principais classes de antibióticos e mecanismos de resistência desenvolvidos pelas bactérias.*
- *Identificar as bactérias associadas a elevada mortalidade e morbilidade, e estudo da sua epidemiologia.*
- *Desenvolver a capacidade de pesquisar e interpretar criticamente a literatura científica.*
- *Desenvolver a capacidade de apresentação de seminários científicos.*

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *Understand the mode of action of the major bacterial virulence factors.*
- *Identify key defense and evasion mechanisms used by bacteria upon contact with the host.*
- *Address the problem of antibiotic resistance; identify the bacterial targets for the major classes of antibiotics, and the corresponding resistance mechanisms developed by bacteria.*
- *Identify bacterial pathogens associated with high mortality and morbidity, and get acquainted with their epidemiology.*
- *Develop the ability to search and critically interpret the scientific literature.*
- *Develop the ability to deliver scientific seminars.*

3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Patologia, infeção e doença.*
2. *Factores de virulência bacterianos.*
3. *Evasão e defesas bacterianas.*
4. *Resistência aos antibióticos.*
5. *Métodos para identificação e estudo de factores de virulência.*
6. *Epidemiologia de bactérias patogénicas associadas a elevada mortalidade e morbilidade.*

3.3.5. Syllabus:

1. Pathology, infection and disease.
2. Bacterial virulence factors.
3. Bacterial evasion and defenses.
4. Antibiotic resistance.
5. Methods for the identification and study of virulence factors.
6. Epidemiology of bacterial pathogens associated with high mortality and morbidity.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo programático aborda diversos aspectos considerados essenciais para compreender os principais mecanismos e estratégias usados pelas bactérias patogénicas quando em contacto com o hospedeiro. O programa está desenhado para transmitir ao aluno conhecimentos sólidos nesta área. Serão também apresentadas as principais estratégias experimentais utilizadas para identificar factores de virulência. Para que o aluno tenha uma perspectiva da importância real das infecções bacterianas mais relevantes clinicamente, ser-lhe-ão propostos momentos de trabalho autónomo onde irá aprofundar o estudo da epidemiologia e estrutura populacional dessas bactérias. Essa informação deverá ser contextualizada no âmbito dos factores de virulência, estratégias de evasão e defesas e resistência aos antibióticos associados a cada bactéria. O estudo autónomo com vista à preparação do seminário, levá-lo-á a pesquisar bibliografia, a interpretar criticamente a informação obtida e a desenvolver as suas capacidades de síntese e comunicação em ciência.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The program aims to discuss various aspects which are essential to understand the main mechanisms and strategies used by pathogenic bacteria upon contact with the host. The program is designed to convey to the student solid knowledge in this area. The main experimental strategies used to identify virulence factors will be also presented. To enable the student to gain a real perspective of the importance of clinically relevant bacterial infections, the course will have autonomous work with the objective of deepening his/her knowledge of epidemiology and population structure of these bacteria. This information will be contextualized with associated virulence factors, evasion and defense strategies, and antibiotic resistance of each pathogen. Self-study will be done for the preparation of seminars, and will require literature search, critical interpretation of the scientific information, and development of scientific synthesis and communication skills

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular engloba aulas teóricas, teórico/práticas e seminários. As aulas teóricas serão leccionadas com recurso a "datashow", acompanhadas de bibliografia complementar disponibilizada previamente na página Web da disciplina.

As aulas teórico-práticas serão palestras por oradores convidados, seguidas de debate activo com participação dos alunos. Os seminários incidirão na discussão mais dirigida dos conceitos aprendidos estimulando o sentido de pesquisa e revisão crítica da bibliografia. Especificamente, os alunos terão de apresentar um seminário integrando os conceitos adquiridos nas aulas teóricas e aplicando-os a uma bactéria clinicamente relevante.

Avaliação:

- Participação nas aulas: 30%
- Preparação e apresentação do seminário: 70%

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course includes lectures, theoretical-practical classes and seminars. The lectures will use "datashow", accompanied by recommended bibliography previously supplied via the website of the course.

The theoretical-practical classes will have lectures given by invited speakers, followed by an active debate involving the participation of the students. The seminars will focus on the discussion of the learned concepts, stimulating search and critical review of the literature. Specifically, students must present a seminar integrating the concepts acquired in the theoretical classes with clinically relevant bacteria.

Evaluation:

- Class participation: 30%
- Preparation and presentation of the seminar: 70%

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

- A frequência desta Unidade Curricular pressupõe que os alunos possuem conhecimentos prévios de microbiologia celular.

- Na aulas teóricas serão dadas as bases da patogénese bacteriana. Estas aulas irão complementar os conhecimentos prévios sobre procaríotas. Os alunos ficarão com um conhecimento de base sólido e abrangente que constituirá per se uma ferramenta importante para desenvolver actividades de investigação nestas e em outras áreas relacionadas.

- Um dos desafios-chave de um Curso de Doutoramento é o de habilitar o aluno com capacidades que lhe permitam responder aos múltiplos desafios que irá encontrar no seu doutoramento. Assim, propõem-se ao aluno temas de seminário cujo sucesso da apresentação dependerá de diversos factores. O aluno terá de demonstrar a sua capacidade em pesquisar informação, seleccionar os conteúdos adequados e fazer a sua análise crítica. Esses conhecimentos serão integrados com os adquirido nas aulas teóricas resultando num seminário coeso que será apresentado aos docentes e colegas. O aluno terá de fazer a sua comunicação de uma forma clara, sintética e simultaneamente suficientemente detalhada. A esta apresentação seguir-se-á um período de discussão alargada em

que o aluno terá oportunidade de mostrar as suas capacidades de relacionar informação, interpretá-la e discuti-la. Este exercício permitirá adquirir e aprofundar competências que são necessárias na vida de qualquer investigador e profissional desta área.

- Este tipo de abordagem torna-se bastante aliciente para o aluno, pois permite ir além da mera aprendizagem passiva e prepara-o para situações similares às que irá encontrar no futuro.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

- Frequency of this unit assumes that students have prior knowledge on cellular microbiology.

- The theoretical classes will provide the basics of bacterial pathogenesis. These lectures will complement the previously knowledge on prokaryotes. Students will acquire solid and comprehensive knowledge, which per se will be an important tool to develop research activities in this and related research areas.

- One of the key challenges of a PhD course is to enable students with the capacities to face the many challenges that he/she will encounter during the PhD. Thus, the student will have to present a seminar (among a panel of proposed topics), which success will depend on several factors. The student must demonstrate the ability to search information, selecting the appropriate content and analyzing it critically. These will be integrated with the knowledge acquired in the classroom resulting in a cohesive seminar to be presented to the lecturers and classmates. The student will have to make the presentation in a clear, concise and detailed manner. This presentation will be followed by a period of extended discussion in which the student will have the opportunity to show his/her capacities to relate, interpret, and discuss the information. This exercise will contribute for the development of skills that are essential for researchers.

- This approach is attractive to students as it allows them to go beyond passive learning and prepares them for challenges that they will face in the future.

3.3.9. Bibliografia principal:

Artigos científicos publicados em revistas internacionais, com elevado impacto, por exemplo, Nature, Science, Nature Microbiology Reviews, Nature Medicine, PLoS Pathogens, PNAS, Lancet, Lancet Infectious Diseases, Trends in Molecular Microbiology.

Livros:

- Bacterial Pathogenesis : a molecular approach. Brenda A. Wilson, Abigail A. Salyers, Dixie D. Whitt, Malcolm E. Winkler. 2010 3rd edition, ASM Press, Washington DC.

- Understanding Pathogen Behaviour Virulence, Stress Response and Resistance. Mansel Griffiths ed. 2005 CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England.

Mapa IV - Ecologia e Evolução de Populações Microbianas / Ecology and Evolution of Microbial Populations

3.3.1. Unidade curricular:

Ecologia e Evolução de Populações Microbianas / Ecology and Evolution of Microbial Populations

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Karina B. Xavier

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

José Paulo Sampaio

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Sublinhar a importância das populações microbianas como entidades evolutivas. Capacitar os estudantes a reconhecerem processos evolutivos actuando sobre populações e comunidades microbianas e as consequências desses fenómenos tanto ao nível da biosfera como das interações com o Homem. Familiarização dos estudantes com os processos e conceitos subjacentes à domesticação microbiana, filogenia e diversidade, mecanismos moleculares de comunicação microbiana e cooperação e suas implicações para o desenvolvimento de teorias de evolução social.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Emphasize the importance of microbial populations as targets of evolution and capacitate the students to recognize evolutionary processes acting upon microbial populations and communities. Discuss the consequences of this type of selective pressure for the entire biome, including interactions with humans. Students will become familiarized with aspects of microbial domestication, microbial phylogeography and diversity, molecular mechanisms of microbial communication, and the concept of microbial cooperation and its implications to theories of social evolution.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Ecologia Microbiana e discussão crítica do modelo "everything is everywhere but environment selects". Evolução conduzida pelo Homem e domesticação microbiana.

Genómica populacional e funcional microbiana – análise e discussão de case studies.

Filogeografia microbiana à escala global e local; padrões de dispersão.

Mecanismos moleculares envolvidos na sinalização e comunicação microbiana.

Comportamentos de grupos em microorganismos: cooperação versus competição nas populações microbianas.

Interações da flora microbiana intestinal com os hospedeiros e as suas consequências: na modulação e maturação do sistema imune, na protecção contra infecções e inflamações e no comportamento animal.

3.3.5. Syllabus:

An introduction to Microbial Ecology and a critique of the “everything is everywhere but environment selects” model. Man-driven evolution and microbe domestication.

Microbe population and functional genomics, an analysis and discussion of case studies.

Microbe phylogeography at fine and global scales and dispersal patterns.

Molecular mechanisms involved in bacterial sensing and chemical communication.

Microbial group behaviors: cooperation and competition within microbial populations.

The gut microbiota and its interaction with the host – modulation of the immune system; protection to infection and inflammation; influencing animal behavior.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Este curso avançado está organizado num módulo intensivo e de curta duração e envolverá a discussão aprofundada de sistemas microbianos complexos e a sua evolução. Irá basear-se na apresentação e discussão de exemplos ilustrativos com ênfase em sistemas de procariotas e micro-eucariotas. Cada tema terá como base um conjunto de artigos científicos chave. Pretende-se que através do contacto com trabalhos de investigação actuais e debates relacionados os alunos obtenham uma visão clara e actualizada da importância e complexidade das interações microbianas com outros micróbios, com o corpo humano e com o ambiente.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This short but intensive advanced course will be directed toward in-depth discussions of microbial complex systems and their evolution; it will be mostly based on the presentation and discussion of case studies emphasizing examples from both prokaryotes and micro-eukaryotes. The learning units will be centered on a restricted number of scientific papers. Through the close contact with current research themes and associated debates, the students will obtain a vivid picture of the complexities and importance of microbial interactions with other microbes, with the human host and with the environment.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Durante uma semana os alunos frequentarão três horas de aulas teóricas todas as manhãs, sendo as tardes reservadas para períodos de estudo e actividades de grupo. Três das tardes serão dedicadas à apresentação e discussão de artigos de investigação relacionados com os temas das aulas teóricas. Estas apresentações serão realizadas pelos alunos e as discussões estimuladas e guiadas pelos docentes. Pretende-se dar ênfase aos argumentos, evidências, e limitações dos trabalhos apresentados e integrar os conceitos introduzidos com o estado de arte. No início da semana os professores fornecerão material de apoio sobre técnicas de comunicação e apresentação de trabalhos científicos. Os estudantes serão avaliados pela qualidade das suas intervenções, participação nas discussões e pelas suas apresentações.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During a week students will be attending 3 hour morning lectures and the afternoons will be dedicated to studying and group activities. There will be 3 afternoons dedicated to the group activities which will feature mainly presentations and discussions by the student, of the most exciting and up to date research publications related to the topics taught. These presentations will be performed by the student while stimulated and guided by the teachers. Emphasis will be given to discussions of the rationale, limitations, and integration with state of the art of each research article. In the beginning of the week the teachers will provide material on how to achieve proficiency in presentation of scientific work. The students will be evaluated for the quality of their interventions, participation in the discussions, and their presentations.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os métodos de ensino usados visam fomentar trabalho autónomo dos alunos. Cada aula terá como base um problema de modo a estimular os alunos a enunciarem as suas próprias questões, a realizarem trabalho de pesquisa adicional e a formularem tópicos para o debate subsequente. Os temas apresentados serão explorados e aprofundados pelos alunos em trabalhos de grupo ou individuais e discutidos com a turma no formato de apresentações realizadas pelos alunos. Pretende-se que conceitos como a evolução microbiana e interações de comunidades bacterianas sejam assimilados de forma activa e personalizada, valorizando modelos de aprendizagem em autonomia.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Teaching methods will stimulate complementary and autonomous work of the students. Lectures will be prepared and presented over a given problem or question. Presentations by teachers will invite further exploratory work and will raise questions or initiate debates. Such topics will be worked by the students either alone or in groups and the following session will include presentations or discussions carried out by the students and guided by teachers. Key concepts on the evolution and interactions of microbial communities will be therefore apprehended actively during guided, but personal, exploratory learning.

3.3.9. Bibliografia principal:

Liti et al. 2009. Population genomics of domestic and wild yeasts. Nature 458: 337- 341.

Replansky et al. 2008. Saccharomyces sensu stricto as a model system form evolution and ecology. Trends Ecology and Evolution 23:494-501.

Will et al. 2010. Incipient balancing selection through adaptive loss of aquaporins in natural Saccharomyces cerevisiae populations. PLoS Genetics 6: e1000893.

Shank EA, Kolter R. 2009. New developments in microbial interspecies signaling. Curr Opin Microbiol. 12:205-14.

Keller L, Surette MG. 2006. Communication in bacteria: an ecological and evolutionary perspective. Nat Rev Microbiol. 4:249-58.

Kau et. al. 2011. Human nutrition, the gut microbiome and the immune system. Nature. 474:327-36.

Littman DR, Pamer EG. 2011. Role of the commensal microbiota in normal and pathogenic host immune responses. Cell Host Microbe. 10:311-23.

Mapa IV - Biologia Celular e do Desenvolvimento em Plantas/Plant Cell and Developmental Biology

3.3.1. Unidade curricular:

Biologia Celular e do Desenvolvimento em Plantas/Plant Cell and Developmental Biology

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Célia Maria Romba Rodrigues Miguel

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Rita Sobral Moutinho Abranches

Outros docentes serão convidados a dar aulas sobre tópicos selecionados

Rita Sobral Moutinho Abranches

Other teachers will be invited to give lectures on selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem como objectivo dar aos alunos uma visão abrangente e actual dos mecanismos moleculares e celulares que controlam o desenvolvimento das plantas. Através da consolidação de conceitos básicos e da exposição aos mais recentes avanços científicos na biologia celular e mecanismos de desenvolvimento em plantas pretende-se que os alunos desenvolvam competências para abordar questões biológicas complexas relacionadas com esta área do conhecimento.

Os conteúdos abordados serão também essenciais para desenvolver a capacidade para correlacionar conceitos entre diferentes disciplinas da biologia de plantas.

Os alunos deverão familiarizar-se com as ferramentas e metodologias utilizadas na investigação da biologia celular e biologia do desenvolvimento em plantas. No final os alunos deverão ter desenvolvido capacidades para compreender e avaliar de modo crítico a literatura que constitui a base do conhecimento actual nesta área de investigação.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit aims to provide the students with a state-of-the-art overview of the molecular and cellular bases of the processes that govern plant development. By consolidating basic concepts and being exposed to the most recent scientific advances in the cell biology and mechanisms of plant development, the students will develop skills to approach complex biological questions related to this field of research.

Additionally, the contents of this unit will be essential to promote the students' abilities to correlate concepts across different disciplines of the plant sciences.

Students should also become familiar with the tools and methodologies commonly used in plant cell and developmental biology research. At the end of this unit students should have developed the capacity to understand and critically evaluate literature that forms the basis for current knowledge in this field of research.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas e tutoriais:*Organização da célula vegetal; membranas e organelos, transporte membranar**Organização do genoma e epigenética; regulação do ciclo celular**Embriogénese; meristemas e diferenciação celular; desenvolvimento radicular e apical; crescimento secundário; desenvolvimento vascular**Reprodução sexuada; desenvolvimento floral; mecanismos de gametogénese e fertilização**Plasticidade do desenvolvimento; percepção e transdução de sinal; o papel central das hormonas; percepção e resposta à luz**Organismos modelo e ferramentas experimentais em biologia celular e do desenvolvimento em plantas.***3.3.5. Syllabus:***Lectures and tutorials:**Organization of the plant cell; membranes and organelles, membrane transport**Genome organization and epigenetics; cell cycle regulation**Embryogenesis; plant meristems and cell fate; root and shoot development; secondary growth; vascular development**Sexual plant reproduction; flower development; mechanisms of gametogenesis and fertilization**Developmental plasticity; signal perception and transduction; the central role of hormones in plant development; light perception and developmental responses to light**Model organisms and experimental tools in cell and developmental plant biology***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os conteúdos da unidade curricular foram desenhados tendo em conta os aspectos mais importantes da biologia celular e do desenvolvimento em plantas no contexto do perfil "Plants for Life". Será dada um ênfase particular aos recentes avanços que têm permitido desvendar os mecanismos moleculares intervenientes nos processos de desenvolvimento. Com este conhecimento de base espera-se que os alunos desenvolvam competências para relacionarem conceitos aprendidos nas outras disciplinas da biologia das plantas.

Os tópicos seleccionados serão ensinados em aulas teóricas e complementados com tutoriais, em que os alunos irão aprofundar determinados temas ao mesmo tempo que desenvolvem a sua capacidade de análise e de crítica.

O conhecimento adquirido nesta unidade curricular será essencial para o desenvolvimento de competências em biologia de plantas e proporcionará aos alunos o contacto com docentes especialistas nas diversas áreas abordadas na unidade curricular.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of the curricular unit have been designed taking into account the most important aspects of cellular biology and plant development in the context of the profile "Plants for Life". Particular emphasis will be given to recent advances that have allowed unravel the molecular mechanisms involved in the developmental processes. With this knowledge it is expected that students develop skills to relate concepts learned in other disciplines of plant biology. The selected topics will be taught in lectures and supplemented with tutorials, in which students will study specific topics while developing their ability for critical analysis.

The knowledge gained in this course will be essential for the development of skills in plant biology and will allow students to contact with faculty experts in the various areas covered in the curricular unit.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino incluem aulas teóricas e sessões de tutoriais privilegiando abordagens interactivas. Os alunos deverão frequentar dois dos tutoriais propostos e estudar e discutir os temas sob a supervisão de um tutor. A avaliação consiste em três componentes baseadas num trabalho escrito, apresentação oral do trabalho e sessões tutoriais.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodologies include the attendance of lectures and tutorial sessions privileging interactive approaches. The students will attend two of the proposed tutorials and study the subjects, as well as discuss them, under the close guidance of the tutor.

The evaluation will have three components based on a written work, the oral presentation of the work and tutorial sessions.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino incluem aulas teóricas e aulas tutoriais. Pretende-se que os alunos adquiram os conceitos básicos nas aulas teóricas e desenvolvam as competências de estudo individual e análise crítica através dos tutoriais. Será colocado especial ênfase na preparação da apresentação dos trabalhos na sua componente oral e escrita.

As metodologias de ensino e avaliação desta unidade curricular foram pensadas com o intuito principal de proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolverem autonomia e espírito crítico, assim como a oportunidade de contactarem com cientistas experientes nas várias áreas da biologia celular e do desenvolvimento em plantas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methods include lectures and tutorials classes. The aim is for students to acquire the basic concepts in the classroom and develop the competencies for individual study and critical analysis through the tutorials. Special emphasis will be placed on the preparation of oral and written presentation of the work.

The teaching methodology and evaluation of this course were designed with the primary purpose of providing

students the opportunity to develop critical thinking and autonomy, as well as the opportunity to contact with scientists experienced in several areas of cell biology and development of plants.

3.3.9. Bibliografia principal:

A bibliografia consistirá em artigos científicos recentes que serão discutidos no âmbito dos tutoriais bem como livros de referência nas áreas abordadas durante o curso. Paralelamente, e de acordo com os interesses específicos de cada aluno, poderão ser consultados alguns artigos de revisão, nomeadamente da revistas Current Opinion in Plant Biology e Trends in Plant Science.

1. *Molecular Biology of the Cell* by B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and P. Walter. Garland Science, 5th edition, 2008
2. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants* by B. Buchanan, W. Gruissem, R. Jones (Eds). American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, 2000
3. *Mechanisms in Plant Development* by O. Leyser and S. Day. Blackwell Science, Ltd., Oxford, 2003
4. *Growth and Development (2012)* X. Chen and T. Laux (Eds) *Current Opinion in Plant Biology* 15(1): 1-110
5. *The Arabidopsis Book*. American Society of Plant Biologists, Rockville, MD, 2002 to 2012

Mapa IV - Regulação Metabólica em Plantas/Plant Metabolic Regulation

3.3.1. Unidade curricular:

Regulação Metabólica em Plantas/Plant Metabolic Regulation

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Carla Maria Alexandre Pinheiro

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Ricardo Boavida Ferreira; outros especialistas serão convidados a dar aulas sobre tópicos seleccionados

Ricardo Boavida Ferreira; experts will be invited to give lectures on selected topics

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade visa aumentar as competências dos alunos em Bioquímica de Plantas, pelo que é necessário conhecimento básico e prévio em bioquímica.

Serão consideradas as características únicas em plantas e como essas características se relacionam com o desempenho da planta. Estes processos dinâmicos implicam a regulação metabólica e a integração de eventos em diferentes níveis de análise (desde as biomoléculas à planta).

A unidade curricular realça a importância e a necessidade de integrar os diversos eventos na planta (sub-celular, celular, órgão, etc), no tempo e no contexto ambiental em que decorrem.

Os alunos adquirirão as competências necessárias à avaliação crítica da complexidade das plantas e das suas capacidades de adaptação ao meio envolvente. Desenvolverão, também, a capacidade de analisar, resolver problemas ou defender um caso (tutoriais em sala de aula - apresentação e discussão de trabalhos).

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The curricular unit (CU) aims to improve student competences in Plant Biochemistry, therefore requiring basic knowledge in biochemistry. Unique plant biochemical features and how they relate dynamically to plant performance will be considered, i.e. metabolic regulation and integration of events at different levels of analysis (from biomolecules to plants). The CU highlights the need and the relevance of integrating events with the plant (sub-cellular, cellular, organ, etc), time and environment.

Students will acquire the necessary skills to assess in a critical way the complexity of the plant system and its ability to adapt. Students should also develop the ability to analyze, solve problems or defend a case (tutorials in class - presentation and discussion of papers).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

A unidade comporta aulas teóricas e teórico-práticas.

I. Bioquímica de plantas

- integração espaço-temporal a nível do órgão, da célula e das biomoléculas;*
- funções das biomoléculas: armazenamento, estrutura e sinalização;*
- integração e coordenação de respostas.*

II. Plasticidade metabólica

- reações fotoquímicas e adaptações metabólicas;*
- vias alternativas no metabolismo primário (p.ex. fixação CO₂; respiração);*
- metabolismo secundário (p.ex. alcalóides, compostos fenólicos e terpenóides);*
- dualidade metabólica: metabolitos com funções múltiplas a nível celular (p.ex. açúcares e espécies reactivas de oxigénio).*

III. Controlo metabólico

- “cross-talk” metabólico (e.g. vias e/ou redes hormonais e hidratos de carbono);
- partição de fotoassimilados e regulação exercida pelos órgãos produtores e consumidores;
- efeitos bioquímico dos minerais.

IV. Adaptações metabólicas e filogenia

- propriedades cinéticas de enzimas (e.g. RuBisCO; PEPC);
- metabolitos secundários.

3.3.5. Syllabus:

The PMR unit will include lectures and tutorials.

I. Plant biochemistry

- spacio temporal integration at molecular, cellular and organ level;
- storage, structural and signaling roles of biomolecules;
- multiple signals: integration and coordinated responses

II. Metabolic plasticity

- photochemical reactions and metabolic adaptations;
- alternative pathways in primary metabolism (e.g. CO₂ fixation; respiration);
- secondary metabolism (e.g. alkaloids, phenolics and terpenoids);
- metabolic duality: metabolites with multiple cellular roles (e.g. sugars and reactive oxygen species are also regulators of gene expression and enzyme activity)

III. Metabolic control of plant performance

- metabolic cross-talk (e.g. hormonal and carbohydrate pathways/networks);
- photoassimilate partitioning and sink/source regulation;
- biochemical roles of minerals.

IV. Metabolic adaptations and phylogeny

- kinetic properties of enzymes (e.g. RuBisCO; PEPC);
- secondary metabolites.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Do ponto de vista bioquímico, as plantas demonstram plasticidade elevada, adaptando o seu crescimento e desenvolvimento às condições ambientais (bióticas e abióticas). Foi este o ponto de partida para a elaboração do programa. Dá-se prioridade aos aspetos que não são normalmente abordados no 1º ciclo de formação avançada. Será aprofundado o conhecimento em processos bioquímicos essenciais (p.ex. fotossíntese, respiração), não apenas na vertente dos mecanismos (reações enzimáticas), mas também na sua relação com o nível de organização estrutural (orgânito, célula, órgão, planta). Atendendo aos conceitos base veiculados nesta Unidade Curricular, são também concebidas sessões teórico-práticas. Pretende-se que os alunos aprofundem, de maneira individual, as competências transmitidas.

O conhecimento adquirido nesta unidade curricular será importante nas áreas relacionadas com a Biologia, nomeadamente para as áreas de actividade vocacionadas para a produção vegetal. Os alunos obterão conhecimentos que lhes permitirão equacionar a produtividade vegetal nas vertentes: i) quantidade (aumento de rendimento com menores recursos); ii) qualidade (valor nutricional e aptidão tecnológica); iii) novas aplicações tecnológicas (alimentar, benefício nutricional e/ou benefício na saúde).

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Metabolically, plants show high plasticity by means of alternative biochemical pathways. The metabolic status is related to the environmental conditions (both biotic and abiotic) and can modulate plant growth and development. This was the starting point for the elaboration of the program. Priority will be given to those aspects that are not normally covered in the 1st cycle of training. Knowledge in essential biochemical processes (e.g. photosynthesis, respiration) will be provided. The mechanistic aspects (enzymatic reactions) are considered per se and in relation to the level of structural organization (organelle, cell, organ, plant). Given the basic concepts conveyed in this Unit, lectures and tutorials will be presented. Within the tutorials, and through individual work, students will be challenged to apply and discuss the transmitted skills.

The knowledge gained in this course will be important in areas relating to biology, particularly those whose activity is focused on plant productivity. Students will acquire knowledge that will enable them to equate plant productivity in several components: i) yield (increased throughput with fewer resources), ii) quality (nutritional value and technological ability), iii) new technological applications (food, nutritional benefit and / or health benefit).

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino está dividido em duas componentes: aulas teóricas e sessões teórico-práticas. As sessões teórico-práticas comportam a apresentação e discussão de trabalhos selecionados a partir de artigos científicos, o que implica trabalho prévio dos alunos.

A avaliação será oral e escrita. O aluno deve fazer um trabalho escrito com uma apreciação crítica de um artigo científico (escolhido pelo aluno/a a partir de uma seleção de artigos apresentados pelos responsáveis da UC). Será realizada uma apresentação oral sobre esse trabalho.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching is divided in two components: lectures and sessions with tutorials. Tutorials will focus on the presentation and discussion of case-based model selected scientific articles, which imply previous work of the student.

The evaluation will comprise oral and written components. The student must prepare a written work with a critical appraisal of a paper (which he/she choose from a selection of articles presented by the UC coordinators), and will also make an oral presentation on this work.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo desta Unidade Curricular é o de tornar os alunos aptos a equacionarem não só questões de ordem teórica, mas também questões reais e de ordem prática no que respeita à regulação do crescimento e do desenvolvimento vegetal. Estes aspetos serão determinantes para uma melhor compreensão, exploração e racionalização dos recursos. A Unidade Curricular organiza-se em aulas teóricas e em aulas teórico-práticas, de modo a permitir integrar a colaboração de docentes externos especialistas em algumas áreas. A diversidade expectável de formações prévias dos alunos da Unidade Curricular recomenda a utilização de aulas teórico-práticas de forma a identificar os pontos fortes e fracos dos alunos. A diversidade de experiências e de capacidades encontradas será utilizada para colmatar deficiências e promover a capacidade crítica dos alunos.

A avaliação incidirá sobre o trabalho realizado pelo aluno no âmbito da discussão crítica de artigos científicos (fornecidos pelos docentes). Nesse trabalho estarão contabilizadas a vertente escrita e a apresentação oral. Esta metodologia permitirá ao estudante fazer uso do conhecimento fornecido, bem como selecionar e explorar outros recursos, a fim de melhorar a sua capacidade de resolução de problemas.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main purpose of this Curricular Unit is to provide students with both knowledge and tools that will enable them to address the theoretical issues of plant metabolism and practical issues regarding the regulation of plant growth and development. These aspects are crucial for the understanding and rational use of the biological resources.

The Curricular Unit is organized in lectures and tutorials, and will include the collaboration of external experts. The expected diversity of students' previous skills recommends the use of tutorials in order to identify the strengths and weaknesses of the students. The capabilities found will be used to bridge gaps and to promote the students' rationale thinking.

The evaluation will consider the student individual work. The teachers will provide a list of scientific papers for discussion. The evaluation will include an oral presentation and a written report. This methodology will help the students to make a better use of the knowledge provided, as well as to select and explore other resources, thus improving their problem solving capacity.

3.3.9. Bibliografia principal:

Serão utilizados artigos científicos e obras de referência como, por exemplo/Scientific papers and reference works will be used as model cases to be discussed in tutorial sessions. Some reference books:

- *Plant Physiology de Lincoln Taiz e Eduardo Zeiger (5ª Edição). Sinauer Associates Inc. Publishers (2010);*
- *Plant Biochemistry de Hans-Walter Heldt e Fiona Heldt (3ª Edição). Academic Press (2005);*
- *Biochemistry & Molecular Biology of Plants de Bob Buchanan, Wilhelm Gruissem, Russell Jones, John Wiley & Sons (2000);*
- *Plant Biochemistry de Caroline Bowsher, Martin Steer e Alyson Tobin (1ª Edição), T&F Informa (2008).*

Mapa IV - Ecofisiologia Vegetal / Eco-Physiology and Plant Interactions**3.3.1. Unidade curricular:**

Ecofisiologia Vegetal / Eco-Physiology and Plant Interactions

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Nelson José Madeira Saibo

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Paula Duque Magalhães Santos

Outros docentes (especialistas) serão convidados a dar aulas sobre tópicos seleccionados.

Paula Duque Magalhães Santos

Other lecturers (experts) will be invited to give lectures on selected topics.

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo geral desta unidade curricular é apresentar e integrar o conhecimento mais recente sobre os processos fisiológicos subjacentes às interações entre as plantas terrestres e o seu meio ambiente. Este curso irá apresentar uma visão geral das respostas funcionais que influenciam o crescimento, sobrevivência, adaptação e evolução das plantas no seu contexto ambiental. Os mecanismos que regulam estas respostas fundamentais serão analisados a vários níveis, desde os aspetos moleculares e bioquímicos até ao funcionamento da planta como um todo. Particular atenção será dada ao efeito dos diferentes stresses bióticos e abióticos e aos mecanismos envolvidos na resposta

imediate, aclimação e adaptação por parte das plantas.

Os alunos deverão desenvolver uma aprendizagem crítica dos principais mecanismos fisiológicos que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas no seu ambiente natural e adquirir competências básicas na sua investigação.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The overall goal of this curricular unit is to review and integrate the current knowledge on the physiological processes underlying the complex interactions between terrestrial plants and their environment. In particular, the course provides an overview of the functional responses influencing the growth, survival, adaptation and evolution of plants in their environmental context. The mechanisms governing these fundamental responses are examined at various levels, from the molecular and biochemical aspects to the functioning of the intact plant. Particular emphasis is placed on the impact of different biotic or abiotic factors and on the plant processes taking place during the immediate response, acclimation, and adaptation to stress.

Students are expected to develop a critical understanding of the key physiological processes affecting plant growth and development in the natural environment and acquire basic skills in plant experimental research.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

I. Plantas e o meio ambiente

- *Balanço de nutrientes, carbono e água;*
- *Interação planta-ambiente;*
- *A produção vegetal e o stress;*
- *Métodos em Ecofisiologia*

II. Interações abióticas

- *Stress hídrico (falta de água, alagamento, salinidade);*
- *Stress térmico (frio, gelo, calor);*
- *Stress luminoso (fotoinibição e foto-oxidação, luz UV);*
- *Agentes de poluição (CO₂, ozono, metais pesados);*
- *Avaliação de stress e identificação de plantas tolerantes;*
- *Cruzamento das respostas das plantas ao stress*

III. Interações bióticas

- *Interações benéficas (micorrizas, bactérias nodulares);*
- *Stress biótico (plantas parasitas, pragas e doenças);*
- *Interações parasita-hospedeiro;*
- *Controlo das interações bióticas (barreiras anatómicas e químicas, abordagem molecular/genética e organismos vivos);*
- *Avaliação do stress e identificação de plantas resistentes*

3.3.5. Syllabus:

I. Plants and environment

- *Carbon, nutrient and water balances;*
- *Plant-environment interactions;*
- *Plant production and stress;*
- *Methods in Ecophysiology*

II. Abiotic interactions

- *Water stress (water deficit, flooding, salinity);*
- *Temperature stress (chilling, freezing, high temperature);*
- *Light stress (photoinhibition and photooxidation, UV light);*
- *Pollution agents (CO₂, ozone, heavy metals);*
- *Stress evaluation and screening for tolerance;*
- *Cross-talk in plant stress responses*

III. Biotic interactions

- *Beneficial interactions (mycorrhiza, nodulating bacteria);*
- *Biotic stress (parasitic plants, pests and diseases);*
- *Host-parasite interactions;*
- *Control of biotic interactions (anatomical and chemical barriers, molecular/genetic approach and living organisms);*
- *Stress evaluation and screening for resistance*

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Todas as plantas superiores dependem basicamente dos mesmos recursos naturais essenciais, nomeadamente luz como fonte de energia e água e nutrientes para o crescimento e reprodução. Em ambientes mais rigorosos, onde estes recursos críticos se tornam limitantes, as plantas enfrentam maior pressão seletiva e desenvolveram estratégias adaptativas complexas para lidar com condições adversas. De modo a proporcionar uma compreensão consistente dos princípios fisiológicos e ecológicos que controlam as respostas das plantas ao ambiente, esta unidade curricular irá inicialmente incidir nos mecanismos utilizados pelas plantas para capturar, usar e reciclar carbono, água e nutrientes. Este conhecimento proporcionará o enquadramento ideal para discutir a fisiologia do stress e as suas

consequências para a evolução das plantas. Uma vez estabelecidas estas bases de conhecimento, serão explorados individualmente os efeitos mais relevantes dos stresses biótico e abiótico sobre a fisiologia da planta. Algumas das principais questões a ser abordadas serão i) como é que o crescimento e desenvolvimento da planta, bem como os processos metabólicos fundamentais, tais como a respiração e a fotossíntese, são afetados pela seca, elevada salinidade, alagamento, temperaturas extremas, stress luminoso ou poluição ambiental; ii) como é que as interações simbióticas podem afetar as plantas na sua absorção de água e nutrientes, e iii) como é que as plantas resistem a agentes patogénicos microbianos.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

All higher plants depend basically on the same essential natural resources, namely light as an energy source and water and nutrients for growth and reproduction. In challenging environments where these critical resources become limiting, plants face enhanced selective pressure and have evolved elaborate adaptive strategies to cope with adverse conditions. In order to provide an in depth understanding of the physiological and ecological principles governing plant responses to the environment, this curricular unit will first consider the mechanisms employed by plants to capture, use and cycle carbon, water and nutrients, thus providing a framework to discuss stress physiology and its consequences for plant evolution. Once these foundations are established, the effects of the most relevant biotic and abiotic stress factors on the physiology of the plant will be individually explored. Some of the main questions to be addressed will include i) how plant growth and development, as well as fundamental metabolic processes such as respiration and photosynthesis, are affected by drought, high salinity, flooding, temperature and light stress or ambient pollution; ii) how symbiotic interactions may affect plant water and nutrient uptake; and iii) how plants resist to microbial pathogens.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conteúdos da unidade curricular (UC) serão apresentados em duas formas diferentes, aulas e tutoriais, mas também poderão ser incluídos seminários e um workshop. As aulas deverão ter como base literatura atual sobre trabalhos de elevado interesse e serão lecionadas por professores com investigação científica ativa nos temas abordados. Assim, trabalhos altamente relevantes serão apresentados utilizando um ensino baseado na resolução de problemas específicos e na participação ativa do aluno. Nos tutoriais, os alunos irão aplicar as competências adquiridas na análise, apresentação e discussão de artigos científicos ou na preparação de um projeto ou comunicação científica sobre um tema selecionado.

A avaliação será baseada no interesse e atividade demonstrados pelo aluno durante toda a UC. Os tutoriais permitirão avaliar se o aluno compreendeu os princípios e conceitos básicos, foi capaz de explorar questões, analisar e resolver problemas científicos e desenvolver uma aprendizagem ativa.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical contents of the curricular unit will be presented in two different ways, lectures and tutorials, but may also include seminars and a workshop. Lectures are based on updated primary literature and delivered by lecturers conducting active scientific programs on the covered topics. Relevant original research findings will be presented in a problem-based learning approach and active student participation encouraged. In the tutorials, students will apply the competences acquired in the lectures to analyze, present and discuss case-based model scientific articles and/or to prepare a research project or scientific communication on a selected topic.

The evaluation will be based on the interest and activity demonstrated by the student during the lectures, seminars and workshops. Tutorials will also allow assessing whether the student understood the basic principles and concepts, was able to explore questions, analyze and solve scientific problems, and engage in active learning.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Para alcançar os objetivos desta unidade curricular (UC) é essencial que os docentes estejam envolvidos em investigação ativa sobre os temas abordados. As aulas e seminários devem expor aos alunos os resultados mais recentes sobre os mecanismos fisiológicos subjacentes às interações entre as plantas terrestres e seu meio ambiente. No final da UC, os estudantes devem ter apreendido os princípios/conceitos básicos transmitidos e ser capazes de desenvolver um mapa conceptual sobre as interações planta-ambiente. Os estudantes devem também ter desenvolvido a capacidade de abordar os problemas de uma forma científica e planejar a investigação necessária para investigar mecanismos fisiológicos e moleculares envolvidos nas respostas aos stresses ambientais.

Os tutoriais deverão estimular os estudantes a explorar questões científicas relacionadas com esta UC e conduzi-los a uma aprendizagem ativa. Os alunos serão incentivados a explorar a informação obtida durante as aulas teóricas para compreender melhor os principais mecanismos e o significado funcional das respostas das plantas ao stress biótico e abiótico. Os tutoriais devem também contribuir para melhorar significativamente a capacidade de comunicação e de discussão dos estudantes. Será ainda organizado um workshop de forma a proporcionar aos alunos os conceitos fundamentais que servem de base aos métodos mais atuais no estudo da Ecofisiologia.

Esta UC incidirá principalmente na transmissão dos conhecimentos atuais sobre os mecanismos que regulam o funcionamento da planta intacta no seu contexto ambiental. O método de avaliação desta UC foi planeado de modo a avaliar a aquisição de competências na investigação e resolução de problemas concretos no domínio da Ecofisiologia Vegetal.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

To reach the objectives of this curricular unit (CU), it is essential that the lecturers involved conduct active scientific programs on the covered topics. The lectures and seminars must cover the most recent findings on the physiological processes underlying the complex interactions between terrestrial plants and their environment. By the end of the CU, students should understand the basic principles/concepts conveyed and be able to develop a conceptual framework on plant-environment interactions. They should also have developed skills to approach problems in a scientific way and plan basic experimental research to investigate the physiological and molecular mechanisms governing plant

responses to environmental stresses.

It is expected that tutorials will lead students to explore scientific questions and engage in active learning. They will be encouraged to exploit the information gathered during the lectures to better understand the key mechanisms and functional significance underlying plant responses to biotic and abiotic stress. Tutorials should also significantly improve their communication and discussion skills. Finally, a workshop will be organized in order to provide the students with the basic concepts behind the state-of-the-art methods in plant ecophysiology.

This CU will focus primarily on providing solid knowledge of the molecular and physiological mechanisms governing the functioning of the intact plant in its environmental context. The CU's assessment scheme was designed to measure the extent to which competences in this field of research were developed.

3.3.9. Bibliografia principal:

- *Plant Physiology by Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger (5th Edition). Sinauer Associates Inc. Publishers (2010)*
- *Plant Physiological Ecology by Lambers, Chapin and Pons (2nd Edition), Springer 2008.*
- *Signal Crosstalk in Plant Stress Responses by Keiko Yoshioka and Kazuo Shinozaki (1st Edition), Wiley-Blackwell (2009).*
- *Plant Responses to Abiotic Stress by Heribert Hirt and Kazuo Shinozaki, Springer (2010)*
- *Terrestrial Photosynthesis in a Changing Environment (A Molecular, Physiological, and Ecological Approach) by Jaume Flexas, Francesco Loreto, Hipólito Medrano Cambridge University Press (2012)*

Mapa IV - Estratégias modernas para o melhoramento de plantas/Modern Strategies in Plant Breeding

3.3.1. Unidade curricular:

Estratégias modernas para o melhoramento de plantas/Modern Strategies in Plant Breeding

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Carlota Vaz Patto

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Manuel Pedro Fevereiro

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Compreensão da importância (desafios actuais) e multidisciplinaridade (áreas de conhecimento mais relevantes) do melhoramento vegetal.

Conceitos básicos em melhoramento e factores de evolução.

Conhecimento das metodologias modernas de melhoramento de plantas e das diversas ferramentas actualmente disponíveis.

Conhecimento básico necessário à investigação e resolução de problemas actuais cuja solução dependa do melhoramento de plantas.

Pretende-se que o aluno compreenda o potencial do melhoramento de plantas face às pressões globais (actuais e previstas a curto-médio prazo), e seja capaz de identificar as ferramentas mais adequadas ao objectivo de melhoramento.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Understanding the importance (current challenges) and multidisciplinary (most relevant areas of knowledge) of plant breeding.

Basic concepts in plant breeding and evolution factors.

Knowledge of modern methods of plant breeding and the various tools currently available.

Basic knowledge necessary to investigate and solve current problems whose solution depends on plant breeding.

It is intended that the student understands the potential of plant breeding to address global pressures (current and expected at short-medium term), and is able to identify the most appropriate tools to address the improvement goals.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

O conceito de melhoramento de plantas, a necessidade crescente de plantas melhoradas e as bases interdisciplinares do melhoramento.

Melhoramento de plantas ao longo dos tempos – principais marcos.

Desenvolvimento de variabilidade e materiais do melhoramento

Objectivos do melhoramento (a curto, médio e longo prazo)

Métodos de melhoramento convencionais (espécies autógamas vs. alógamas, índices de selecção, sementes híbridas e mutagénese)

Técnicas modernas de melhoramento (aspectos gerais das ferramentas moleculares, variação somaclonal, haploidização, hibridação somática, engenharia genética)

Os marcadores moleculares em estudos genéticos (diversidade, mapas genéticos e análise de ligamento, mapeamento de QTLs, localização de genes e genómica-genética)

Seleção assistida por marcadores (análise de pedigree, selecção de genes maiores, selecção de QTLs, selecção do genoma completo)

Análise genómica (sintenia e colinearidade, mapeamento por associação ou desequilíbrio de ligação)

3.3.5. Syllabus:

The concept of plant breeding, the growing need for improved plants and the interdisciplinary bases of breeding. Plant breeding along time – the most important milestones. Development of variability and breeding materials. Objectives of improvement (for short, medium and long term). Conventional breeding methods (autogamous species vs. allogamous, selection indexes, hybrid seeds and mutagenesis) Modern breeding techniques (general aspects of molecular tools, somaclonal variation, haplodization, somatic hybridization, genetic engineering) Molecular markers in genetic studies (diversity, genetic maps and linkage analyses, mapping QTLs, location of genes and genomics-genetics) Marker assisted selection (pedigree analysis, selection of major genes, QTLs selection, selection of the complete genome) Genomic Analysis (synteny and collinearity, mapping by association or linkage disequilibrium)

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos cobrem os diferentes métodos de melhoramento actualmente utilizados, dando uma visão geral dos principais avanços conseguidos ao longo do tempo e das tecnologias actualmente disponíveis com as ferramentas modernas. Os avanços mais recentes alicerçam-se nos conhecimentos actuais de genética, fisiologia e biologia molecular de plantas, e conjugam-se para o desenvolvimento mais eficiente de processos de melhoramento direccionados para a qualidade e a produtividade. Com um foco grande nas disciplinas da genética e biologia molecular, esta unidade curricular fornece ainda ao estudante uma visão abrangente das ferramentas da biotecnologia actualmente disponíveis para o melhoramento. A disciplina está organizada por forma a dar ao aluno a visão do que é uma planta no seu ambiente e da forma como o melhorador integra a interacção com o ambiente para a modulação e controlo do desenvolvimento e comportamento vegetal.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course contents covers the different breeding methods currently used, giving an overview of the major advances achieved along time and of the technology currently available with the modern tools. The latest advances build on existing knowledge of plant genetics, physiology and molecular biology, and combine to develop more efficient processes directed at improving quality and productivity. With a major focus in the disciplines of genetics and molecular biology, this course also provides the student with a comprehensive overview of the current biotechnology tools available for breeding purposes. The course is organized in order to give the student a view of what is a plant in its environment and how the breeder integrates the interaction with the environment for the modulation and control of plant development and behavior.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A formação teórica será ministrada através de exposição com interpeleção. A orientação tutorial será efectuada com recurso à pesquisa bibliográfica e discussão de temas seleccionados pelos docentes da disciplina. A avaliação resultará da apresentação oral e escrita de um tema seleccionado pelo aluno de entre os propostos para pesquisa. O desempenho durante os tutoriais, numa vertente de avaliação contínua pelo respectivo tutor, será também considerada.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical training will be taught through exposure with interpellation. The tutorials will be delivered through a literature review and discussion of topics selected by the faculty of the discipline. The evaluation will be based on an oral and written presentation of a topic chosen by the student from among those proposed for research. The performance during the tutorials, in a trend of continuous assessment by the tutor, will also be considered.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias seleccionadas são as geralmente utilizadas para leccionar estes conteúdos aos alunos do nível de graduação a que se dirige esta unidade curricular. A utilização da orientação tutorial adapta-se particularmente aos objectivos a atingir, que implicam a aquisição de competências na investigação e resolução de problemas concretos de melhoramento vegetal.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The methodologies selected are those that are generally used to teach graduate students the contents addressed by this unit. The use of tutorials adapts to the particular objectives, involving the acquisition of skills in investigating and solving concrete problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

Acquaah G. (2012) "Principles of Plant Genetics and Breeding". Wiley-Blackwell (740 pp.).

Brown J., P.D.S. Caligari (2008) "An Introduction to Plant Breeding". Blakwell Publishing (209 pp.).

Henry R.J. (2012) "Molecular Markers in Plants" . Wiley-Blackwell (210 pp.)

Xu Y. (2010) Molecular Plant Breeding". Cabi International (734 pp.).

Mapa IV - Plant Biotechnology for Sustainability and Global Economy/ver nome UC em português no ponto 3.3.3

3.3.1. Unidade curricular:

Plant Biotechnology for Sustainability and Global Economy/ver nome UC em português no ponto 3.3.3

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Maria Margarida Oliveira

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

Célia Maria Romba Rodrigues Miguel

Nome completo da Unidade curricular em Português: Biotecnologia Vegetal para a Sustentabilidade e a Economia Global

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conceito e objectivos gerais da biotecnologia de plantas.

Os grandes desafios para o século XXI.

Ferramentas modernas da biotecnologia vegetal (o melhor conhecimento do ser vivo e do seu potencial; as novas tecnologias baseadas na manipulação do desenvolvimento e no conhecimento do genoma).

Compreensão do funcionamento das plantas e dos seus limites.

Aplicações das novas tecnologias: a biotecnologia vegetal para a sustentabilidade da sociedade, do ambiente e do mercado (floresta, agricultura, alimentação, fármacos e matérias-primas renováveis).

Esta unidade visa dar aos alunos formação e informação, necessárias à compreensão da moderna biotecnologia vegetal para atender com maior precisão a necessidade de melhores produtos e serviços (com menos custos ambientais, económicos e sociais).

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Concept and objectives of plant biotechnology.

The major challenges for the twenty-first century.

Modern tools of plant biotechnology (the best knowledge of the living world and its potential, new technologies based on manipulation of development and genome knowledge).

Understanding the functioning of plants and their limits.

Applications of the new technologies: plant biotechnology for the sustainability of the society, the environment and the market (forest, agriculture, food, pharmaceuticals and renewable raw materials).

This unit aims to give students basic training and information necessary for an understanding of modern plant biotechnology to meet more precisely the need for better products and services (with less environmental, economic and social costs).

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Visão abrangente das particularidades das plantas e dos seus impactos no desenvolvimento, biologia celular e molecular.

Objectivos e ferramentas da biotecnologia vegetal (genómica funcional, tecnologias in vitro, e engenharia molecular) – os novos desafios.

O caminho desde a investigação fundamental às aplicações:

- produção de plantas para alimentação e saúde (nutracêuticos, biofortificação)

- produção de plantas para a indústria (matérias-primas, bioenergia),

- As plantas como fábricas (produção de fármacos e outros compostos úteis) – engenharia metabólica e agricultura molecular

- Interações bióticas e abióticas – Protecção da planta, controlo do desenvolvimento e fitorremediação. Genes efectores, genes reguladores e controlo epigenético na manipulação do comportamento da planta.

Estratégias de conservação de germoplasma e de biodiversidade

Bio-segurança, propriedade intelectual, ética e sociedade

Estudos de caso em Biotecnologia Vegetal.

3.3.5. Syllabus:

Comprehensive view of the peculiarities of plants and their impact on development, cell and molecular biology.

Objectives and tools of plant biotechnology (functional genomics, in vitro technologies and molecular engineering) - the new challenges.

The path from basic research to applications:

- Production of plants for food and health (nutraceuticals, biofortification)

- Production of plants for industry (raw materials, bioenergy)

- *Plants as factories (production of drugs and other useful compounds) - metabolic engineering and molecular farming*
 - *Biotic and abiotic interactions - plant protection, control of development and phytoremediation. Effector genes, regulator genes and epigenetic control in the manipulation of plant behaviour.*
Strategies for conservation of germplasm and biodiversity.
Bio-safety, intellectual property, ethics and society
Case studies in Plant Biotechnology.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nesta disciplina espera-se que os alunos integrem conhecimentos das características particulares das plantas (face a outros tipos de organismos) que lhes permitam compreender a forma como é possível utilizá-las para gerar produtos e processos relevantes para a bio-economia. Assim, a disciplina aborda também as diferentes estratégias de estudo e manipulação das plantas e discute a sua adequação face aos objectivos aplicados.

Trata-se de uma disciplina particularmente integrativa e que por isso que recorre a um vasto conhecimento das especificidades da biologia vegetal. Para colmatar eventuais deficiências de conhecimento de base que os alunos tenham, a disciplina compreende uma parte introdutória que visa dar a visão abrangente do que é uma planta e de como funciona.

O conhecimento das ferramentas da biotecnologia, bem como o conhecimento da genética, biologia e fisiologia molecular das plantas é essencial para compreender a Biotecnologia vegetal moderna e para perspectivar processos de melhoramento vegetal com recurso à modificação do genoma.

Nas suas diversas vertentes, esta unidade curricular prepara os alunos para com-preender as abordagens possíveis da biotecnologia vegetal para responder aos desafios do século XXI.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In this course it is expected that students integrate knowledge regarding the particular characteristics of the plants (as compared to other types of organisms) that allow them to understand how it is possible to use plants to generate products and processes relevant to the bio-economy. Thus, the discipline also addresses the different strategies of studying and manipulating plants, and discusses their appropriateness for the applied objectives.

This is an especially integrative discipline and therefore it uses a broad knowledge of the specificities of plant biology. To tackle potential deficiencies in basic knowledge that the students may have, the discipline comprises an introductory part aiming to give a comprehensive overview of what a plant is and how it works.

The knowledge of biotechnology tools, as well as knowledge of plant genetics, molecular biology and physiology, are essential to understand the modern plant biotechnology and plant breeding processes grounded on genome modifications.

In its various forms, this course prepares students to understand the various approaches of plant biotechnology to meet the challenges of the XXI century.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina terá uma forte componente teórica ministrada através de exposição com interpelação. Adicionalmente, haverá orientação tutorial através de pesquisa bibliográfica e discussão de temas seleccionados pelos docentes da disciplina. Ocasionalmente serão preparadas demonstrações laboratoriais, necessariamente curtas, tendo em conta a duração da disciplina.

A avaliação resultará da apresentação oral e escrita de um tema seleccionado pelo aluno de entre os temas propostos pelos docentes. O desempenho durante os tutoriais, numa vertente de avaliação continua pelo respectivo tutor, será também considerada.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course will have a strong theoretical component taught through exposure with interpellation. Additionally, there will be tutorials through literature review and discussion of topics selected by the faculty of the discipline.

Occasionally laboratory demonstrations will be prepared, necessarily short, taking into account the duration of the course.

The evaluation will be based on the oral and written presentation of a topic chosen by the student from among the topics proposed by faculty. The performance during the tutorials, in a trend of continuous assessment by the tutor, will also be considered.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino seleccionadas são as necessárias e geralmente utilizadas para leccionar estes conteúdos aos alunos do nível de graduação a que se dirige esta unidade curricular.

A demonstração laboratorial poderá ser particularmente adequada a alunos cujo contacto prévio com esta área do conhecimento seja mais ausente.

O recurso à orientação tutorial é particularmente adequado aos objectivos a atingir, que implicam a aquisição de competências na investigação e resolução de problemas concretos no domínio da biotecnologia vegetal.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies selected are the necessary and usually applied to teach these subjects to students at the graduate level addressed by this course.

The demonstration laboratory may be particularly suited to students whose prior contact with this area of knowledge is more absent.

The use of tutorial guidance is particularly suited to achieving objectives such as acquisition of skills to investigate and solve concrete problems in the plant biotechnology field.

3.3.9. Bibliografia principal:

Altman A., P.M. Hasegawa (2012) "Plant Biotechnology and Agriculture: Prospects for the 21st Century". Elsevier Inc., San Diego, USA.
Birchler J.A. (2011) "Plant Chromosome Engineering". Humana Press. Springer Protocols.
Christou P., H. Klee (2004) "Handbook of Plant Biotechnology". John Wiley & Sons Lt.
Kirakosyan A., P.B. Kaufman (2009) "Recent Advances in Plant Biotechnology". –Springer, London.
Wang A., S. Ma. (2012) "Molecular Farming in Plants: Recent Advances and Future Prospects". Springer Science + Business Media, London.

Mapa IV - Tese / Thesis**3.3.1. Unidade curricular:**

Tese / Thesis

3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

A definir (supervisor do aluno) / To be defined (supervisor)

3.3.3. Outros docentes que leccionam a unidade curricular e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

<sem resposta>

3.3.4. Objectivos de aprendizagem da unidade curricular (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Na unidade curricular do Projecto de Investigação pretende-se que o aluno explore a fundo um problema científico, de modo a realizar trabalho original na área do seu projecto, e que nesse processo desenvolva a capacidade de pensar de modo independente, crie hábitos de trabalho e de gestão de tempo, desenvolva capacidades de escrever e comunicar oralmente o seu trabalho de forma clara e sucinta e que domine várias técnicas experimentais e/ou computacionais.

3.3.4. Intended learning outcomes of the curricular unit (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objective of this CU comprising the Research Project is that the student studies deeply a research problem and produces original work in the area of the project, while developing skills for independent thinking, creating work and time management habits, developing the ability to communicate in science effectively, in a clear and concise way, and finally mastering several experimental or computational techniques and technologies.

3.3.5. Conteúdos programáticos:

Cada estudante vai escolher um laboratório afiliado com o programa (ou aprovado pela Comissão Científica do Programa no caso de laboratórios externos) e vai desenvolver um projecto de investigação integrado num ambiente cientificamente competitivo. Este projecto vai ser supervisionado por um membro sénior do laboratório. No fim deste projecto é esperado que o estudante produza uma tese, que deve ser apresentada oralmente e discutida com um júri de doutoramento, nos moldes fixados pelo Regulamento de Doutoramento do ITQB e FCT.

3.3.5. Syllabus:

Each student will choose one laboratory affiliated with the Program (or approved by the scientific commission in the case of external laboratories) and will develop a research project within a competitive scientific environment. This project will be supervised by a senior member of the laboratory. At the end of the project it is expected that the student will produce a thesis, which should be presented and discussed orally with a PhD Jury, as determined by the ITQB and FCT PhD Regulations.

3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos são coerentes com os objectivos da unidade curricular. Pretende-se que os estudantes cultivem um espírito crítico, independência científica e produzam investigação inovadora na sua área de trabalho.

3.3.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents are consistent with the objectives of the CU. It is aimed that the students achieve scientific independence and develop a critical perspective, while producing innovative research in their project area.

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular segue uma lógica de ensino baseado em trabalho de investigação e em resolução de problemas. Embora supervisionado, este ensino contará com a criatividade e autonomia do estudante. Será implementado através do planeamento e execução de investigação, da leitura de artigos científicos e obras de referência, e da escrita de relatórios, artigos e a tese de doutoramento. Este processo será acompanhado pelo supervisor e pela Comissão de tese, a que o aluno reporta anualmente.

A avaliação será feita pelo júri de doutoramento, baseando-se no desempenho do estudante ao longo de todas as fases do projecto, incluindo os artigos publicados, a tese, a sua apresentação e a sua defesa pública.

3.3.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching methodology is based on a problem-solving and research work approach. Although supervised, the teaching process will rely heavily on the student's autonomy and creativity. This will be implemented by planning and executing research, reading scientific papers and reference books, writing reports, publications and finally the Thesis. The process will be accompanied by the Supervisor and the Thesis Committee, to which the student reports annually. The evaluation will be made by the PhD Jury, on the basis of the student's performance when implementing all phases of the project, the work published, the Thesis and its presentation and public defense.

3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino visam criar autonomia e espírito crítico no aluno de modo a que este se torne num investigador/profissional independente e capaz de lidar com problemas complexos.

3.3.8. Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodologies aim to create autonomy and a critical mind-set in the student, so that he/she develops into an independent researcher/professional capable of dealing with complex problems.

3.3.9. Bibliografia principal:

Artigos científicos e obras de referência das áreas em que se insiram os projectos de investigação.

Research articles and reference books in the areas of the research projects.

4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes

4.1.1. Fichas curriculares dos docentes

Mapa V - Adriano José Alves de Oliveira Henriques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Adriano José Alves de Oliveira Henriques

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Maria Beirão Reis de La Fuente Sanchez

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Ana Maria Beirão Reis de La Fuente Sanchez

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Margarida Palma Teixeira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ana Margarida Palma Teixeira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Carla Maria Alexandre Pinheiro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Carla Maria Alexandre Pinheiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Carlos Maria de Noronha Galvão Franco Frazão**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Carlos Maria de Noronha Galvão Franco Frazão

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Carlos José Rodrigues Crispim Romão**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Carlos José Rodrigues Crispim Romão

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Carlota Morais e Cunha Vaz Patto**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Carlota Morais e Cunha Vaz Patto

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Catarina Maurício Brito Ataíde Montes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ana Catarina Maurício Brito Ataíde Montes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Cecília Maria Pais de Faria de Andrade Arraiano****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Cecília Maria Pais de Faria de Andrade Arraiano***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Célia Maria Romba Rodrigues Miguel****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Célia Maria Romba Rodrigues Miguel***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Inês Antunes Cardoso Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Inês Antunes Cardoso Pereira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Júlia Carvalho Costa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Júlia Carvalho Costa***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Karina de Bívar Xavier****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Karina de Bívar Xavier***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Lígia Maria de Oliveira Martins****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Lígia Maria de Oliveira Martins***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Lígia Raquel Mendonça Faria Marques Saraiva Teixeira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Lígia Raquel Mendonça Faria Marques Saraiva Teixeira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Margarida Archer Baltazar Pereira da Silva Franco Frazão**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Margarida Archer Baltazar Pereira da Silva Franco Frazão

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Manuela Alexandra de Abreu Serra Marques Pereira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuela Alexandra de Abreu Serra Marques Pereira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Margarida Moutinho Girão de Oliveira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Margarida Moutinho Girão de Oliveira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Mariana Luísa Tomás Gomes de Pinho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Mariana Luísa Tomás Gomes de Pinho

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Nelson José Madeira Saibo

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Nelson José Madeira Saibo

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Paula Maria Marques Leal Sanches Alves

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Paula Maria Marques Leal Sanches Alves

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Raquel Sá Leão Domingues da Silva

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Raquel Sá Leão Domingues da Silva

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ricardo Saraiva Loureiro Oliveira Louro

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Ricardo Saraiva Loureiro Oliveira Louro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:
Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):
100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Rita Sobral Moutinho Abranches

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):
Rita Sobral Moutinho Abranches

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Sérgio Joaquim Raposo Filipe**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Sérgio Joaquim Raposo Filipe

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ricardo Manuel Seixas Boavida Ferreira**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ricardo Manuel Seixas Boavida Ferreira

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

Universidade Técnica de Lisboa

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

Instituto Superior de Agronomia

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

50

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Manuel Pedro Salema Fevereiro**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuel Pedro Salema Fevereiro

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

Universidade de Lisboa

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

50

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Luís Jaime Gomes Ferreira da Silva Mota****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Luís Jaime Gomes Ferreira da Silva Mota***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - José Paulo Nunes de Sousa Sampaio****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Paulo Nunes de Sousa Sampaio***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Manuel José Teixeira Carrondo**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Manuel José Teixeira Carrondo

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Teresa Nunes Mangas Catarino**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Teresa Nunes Mangas Catarino

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Cecília Afonso Roque**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ana Cecília Afonso Roque

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria João Lobo de Reis Madeira Romão**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria João Lobo de Reis Madeira Romão

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Catedrático ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ilda Maria Barros dos Santos Gomes Sanches**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Ilda Maria Barros dos Santos Gomes Sanches

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Isabel Maria Godinho Sá Nogueira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Isabel Maria Godinho Sá Nogueira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Maria Alice Santos Pereira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Alice Santos Pereira***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Maria dos Anjos Lopez de Macedo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria dos Anjos Lopez de Macedo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Luis Filipe Costa Lages****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Luis Filipe Costa Lages***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):*Faculdade de Economia / Nova SBE***4.1.1.4. Categoria:***Professor Associado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - Carlos Alberto Gomes Salgueiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Carlos Alberto Gomes Salgueiro***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:*Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***100***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa V - José Alberto Bernardo de Magalhães Feijó****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***José Alberto Bernardo de Magalhães Feijó***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Catedrático ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***50***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Maria Margarida de Carvalho Negrão Serra**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Maria Margarida de Carvalho Negrão Serra

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Paula Duque Magalhães Santos**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Paula Duque Magalhães Santos

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Cláudio Manuel Simões Loureiro Nunes Soares**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Cláudio Manuel Simões Loureiro Nunes Soares

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Associado ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Cláudio Emanuel Moreira Gomes**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

Cláudio Emanuel Moreira Gomes

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Sofia de Sousa Valente Coroadinha

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Ana Sofia de Sousa Valente Coroadinha

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Ana Lúcia Freitas de Mesquita Basrbas Sant'Ana de Miranda

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

Ana Lúcia Freitas de Mesquita Basrbas Sant'Ana de Miranda

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

Professor Auxiliar ou equivalente

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular de docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos

4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Study cycle's academic staff

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação / Information
-------------	---------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------

Adriano José Alves de Oliveira Henriques	Doutor	Biologia Celular	100	Ficha submetida
Ana Maria Beirão Reis de La Fuente Sanchez	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Ana Margarida Palma Teixeira	Doutor	Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Carla Maria Alexandre Pinheiro	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Carlos Maria de Noronha Galvão Franco Frazão	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Carlos José Rodrigues Crispim Romão	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria Carlota Morais e Cunha Vaz Patto	Doutor	Production Ecology and Resources Conservation	100	Ficha submetida
Ana Catarina Maurício Brito Ataíde Montes	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Cecília Maria Pais de Faria de Andrade Arraiano	Doutor	Genética	100	Ficha submetida
Célia Maria Romba Rodrigues Miguel	Doutor	Biotecnologia Vegetal	100	Ficha submetida
Inês Antunes Cardoso Pereira	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Júlia Carvalho Costa	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Karina de Bívar Xavier	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Lígia Maria de Oliveira Martins	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Lígia Raquel Mendonça Faria Marques Saraiva Teixeira	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Margarida Archer Baltazar Pereira da Silva Franco Frazão	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Manuela Alexandra de Abreu Serra Marques Pereira	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Maria Margarida Moutinho Girão de Oliveira	Doutor	Biotecnologia Vegetal	100	Ficha submetida
Mariana Luísa Tomás Gomes de Pinho	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Nelson José Madeira Saibo	Doutor	Ciências - Biologia Molecular de Plantas	100	Ficha submetida
Paula Maria Marques Leal Sanches Alves	Doutor	Bioquímica/Eng Bioquímica	100	Ficha submetida
Raquel Sá Leão Domingues da Silva	Doutor	Biologia / Biologia Molecular	100	Ficha submetida
Ricardo Saraiva Loureiro Oliveira Louro	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Rita Sobral Moutinho Abranches	Doutor	Biologia Celular	100	Ficha submetida
Sérgio Joaquim Raposo Filipe	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Ricardo Manuel Seixas Boavida Ferreira	Doutor	Bioquímica	50	Ficha submetida
Manuel Pedro Salema Fevereiro	Doutor	Biologia Celular	50	Ficha submetida
Luís Jaime Gomes Ferreira da Silva Mota	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
José Paulo Nunes de Sousa Sampaio	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves	Doutor	Ciência Naturais	100	Ficha submetida
Manuel José Teixeira Carrondo	Doutor	Eng. Ambiente	100	Ficha submetida
Maria Teresa Nunes Mangas Catarino	Doutor	Bioquímica / Bioquímica-Física	100	Ficha submetida
Ana Cecília Afonso Roque	Doutor	Biotechnology	100	Ficha submetida
Maria João Lobo de Reis Madeira Romão	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Ilda Maria Barros dos Santos Gomes Sanches	Doutor	Biologia Molecular	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista	Doutor	Human Molecular Genetics	100	Ficha submetida
Isabel Maria Godinho Sá Nogueira	Doutor	Biologia-Biologia Molecular	100	Ficha submetida
Maria Alice Santos Pereira	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria dos Anjos Lopez de Macedo	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Luis Filipe Costa Lages	Doutor	Gestão	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Gomes Salgueiro	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
José Alberto Bernardo de Magalhães Feijó	Doutor	Biologia Celular	50	Ficha submetida
Maria Margarida de Carvalho Negrão Serra	Doutor	Ciências da Engenharia e Tecnologia, Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Paula Duque Magalhães Santos	Doutor	Fisiologia e Bioquímica	100	Ficha submetida
Cláudio Manuel Simões Loureiro Nunes Soares	Doutor	Bioquímica Teórica	100	Ficha submetida
Cláudio Emanuel Moreira Gomes	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Ana Sofia de Sousa Valente Coroadinha	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Lúcia Freitas de Mesquita Basrbas Sant'Ana de Miranda	Doutor	Ciências Biológicas	100	Ficha submetida

4650

<sem resposta>

4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos

4.2.1.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição:

45

4.2.1.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral na Instituição (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

96,8

4.2.2.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à Instituição por um período superior a três anos:

45

4.2.2.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à Instituição por um período superior a três anos (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

96,8

4.2.3.a Número dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor:

45

4.2.3.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos em tempo integral com grau de doutor (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

96,8

4.2.4.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano:

<sem resposta>

4.2.4.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (campo de preenchimento automático calculado após a submissão do formulário):

<sem resposta>

4.2.5.a Número (ETI) de docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha):

<sem resposta>

4.2.5.b Percentagem dos docentes do ciclo de estudos não doutorados com grau de mestre (pré-Bolonha) (campo automático calculado após a submissão do formulário):

<sem resposta>

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente actualização:

Em 16 de Agosto de 2010 foi publicado em DR (2ª Série, nº 158) o Regulamento nº 684/2010 relativo à Avaliação do Desempenho e Alteração do Posicionamento Remuneratório dos docentes da UNL-Universidade Nova de Lisboa. O regulamento tem por objecto o desempenho dos docentes da UNL, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade.

A avaliação de desempenho abrange todos os docentes da UNL, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respectiva actividade:

- a) Docência (e.g., diversidade de disciplinas ensinadas; disponibilização de material pedagógico; orientação de Dissertações de Mestrado e de Teses de Doutoramento; participação em júris de provas académicas)*
- b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação (e.g., coordenação e participação em projectos de investigação e direcção de unidades de investigação; publicação de artigos e livros científicos; comunicações apresentadas em congressos científicos; participação em órgãos de revistas científicas; patentes registadas; participação em comissões, organizações ou redes de carácter científico)*
- c) Tarefas administrativas e de gestão académica (e.g., participação em órgãos da UNL e das unidades orgânicas)*
- d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade (e.g., prémios e distinções académicas; relatórios no âmbito do estatuto da carreira docente; serviços prestados a outras entidades)*

As ponderações a considerar em cada vertente são as seguintes:

- a) Docência — entre 20 % e 70 %;*
- b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação — entre 20 % e 70 %;*
- c) Tarefas administrativas e de gestão académica — entre 10 % e 40 %;*
- d) Actividades de extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade — entre 5 % e 40%*

A avaliação positiva é expressa numa escala de três posições (mínimo de 3 pontos e máximo de 9 pontos).

Compete ao Conselho Científico a condução do processo de avaliação de desempenho. Compete ao Conselho Pedagógico pronunciar -se na generalidade sobre o processo de avaliação de desempenho. Compete ao Reitor da UNL homologar os resultados da avaliação do desempenho.

A avaliação do desempenho é feita uma vez em cada triénio, sem prejuízo da monitorização anual, e releva para os seguintes efeitos:

- a) Contratação por tempo indeterminado dos professores auxiliares;*
- b) Renovação dos contratos a termo certo dos docentes não integrados na carreira;*
- c) Alteração do posicionamento remuneratório.*

É assegurada a alteração do posicionamento remuneratório dos docentes que acumulem um mínimo 18 pontos nas avaliações de desempenho. Os docentes com avaliação de desempenho considerada insuficiente em dois triénios consecutivos poderão sofrer as consequências previstas no Estatuto Disciplinar dos Trabalhadores que exercem Funções Públicas.

4.3. Academic staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

Regulation of Performance Evaluation and Amendment of Position Remuneration of academic staff of the UNL-New University of Lisbon was officially published in August 16, 2010 (Regulation 684/2010).

The regulation concerns the performance of the UNL academic staff in order to evaluate it based on merit and improve its quality.

The performance evaluation covers all UNL academic staff, takes into account the specifics of each subject area and considers all aspects of their business:

- a) Teaching (e.g., diversity of subjects taught, availability of teaching materials, supervision of Master and PhD Theses, participation in boards of academic juries).*
- b) Scientific research, development and innovation (e.g., coordination and participation in research projects and coordination of research units, publication of scientific articles and books, papers presented at scientific meetings, participation in bodies of scientific journals, registered patents, participation in scientific committees, organizations or networks).*
- c) Administrative and academic management activities (e.g., participation in bodies of UNL and UNL academic units)*
- d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community (e.g., academic honours and awards, reports in the status of the teaching profession, services provision to other entities).*

The weights assigned to the above dimensions are:

- a) Teaching - between 20% and 70%;*
- b) Scientific research, development and innovation - between 20% and 70%;*
- c) Administrative and academic management activities- between 10% and 40%;*
- d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community - between 5% and 40%.*

The positive evaluation is expressed on a scale of three positions (minimum of 3 points and a maximum of 9 points).

At the academic unit level, the Scientific Council conducts the performance evaluation process and the Pedagogical Council issues an overall appreciation of it. The UNL Rector approves the results of the performance evaluation.

Performance evaluation is carried out once every three years, subject to annual monitoring, and is relevant for the following purposes:

- a) Contract of assistant professors for an indefinite period;*
- b) Renewal of temporary contracts for teachers that are not integrated in the regular academic career;*
- c) Change of salary position.*

The salary position of teachers who accumulate a minimum of 18 points in performance evaluation may be upgraded.

Teachers with performance evaluation considered insufficient in two consecutive three-year periods may suffer the consequences outlined in the Disciplinary Statute of Civil Servants.

5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

5.1. Pessoal não docente afecto ao do ciclo de estudos:

O ITQB, em associação com a FCT, possui recursos humanos adequados no âmbito das actividades de planeamento e gestão do curso de doutoramento (apoio a aulas e docentes, inscrições, gestão académica e actos académicos).

5.1. Non academic staff allocated to the study cycle:

ITQB, in association with FCT, has adequate human resources for the planning and management activities linked to the Doctoral program (support to classes and teachers, enrollment, academic management, and academic evaluations).

5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O ITQB e a FCT dispõem de instalações que vão ao encontro das necessidades de investigação e ensino. Existem salas de estudo e salas de aula com projetores multimédia e instalações de rede informática sem fios, disponível em todo o espaço físico das UO. As UO dispõem ainda de áreas comuns, Auditório e Biblioteca, esta última, com vários computadores para consulta do seu acervo e subscrições online, participando ainda no Consórcio Nacional – b-On – que disponibiliza neste momento mais de 16 000 títulos em texto integral.

Estão ainda disponíveis os laboratórios de ensino e de Investigação do Centro de Química Fina e Biotecnologia – REQUIMTE (Laboratório Associado, FCT/UNL), dos centros do Departamento de Ciências da Vida (FCT/UNL) e do Instituto de Tecnologia Química e Biológica.

Desta forma todas as UO reúnem as condições que permitem o funcionamento com sucesso do presente ciclo de estudos de ensino superior.

5.2. Facilities allocated and/or used by the study cycle (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

Both Institutions, ITQB and FCT, have suitable installations for the development of research and teaching activities. These Institutions have study rooms and teaching rooms with multimedia projection and wireless computer networks, which are available in the whole physical space of the Institutions. There are also common areas such as the Auditorium and the Library. The Library has several computers for accessing its collection and online subscriptions, namely the national consortium - b-ON - which provides access to more than 16000 complete works.

Teaching and research laboratories are available at Centro de Química Fina e Biotecnologia – REQUIMTE (Associate Laboratory, FCT/UNL), at the Centres from Life Sciences Department (FCT/UNL) e at Instituto de Tecnologia Química e Biológica.

Therefore, all Institutions meet the conditions for the successful functioning of this cycle of studies of higher education.

5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

O ITQB e a FCT dispõem de laboratórios devidamente equipados para aulas práticas e trabalhos de investigação a desenvolver no âmbito das unidades curriculares deste ciclo de estudos, e na tese propriamente dita. Os equipamentos disponíveis constituem um conjunto muito diversificado, de entre os quais se destacam:

Sistemas de Purificação de Proteínas (AKTA): 3

Câmaras de luvas anaeróbias: 3

Balanças: 7

Biacore: 1

Centrífugas de alta velocidade: 9

Ultracentrífugas: 4

Sistemas de imagem: 5

Microscópios: 4

Gerador de Raios X: 1

EPR espectrómetro: 1

NMR espectrómetro: 4

Disruptor celular: 3

Incubadores: 4

Liofilizador: 1

Espectrómetro de massa: 4

Espectrofotómetros UV/VIS: 7

HPLC: 2

Stopped-Flow: 3

Espectrofluorímetros: 2

Sistema de Calorimetria Exploratória Diferencial: 1

Analizador de partículas Zetasizer: 1

PCR em tempo real: 2

5.3. Indication of the main equipments and materials allocated and/or used by the study cycle (didactic and scientific equipments and materials and ICTs):

ITQB and FCT possess suitably equipped laboratories for practical classes and research work to be undertaken within the framework of this Doctoral program, including the thesis. The available equipments are very diverse, and include:

Protein Purification Systems (AKTA): 3

Anaerobic Glove Chambers: 3

Balances: 7

Biacore: 1

High speed centrifuges: 9

Ultracentrifuges: 4

Imaging Systems: 5

Microscopes: 4

X-Ray diffractometer: 1

EPR spectrometer: 1

NMR spectrometer: 4

Cellular Disrupters: 3

Incubators: 4

Lyophilizer: 1

Mass spectrometers: 4

UV/VIS Spectrophotometers: 4

HPLC: 2

Stopped-Flow systems: 3

Spectrofluorimeters: 2

Differential scanning calorimetry system: 1

Dynamic light scattering system: 1

Real-time PCR systems: 2

6. Actividades de formação e investigação

6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study cycle, where the members of the academic staff develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
ITQB- Laboratório Associado/ITQB Associated Laboratory	Excelente/Excellent	ITQB/UNL	n.a.
CQFB - REQUIMTE Laboratório Associado/CQFB - REQUIMTE Associated Laboratory	Excelente/Excellent	FCT/UNL	n.a.
Centro de Recursos Microbiológicos (CREM)/Centre for Microbial Resources	Muito bom/Very Good	FCT/UNL	Departamento de Ciências da Vida/Life Sciences Departement

Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. Indicação do número de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares nos últimos cinco anos:

966

6.3. Lista dos principais projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área de ciclo de estudos:

Este programa de doutoramento resulta da associação entre duas unidades orgânicas da NOVA - ITQB e FCT – incluindo três centros de investigação – o ITQB, que pertence ao Laboratório Associado de Oeiras, o CQFB que pertence ao Laboratório Associado REQUIMTE e o CREM- Centro de Recursos Microbiológicos. Estas instituições, para além de serem financiadas pelo Orçamento do Estado, têm fundos captados competitivamente através dos projectos estratégicos que financiam os dois laboratórios associados e o centro de investigação. Também obtidos competitivamente, estas instituições, têm em curso, nas áreas ligadas a este programa de doutoramento, 187 projectos científicos financiados pela FCT/MEC, 25 pela Comissão Europeia e 6 por entidades diversas como a Fundação Calouste Gulbenkian, a Pfizer e o Ministério da Defesa. O montante global de financiamento destes projectos é de 22.081 M€. Para além disso, participam nas parcerias internacionais MIT-Portugal e Harvard Medical School Portugal.

6.3. Indication of the main projects and/or national and international partnerships where the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study cycle are integrated:

This PhD program results from the association between two units of NOVA - ITQB and FCT - including three research centres - ITQB, which belongs to the Associate Laboratory of Oeiras, CQFB, which belongs to the Associate Laboratory REQUIMTE and CREM-Centre for Microbiological Resources. These institutions, in addition of being financed by the State Budget, have funds obtained competitively through the strategic projects that fund both associated laboratories and the research centre. These institutions have ongoing, in areas related to this doctoral program, 187 scientific projects financed by FCT / MEC, 25 by the European Commission and 6 by various entities such as the Calouste Gulbenkian Foundation, Pfizer and the Ministry of Defence, all of these obtained competitively. The total amount of funding for these projects is 22 081 M €. In addition, they participate in the international partnerships MIT-Portugal Portugal and Harvard Medical School.

7. Actividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objectivos da Instituição:

O ITQB e a FCT oferecem treino avançado através dos programas de Mestrado e Doutoramento e a nível de Licenciatura a Pós-doutoramento. O ITQB presta uma variedade de serviços às comunidades científicas nacional e internacional: RMN, cristalografia de raios-X, espetroscopia de massa, produção e purificação de proteínas; suporte científico e tecnológico nas áreas da biologia e biotecnologia de plantas, microbiologia e química analítica. A FCT presta serviços de RMN e cristalografia de raios X.

Ambas UO organizam regularmente cursos em temas atuais nas áreas da Bioquímica, Biologia e Biotecnologia e recebem estudantes do ensino secundário em Estágios de Verão. Estão envolvidas em atividades dirigidas à população em geral, como as iniciativas “Dia Aberto do ITQB”; “Um Cientista na Escola” e “A noite Europeia dos Investigadores”; recebem regularmente visitas de escolas secundárias, contribuindo para a atualização científica dos professores e sensibilização dos alunos para a investigação.

7.1. Describe these activities and if they correspond to market needs and to the mission and objectives of the Institution:
ITQB and FCT provide advanced training through their Master and PhD courses, and Graduate and Post-doctoral research trainings. ITQB also offers services in the areas of biology and chemistry for the national and international scientific communities, namely in: NMR and X-ray crystallography for 3D structure determination; mass spectrometry, protein expression and purification; plant biology and biotechnology; analytical chemistry and microbiology, besides scientific/technical support to other institutions. FCT also offers services in X-ray crystallography and NMR. Both OU regularly organize courses on current topics and cutting edge technologies in Biochemistry, Biology and Biotechnology, and host high-school students and their teachers in visits and Summer Traineeships, tackling their concerns and contributing to the teachers' scientific update. They also participate in activities for the general public ("ITQB Open Day", "A Researcher in your school", "European Researcher's Night").

8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do MEE:
A percentagem de desempregados com habilitação superior na área "Ciências da Vida" (de acordo com o GPEARI, MEC, <http://www.gpeari.mctes.pt>) era de 1,6% (em 2011). Estes valores são claramente inferiores aos correspondentes noutras áreas afins, como sejam a Saúde (6.4% em 2011) e a Engenharia (8,3% em 2011). Dados internos referentes a doutorados pelo ITQB entre 1995 e 2007 e sua situação laboral em 2008 indicam que a empregabilidade destes é da ordem de pelo menos 83%. De um total de 160 doutorados, 103 (64%) encontram-se empregados em Portugal, 30 (19%) encontram-se empregados no estrangeiro, 5 (3%) não trabalha e de 22 (14%) não há informação.

8.1. Evaluation of the graduates' employability based on MEE data:

Based on the information made available by the GPEARI, MEC (<http://www.gpeari.mctes.pt>), the percentage of unemployed people with higher qualifications in the area "Life Sciences", as compared with the total unemployed people with higher qualifications, was of only 1.6% (in 2011). Such figures are clearly inferior to the percentage of unemployed people with higher qualifications in related areas such as health (6.4 % in 2011) or engineering (8.3% in 2011). Data concerning employability of ITQB PhD graduates (from 1995 to 2007) indicate that at least 83% were employed in 2008: from a total of 160 PhD graduates, 103 were employed and working in Portugal (64%), 30 were working abroad (19%), 5 were not working (3%) and the situation of the remaining 22 was not known (14%).

8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Nos últimos anos o programa doutoral do ITQB e os cursos de 1º ciclo da FCT nas Ciências da Vida têm sido completamente preenchidos. O ITQB recebe nos seus laboratórios um grande número de alunos de Mestrado das áreas das Ciências da Vida para desenvolvimento de Projetos de Tese, provenientes da FCT e de outras instituições, sendo que a procura supera largamente a oferta. A capacidade de atrair estudantes para Mestrados da FCT tem sido muito boa, com incorporação de estudantes com primeiros ciclos de outras instituições. A FCT e o ITQB estão associados num Mestrado de grande sucesso em Microbiologia Médica (<http://www.fct.unl.pt/candidato/mestrados/mestrado-em-microbiologia-medica-da-universidade-nova-de-lisboa-2011-2013>), lecionado em colaboração com a FCM e o IHMT; ITQB é parceiro associado do Mestrado em Biotecnologia da FCT (<http://sites.fct.unl.pt/mestrado-biotecnologia>), lecionando com o IBET a disciplina de "Biotecnologia de Plantas e Tecnologia de Células Animais".

8.2. Evaluation of the capacity to attract students based on access data (DGES):

The current ITQB PhD Program and the BSc courses in Biochemistry and Life Sciences from FCT have consistently filled their target enrolment numbers in the last few years. ITQB Research Labs host a large number of MSc students (in the areas of Life Sciences and Biotechnology) for the development of Thesis Research Projects, including FCT Master Students. Concerning FCT, the capacity to attract students for Master courses has been very good, with admission of students that have completed first cycles in other Institutions. FCT and ITQB, together with FCM and IHMT, are already involved in a highly successful Master course in Medical Microbiology (<http://www.fct.unl.pt/candidato/mestrados/mestrado-em-microbiologia-medica-da-universidade-nova-de-lisboa-2011-2013>) and ITQB is associate partner of the FCT Biotechnology Master (<http://sites.fct.unl.pt/mestrado-biotecnologia>), teaching together with IBET the Curricular Unit of "Plant biotechnology and animal cell technology".

8.3. Lista de parcerias com outras Instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares:

O ITQB e a FCT são ambos UO da NOVA; o ITQB é um dos membros do Laboratório Associado de Oeiras (LAO), juntamente com o IBET, o IGC e o CEDOC (um centro de investigação da FCM da NOVA). Estas ligações facilitam a presença de docentes de outras UO da NOVA e do LAO, para lecionar aulas e seminários sobre temas especializados. Também a nível do Projeto de Dissertação se prevê que os alunos possam realizar parte dos seus projetos de investigação noutras instituições de ensino e investigação, tanto nas que incorporam a NOVA e o LAO como noutras instituições nacionais e internacionais nas áreas das Ciências da Vida e da Biotecnologia.

8.3. List of partnerships with other Institutions in the region teaching similar study cycles:

ITQB and FCT are both units of NOVA; ITQB is a member of the Associate Laboratory of Oeiras (LAO), together with IBET, IGC and CEDOC (a research center of FCM of NOVA). This will facilitate the invitation of Professors to deliver

lectures and seminars on specialized topics. Additionally for the development of the Thesis, students will have the option of conducting part of their Research Project in other Institutions in the fields of Life Sciences and Biotechnology, belonging to NOVA and LAO or others within the country or abroad.

9. Fundamentação do número total de ECTS do novo ciclo de estudos

9.1. Justificação do número total de unidades de crédito e da duração do ciclo de estudos com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:

O Programa Doutoral tem uma duração de quatro anos, correspondentes a um total de 240 ECTS. No primeiro semestre do programa será lecionado um curso de doutoramento com diferentes unidades curriculares dirigidas à formação avançada para a investigação, perfazendo um total de 30 ECTS. Algumas destas unidades curriculares poderão, pontualmente, ser realizadas nos anos seguintes do Programa Doutoral. Para obter o grau de doutor, do segundo ao oitavo semestre, será realizado um trabalho científico original, especialmente elaborado para este fim e adequado à natureza do ramo de conhecimento da especialidade. Este trabalho, em conjunto com a apresentação e defesa pública da respetiva Tese de Doutoramento, perfazem um total de 210 ECTS.

9.1. Justification of the total number of credit units and of the duration of the study cycle, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

The doctoral program has a duration of four years, corresponding to a total of 240 ECTS. In the first semester of the program, a doctoral course consisting of curricular units aimed at advanced training for research will be taught, making a total of 30 ECTS. Some of these units may, exceptionally, be carried out in the following years of the doctoral program. To obtain the PhD degree, from the second to the eighth semester, the student has to perform original scientific work, especially developed for this purpose and appropriate to the scientific area of the degree. This work, together with the writing, presentation and the public defense of the PhD thesis, make up a total of 210 ECTS.

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

O número de ECTS correspondente a cada unidade curricular foi calculado considerando que cada ECTS equivale a 28 h de trabalho dos estudantes. A contabilização dos ECTS para as várias unidades curriculares (UC) foi realizada considerando o número de horas de contacto que seria necessário em cada UC, assim como uma estimativa das horas de estudo para alcançar os objetivos de aprendizagem estabelecidos. As unidades curriculares que correspondem a uma semana letiva (1,5 ECTS), incluem, em média, 15h de aulas teóricas / teóricas-práticas, duas sessões de 3h de orientação pessoal do tipo tutorial, 3h de avaliação e 18h de estudo e trabalho independente. Para as UCs "Research Training I e II" (4,5 ECTS), foi também considerado o número de horas de contacto, acrescido da estimativa do volume de trabalho necessário para alcançar os objetivos estabelecidos. Os conteúdos programáticos das várias UCs foram estabelecidos de modo a garantir uma distribuição equilibrada do esforço ao longo do curso.

9.2. Methodology used for the calculation of ECTS credits:

The number of ECTS credits corresponding to each curricular unit (CU) was calculated considering that each ECTS is equivalent to 28 hours of students' work. The ECTS calculation for the various curricular units was carried out considering the number of contact hours that will be required at each CU, as well as an estimate of the hours of study to achieve the learning objectives established. The CUs correspond to a week of classes (1.5 ECTS), and include, on average, 15 hours of theoretical/theoretical-practical, 2 x 3 hours of tutorials, 3 hours for evaluation, 18 hours for study and independent work. For the CUs "Research Training I and II" (4.5 ECTS), the number of contact hours was also considered, plus the estimated volume of work necessary to achieve the goals. The contents of the CUs were established in order to ensure a balanced distribution of student effort throughout the course.

9.3. Indicação da forma como os docentes foram consultados sobre o método de cálculo das unidades de crédito:

O método de cálculo das unidades de crédito foi realizado com base nas unidades curriculares já em funcionamento em programas doutorais anteriores a decorrer no ITQB e FCT-UNL. Nestas unidades curriculares, as unidades de crédito têm sido objeto de extensa análise por inquéritos a docentes e estudantes. O cálculo das unidades de crédito foi realizado tendo também em consideração a consulta feita aos coordenadores das unidades curriculares deste programa, os quais chegaram a um acordo quanto ao método de cálculo apresentado. A discussão com os docentes envolvidos foi essencial para ponderar o envolvimento dos estudantes e consequente intensidade de esforço individual.

9.3. Indication of the way the academic staff was consulted about the method for calculating the credit units:

The method for calculation the credit units was carried out on the basis of the curricular units running in previous doctoral programs taking place at ITQB-UNL and FCT-UNL. In these CUs, the units of credit have been the subject of extensive analysis by surveys to lecturers and students. The calculation of credit units was carried out also taking into consideration the queries made to the coordinators of the CUs in this program, who reached an agreement regarding the calculation method presented. The discussion with the lecturers involved was essential to weigh up the student involvement and understand their individual commitment.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em Instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com a duração e estrutura semelhantes à proposta:

Na preparação deste Programa de Doutoramento foram analisados vários programas europeus de topo em áreas semelhantes. Destes destacamos:

1. *PhD Molecular Biology Program da Universidade de Gottingen (International Max Planck Research School)*
<http://www.gpmolbio.uni-goettingen.de/>

2. *Zurich PhD Program in Molecular Life Sciences da Universidade de Zurich and ETH Zurich*
<http://www.lifescience-graduateschool.ch/phd-programs/molecular-life-sciences.html>

3. *Cambridge PhD Program in Chemical Biology and Molecular Medicine da Universidade de Cambridge*
<http://www-medchem.ch.cam.ac.uk/>

Estes programas adotam uma perspetiva molecular e multidisciplinar ao estudo das Ciências da Vida, semelhante à adotada neste Programa. Em termos de estrutura os pontos comuns são a existência de um currículo intenso orientado para a investigação, que inclui módulos letivos que cobrem aspetos multidisciplinares das Biociências Moleculares, novos métodos e técnicas, assim como rotações laboratoriais.

10.1. Examples of study cycles offered in reference Institutions of the European Higher Education Area with similar duration and structure to the proposed study cycle:

In the preparation of this PhD Program, several top European Programs, in similar areas, were analyzed. Of these, we highlight the following programs:

1. *PhD Molecular Biology Program, University of Gottingen (International Max Planck Research School)*
<http://www.gpmolbio.uni-goettingen.de/>

2. *Zurich PhD Program in Molecular Life Sciences, University of Zurich and ETH Zurich*
<http://www.lifescience-graduateschool.ch/phd-programs/molecular-life-sciences.html>

3. *Cambridge PhD Program in Chemical Biology and Molecular Medicine, University of Cambridge*
<http://www-medchem.ch.cam.ac.uk/>

These programs adopt a similar molecular and multidisciplinary approach to the study of Life Sciences and Bioengineering, as that adopted in the present Program. In terms of structure the common points are the existence of an intense research-oriented curriculum, including taught modules covering multidisciplinary aspects of molecular biosciences, new methods and techniques and laboratory rotations.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em Instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os objetivos dos três programas mencionados acima são semelhantes aos do presente Programa em Biociências Moleculares: fornecer aos estudantes um treino de elevado nível baseado na investigação, dando-lhes também uma formação sólida e uma visão alargada das Ciências da Vida. Isto irá prepará-los para uma vida profissional em áreas diversas da academia, indústria ou outras. Outros pontos de contacto são perceptíveis através de uma análise mais detalhada destes programas:

1. *O Programa em “Molecular Biology” de Gottingen é um programa premiado, orientado para a investigação, que qualifica estudantes para profissões nas áreas de Biociências Celulares e Moleculares. O Programa é extremamente bem sucedido e está integrado na Escola Graduada para as Neurociências, Biofísica e Biociências Moleculares (GGNB) de Göttingen, que é financiada pela iniciativa Excelência dos Governos Federal e Estatal alemães. O primeiro segmento do programa inclui aulas, tutoriais, cursos de métodos e projetos de investigação independentes (rotações laboratoriais). Um programa letivo intensivo no primeiro ano permite acumular 90 ECTS, sendo seguido por um projeto doutoral de três anos num dos grupos de investigação participantes.*

2. *O Programa de Zurique em “Molecular Life Sciences” recruta estudantes que desejem trabalhar para um doutoramento em Bioquímica, Bioinformática e Biologia Computacional, Genética, Microbiologia, e Biologia Celular, do Desenvolvimento, Molecular, Estrutural e de Sistemas. Os estudantes frequentam vários cursos modulares, independentes, que focam tópicos de investigação em Ciências da Vida. Alguns dos módulos incluem aulas gerais e discussões de publicações científicas para treinar o pensamento crítico e familiarizar os estudantes com alguma da investigação realizada em Zurique. Outros módulos focam novas técnicas e Métodos.*

3. *O objetivo do programa doutoral de Cambridge PhD em “Chemical Biology and Molecular Medicine” é treinar estudantes na interface da Biologia e Química em vários estados da descoberta pré-clínica de compostos ativos. Este programa interdisciplinar inclui grupos de investigação de nível mundial e infraestruturas de Síntese Química, Farmacologia, Bioquímica e Biologia. No primeiro ano o treino dos alunos envolve uma combinação de rotações laboratoriais em Química e Biologia (académicas e industriais), workshops e tópicos de fronteira. O programa envolve várias companhias farmacêuticas que permitem um treino especializado no processo de descoberta e desenvolvimento de compostos ativos, do ponto de vista industrial.*

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study cycles offered in reference Institutions of the

European Higher Education Area:

The intended learning outcome of the three Programs mentioned above is similar to that of the present “Molecular Biosciences” Program: to provide high-level training of students through research, while also giving them a solid background and broad vision of Life Sciences. This will prepare them to pursue a professional career in many diverse areas of academia, industry or other areas.

Further points of contact can be perceived through analysis of some more details of these programs:

1. The Göttingen Molecular Biology Program is an award-winning, research-oriented program that qualifies students for professional work in the fields of molecular and cellular biosciences. The program is extremely successful and is integrated in the Göttingen Graduate School for Neurosciences, Biophysics, and Molecular Biosciences (GGNB), which is funded by the Excellence Initiative of the German Federal and State Governments.

The first segment of the program comprises lectures, tutorials, seminars, methods courses, and independent research projects (laboratory rotations). An intensive schedule teaching in the first year accumulates 90 ECTS. This is followed by a three-year doctoral project in one of the participating research groups.

2. The Zurich Program in Molecular Life Sciences enrolls students who wish to work towards a Ph.D. in biochemistry, bioinformatics and computational biology, genetics, microbiology, and cell, developmental, molecular, structural and systems biology. Students attend several independent course modules, which focus on research topics in Molecular Life Sciences. Some of the modules consist of general lectures and internal discussions of scientific publications to train critical scientific reasoning and to familiarize the students with some of the research carried out in Zurich. Other modules focus on (new) techniques and methods.

3. The aim of the Cambridge PhD program in Chemical Biology and Molecular Medicine is to train students in working at the interface between biology and chemistry at various stages of pre-clinical drug discovery. This interdisciplinary program brings together world-class research groups with facilities in synthesis chemistry, pharmacology, biochemistry and biology. In the first year students training involves a combination of laboratory rotations in chemistry and biology (academic and industrial), workshops and hot topics. The program involves several pharmaceutical companies to deliver specialist training in the drug discovery and development process from an industrial perspective.

11. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Indicação dos locais de estágio

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa VIII. Mapas de distribuição de estudantes

11.2. Mapa VIII. Mapas de distribuição de estudantes. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)

Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.

11.3. Indicação dos recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Indication of the Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)

Documento com os mecanismos de avaliação e selecção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a Instituição de Ensino e as Instituições de formação em serviço.

<sem resposta>

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students activities (mandatory for teacher training study cycles)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional / Professional qualifications	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	---	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do novo ciclo de estudos

12.1. Apresentação dos pontos fortes:

- i) Aposta numa formação de base fortemente multidisciplinar, que garante uma visão abrangente e atual dos aspetos fundamentais das Ciências da Vida, desde as biomoléculas até aos sistemas.*
- ii) Possibilidade de adaptar o currículo de acordo com os interesses e requisitos do estudante, que permite direccionar a sua formação em investigação e desenvolvimento em diferentes áreas das Ciências da Vida, tanto na academia como na indústria.*
- iii) Excelência do enquadramento científico e docente em diferentes áreas de especialização, reforçada pela participação de investigadores de topo, tanto de instituições portuguesas como estrangeiras.*
- iv) Integração do Projeto de Tese de Doutoramento no maior Laboratório Associado do país e/ou FCT-UNL (que participa no Lab. Associado Requimte), com altas classificações junto da FCT/MEC, que potencia uma formação de elevada qualidade num ambiente dinâmico e produtivo.*
- v) Envolvimento de duas UO da NOVA, que promove novas sinergias na docência e investigação.*

12.1. Strengths:

- i) Strong orientation towards multidisciplinary training, providing a state-of-the-art overview of fundamental aspects of Life Sciences, from molecules to systems.*
- ii) Possibility to adapt the curricular plan according to the scientific interests and specific requirements of the student, allowing to direct their PhD training in research and development in different areas of the Life Sciences, either in academia or industry.*
- iii) Excellence of scientific and teaching environment in different areas of expertise, which will be further reinforced by the participation of leading scientists from Portuguese and foreign Institutions.*
- iv) Integration of the Thesis project in the largest Laboratório Associado in Portugal and/or in FCT (which participates in the Laboratório Associado Requimte), highly rated by FCT/MEC, further contributes to the excellence of the training in a dynamic and prolific environment.*
- v) The involvement of two OU from NOVA promotes new synergies in teaching and research.*

12.2. Apresentação dos pontos fracos:

- i) No caso de não estar assegurado financiamento específico para o programa, as restrições financeiras podem comprometer a participação de docentes e investigadores de mérito internacionalmente reconhecido provenientes de Instituições estrangeiras.*
- ii) A diferente localização geográfica das duas UO da NOVA podem dificultar a interação entre os estudantes das duas unidades, bem como entre o pessoal docente e os estudantes.*

12.2. Weaknesses:

- i) Financial restraints may compromise the participation of internationally recognized leading scientists in teaching activities, if funding for the Program is not secured.*
- ii) Different geographic location of the two OU of NOVA may difficultate interaction between students and between students and staff.*

12.3. Apresentação das oportunidades criadas pela implementação:

- i) A qualidade e a inovação deste Programa de Doutoramento irão aumentar a capacidade para atrair candidatos nacionais e internacionais, altamente motivados a seguir um percurso profissional na investigação e desenvolvimento em Biociências.*
- ii) Ao contribuir de modo significativo para aumentar os recursos humanos altamente qualificados para atividades de investigação de ponta ou para o setor das indústrias biotecnológicas, este Programa vem reforçar a capacidade de inovação e potencial de desenvolvimento do país.*
- iii) A presença de docentes convidados irá promover oportunidades para estabelecer redes de colaborações nacionais e internacionais, reforçando a articulação entre as diferentes áreas disciplinares do curso.*
- iv) Ao promover uma maior interação entre docentes de diferentes instituições da NOVA, serão criadas maiores oportunidades para integração e estabelecimento de sinergias*

12.3. Opportunities:

- i) The quality and innovation of this PhD training Program will increase the ability to attract national and international candidates highly motivated to follow a professional career in research and development in the Biosciences area.*
- ii) By contributing to significantly increase the human resources highly qualified for cutting-edge academic research or for the industrial biotechnology sector, this Program will reinforce the innovation ability and development potential of the country .*
- iii) The presence of invited teaching staff will promote opportunities for establishing national and international collaborative research networks, further reinforcing the coordination among different disciplines of the course. This will also provide the students with a network of contacts that will be helpful in their future career.*
- iv) By promoting interactions between teaching staff from different NOVA institutions, greater opportunities for integration and synergy will be presented.*

12.4. Apresentação dos constrangimentos ao êxito da implementação:

O contexto atual de crise económica poderá resultar em:

- i) Diminuição de financiamento através de bolsas e consequente diminuição do número de potenciais candidatos;*
- ii) Falta de financiamento para cobrir as despesas de viagem e alojamento de docentes convidados de Universidades fora da área da grande Lisboa.*

12.4. Threats:

The present situation of economic crisis may result in:

- i) Reduced fellowship funding with a consequent reduction in the number of potential candidates;*
- ii) Lack of funding to cover travel and living expenses of invited lecturers from Universities outside the Lisbon area.*

12.5. CONCLUSÕES:

O Programa de Doutoramento em “Molecular Biosciences” constitui uma oferta de formação avançada de grande atualidade que, pelas suas características de multidisciplinaridade, é altamente competitivo a nível nacional e internacional. O enquadramento de excelência, tanto a nível da investigação desenvolvida nas UO associadas ao Programa como das competências dos docentes envolvidos, é uma garantia de qualidade na formação dos alunos. Ao mesmo tempo que promove uma formação sólida e multidisciplinar de base, o Programa proporciona também aos alunos a oportunidade de especialização em áreas científicas de elevado impacto na sociedade, de acordo com os seus interesses pessoais. A diversidade de vias de especialização oferecidas é um fator de atração de candidatos, tanto a nível nacional como internacional, quer estes se sintam vocacionados para uma carreira de investigação académica ou para uma carreira no setor da indústria.

O Programa irá promover uma interação acrescida entre os docentes das várias UO e docentes convidados, potenciando as oportunidades de colaboração, cruzamento de competências e integração de redes de investigação nacionais e internacionais, levando a uma maior visibilidade das UO envolvidas e da NOVA enquanto pólo de excelência na vertente de investigação e formação avançada.

A principal condicionante do sucesso na implementação do programa é financeira. No entanto, os fatores acima referidos, ao aumentarem a visibilidade das UO envolvidas, podem proporcionar oportunidades adicionais de captação de financiamento nacional e internacional.

Em resumo, as oportunidades criadas pela implementação deste Programa excedem largamente os constrangimentos e pontos fracos apontados.

12.5. CONCLUSIONS:

The PhD Program in Molecular Biosciences represents a timely and high quality offer of advanced research training that, due to its strong multidisciplinary character, is highly competitive at national and international level. The culture of excellence in research undertaken in the NOVA organic units involved in the Program and the competences of the teaching staff ensures the high quality of the training offered to the students.

At the same time, the curricular plan promotes a solid and interdisciplinary core training, while also allowing students to specialize in scientific areas of great impact in society, according to their personal interests. The diversity of the research profiles offered is a factor of attraction for candidates, at the national and international level, whether they are motivated for a research career in academia or the industrial sector.

The Program will promote a high interaction among the teaching staff of the several organic units, leveraging collaboration initiatives, crossing of competences and integration of national and international research networks. This will lead to a higher visibility of the involved OU and NOVA as a pole of excellence in research and advanced training.

The main constraint for this Program to reach its maximum impact is financial. However, the above mentioned aspects while increasing external visibility will provide additional opportunities for attracting national and international funding. In summary, the opportunities created by the implementation of this Program largely surpass the above mentioned constraints and weaknesses.

