

**O Processo de Bolonha  
e a Organização da Formação Superior no IST**

**Lisboa, Novembro de 2005**

**(Aprovado pela CCCC do IST no dia 9 de Novembro de 2005)**

## **Nota Introdutória**

Este documento foi elaborado por um grupo de trabalho nomeado pelo Presidente do IST, no âmbito da resolução No. 06/05 da Comissão Coordenadora do Conselho Científico. O grupo foi presidido e coordenado pelo Presidente do IST e dele fizeram parte os seguintes professores:

Afonso Barbosa (Presidente Adjunto para os Assuntos Científicos)  
Arlindo Oliveira  
João Azevedo  
Jorge Romão  
Paulo Martins  
Teresa Duarte

O professor Eduardo Pereira participou nas reuniões do grupo de trabalho a convite do Presidente do IST, na qualidade de vogal do Conselho Directivo com o pelouro dos assuntos académicos.

O professor Luís Magalhães fez parte do grupo de trabalho e colaborou na elaboração da versão provisória deste documento que foi apresentado à Comissão Coordenadora do Conselho Científico do IST em Julho de 2005.

O professor Rui Loja Fernandes integrou o grupo de trabalho a partir da 2ª quinzena de Outubro.

Durante a preparação do documento foram ouvidos professores que trabalham no Campus da Alameda e do Taguspark aos quais o grupo de trabalho deseja agradecer a disponibilidade e colaboração.

## 1. Introdução

O Processo de Bolonha estabelece um conjunto de objectivos e de iniciativas destinado à construção de um espaço Europeu de ensino superior, atractivo e competitivo no plano internacional e a assegurar a mobilidade e a empregabilidade na Europa.

A concretização do Processo de Bolonha tem a pretensão de atingir a convergência na organização da formação superior, na atribuição, designação e reconhecimento de graus académicos, na adopção de um sistema de créditos curriculares que fomente a mobilidade e na criação de condições para que todos os cidadãos possam ter acesso à aprendizagem ao longo da vida.

Os governos nacionais da totalidade dos países Europeus têm vindo a produzir legislação destinada a reorganizar a formação superior universitária e politécnica em conformidade com os princípios orientadores do Processo de Bolonha.

Portugal já estabeleceu os princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior (DL – 42/2005), já definiu as normas técnicas para a apresentação das estruturas curriculares e dos planos de estudos dos cursos superiores (Despacho 10543/2005 – Direcção Geral do Ensino Superior) e aprovou, recentemente, a Lei de Bases do Sistema Educativo que cria o enquadramento legal necessário à concretização dos objectivos do Processo de Bolonha (Lei -49/2005).

Neste documento reflecte-se o modo como a formação superior no IST deverá ser reorganizada de modo a concretizar os princípios orientadores do Processo de Bolonha, tendo em consideração o documento “Concretização do Processo de Bolonha no Ensino da Engenharia em Portugal”, aprovado na Comissão Coordenadora do Conselho Científico do IST em 28 de Julho de 2004.

Na primeira parte efectua-se uma caracterização da preparação dos alunos do ensino secundário que sejam candidatos a frequentar cursos do IST tendo em consideração a reforma do ensino secundário que entrou em vigor no ano lectivo 2004/2005 e que se encontra regulamentada no DL - 74/2004. Seguidamente, efectua-se uma breve apresentação da organização da formação superior que decorre da nova Lei de Bases do Sistema Educativo, perspectiva-se a organização da formação superior no IST ao nível dos 1º, 2º e 3º ciclos, procede-se a uma identificação de grandes áreas de engenharia definidas a partir de especialidades de engenharia afins e aplica-se o novo modelo de organização às disciplinas estruturantes de cada uma destas grandes áreas de engenharia. O documento termina com uma análise da organização da formação superior nas diferentes escolas de engenharia que integram o CLUSTER<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> O CLUSTER (*Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research*) integra um conjunto de Universidades Europeias de grande prestígio e visa promover a excelência no ensino graduado e pós-graduado e na investigação científica.

Os membros do CLUSTER defendem a criação de um espaço de ensino europeu, na linha da Declaração de Bolonha, e estão ligados através de uma convenção sobre reconhecimento mútuo de graus académicos, este reconhecimento permitirá aos alunos de qualquer uma das escolas prosseguirem estudos noutra escola do Consórcio.

O IST é membro do CLUSTER desde o dia 1 de Julho de 2005.

## **2. Organização da formação no ensino secundário**

### **2.1 A reforma do ensino secundário**

A reforma do ensino secundário entrou em vigor no ano lectivo 2004/2005 e encontra-se regulamentada no decreto-lei no. 74/2004 de 26 de Março. Em linhas gerais, a reforma do ensino secundário estabelece cursos científico-humanísticos, vocacionados para o prosseguimento de estudos de nível superior, cursos tecnológicos, orientados na dupla perspectiva da inserção no mercado de trabalho e do prosseguimento de estudos, cursos artísticos especializados, visando proporcionar formação de excelência nas diversas áreas artísticas e, consoante a área artística, vocacionados para o prosseguimento de estudos de nível superior ou orientados na dupla perspectiva da inserção no mercado de trabalho e do prosseguimento de estudos, e cursos profissionais vocacionados para a qualificação inicial dos alunos, permitindo o prosseguimento de estudos.

Consagram-se ainda cursos científico-humanísticos, tecnológicos e artísticos especializados de ensino recorrente, que visam proporcionar uma segunda oportunidade de formação que permita conciliar a frequência de estudos com uma actividade profissional.

### **2.2 Condições de acesso aos cursos do IST a partir do ano lectivo 2007/2008**

O IST, no seguimento da entrada em vigor da reforma do ensino secundário, decidiu estabelecer quais as provas de ingresso que serão exigidas para o acesso aos diferentes cursos no ano lectivo 2007/2008. Este procedimento acabou por determinar quais os exames nacionais que devem ser realizados no ensino secundário e quais os cursos do ensino secundário que deverão ser frequentados pelos alunos que são potenciais candidatos a frequentar cursos do IST.

As tabelas I, II e III permitem identificar três grupos de cursos do IST que exigem condições de acesso distintas. Excluíram-se destas tabelas as disciplinas de formação geral (português, língua estrangeira I ou II, filosofia, tecnologias de informação e comunicação e educação física) que são comuns para a totalidade dos cursos científico-humanísticos e tecnológicos do ensino secundário.

Curso do IST	Curso do Ensino Secundário	Provas de Ingresso (2007/2008)	Formação Complementar	
Arquitectura	Ciências e Tecnologias	Matemática A (3) Geometria Descritiva A (2)	1 Opção	Física e Química (2) Biologia e Geologia (2) Aplicações Informáticas B (2) Economia A (2)
			1 Opção (12º ano)	Física (1) Química (1) Biologia (1) Geologia (1) Clássicos da Literatura (1) Ciência Política (1) Psicologia B (1)
	Artes Visuais	Desenho A (3) Matemática B (2)	1 Opção	Geometria Descritiva A (2) História Cultura e das Artes (2) Aplicações Informáticas B (2) Física e Química A (2)
			1 Opção (12º ano)	Oficina de Artes (1) Oficina Multimédia B (1) Materiais e Tecnologias (1) Filosofia A (1) Psicologia B (1) Ciência Política (1) Clássicos da Literatura (1)

Tabela I – Formação específica e complementar dos alunos do ensino secundário que são candidatos a frequentar o curso de arquitectura do IST (Grupo I)<sup>2</sup>.

Curso do IST	Curso do Ensino Secundário	Provas de Ingresso (2007/2008)	Formação Complementar	
Eng. Aeroespacial Eng. e Arquitectura. Naval Eng. Civil Eng. Electrotécnica e de Computadores Eng. Física Tecnológica Eng. Materiais Eng. Mecânica Eng. Química Eng. Território Química Eng. Electrónica Eng. Gestão Industrial Eng. Redes de Comunicação e Informação	Ciências e Tecnologias	Matemática A (3) Física e Química (2)	1 Opção	Biologia e Geologia (2) Geometria Descritiva A (2) Aplicações Informáticas B (2) Economia A (2)
			1 Opção (12º ano)	Física (1) Química (1) Biologia (1) Geologia (1) Clássicos da Literatura (1) Ciência Política (1) Psicologia B (1)

Tabela II – Formação específica e complementar dos alunos do ensino secundário que são candidatos a frequentar cursos do IST do Grupo II

<sup>2</sup> Entre parêntesis indica-se o número total de anos de formação de cada disciplina do ensino secundário. Por exemplo, uma disciplina que seja precedida do símbolo '(2)' significa que é leccionada durante 2 anos do ensino secundário.

Curso do IST	Curso do Ensino Secundário	Provas de Ingresso (2007/2008)	Formação Complementar	
Ciências Informáticas Eng. Ambiente Eng. Biológica Eng. Biomédica Eng. Geológica e Mineira Eng. Informática e Computadores Matemática Aplicada e Computação	Ciências e Tecnologias	Matemática A (3) Física e Química (2)	1 Opção	Biologia e Geologia (2) Geometria Descritiva A (2) Aplicações Informáticas B (2) Economia A (2)
			1 Opção (12º ano)	Física (1) Química (1) Biologia (1) Geologia (1) Clássicos da Literatura (1) Ciência Política (1) Psicologia B (1)
		Matemática A (3) Biologia e Geologia (2)	1 Opção	Física e Química (2) Geometria Descritiva A (2) Aplicações Informáticas B (2) Economia A (2)
			1 Opção (12º ano)	Física (1) Química (1) Biologia (1) Geologia (1) Clássicos da Literatura (1) Ciência Política (1) Psicologia B (1)

Tabela III – Formação específica e complementar dos alunos do ensino secundário que são candidatos a frequentar cursos do IST do Grupo III.

A análise das tabelas anteriores permite concluir que a preparação dos alunos do ensino secundário que sejam candidatos a frequentar cursos do IST no ano lectivo 2007/2008 deverá, infelizmente, ser muito diversificada quer entre os candidatos a cursos de diferentes grupos quer entre os candidatos a cursos de um mesmo grupo (tabela IV).

Curso do IST	Matemática A (3)	Matemática B (2)
Grupo I	Opção(*)	Opção(*)
Grupos II e III	Obrigatória	

Opção(\*) – A diferença resulta do facto do curso do ensino secundário poder ser Ciências e Tecnologias ou Artes Visuais

Curso do IST	Física e Química (2)	Biologia e Geologia (2)	Física 12º	Química 12º	Biologia 12º	Geologia 12º
Grupo I	Opção	Opção(*)	Opção(*)	Opção(*)	Opção(*)	Opção(*)
Grupo II	Obrigatória	Opção	Opção	Opção	Opção	Opção
Grupo III	Opção	Opção	Opção	Opção	Opção	Opção

Opção(\*) – Só existe no curso de Ciências e Tecnologias do ensino secundário.

Tabela IV – Resumo da formação dos alunos do ensino secundário que são candidatos a frequentar cursos do IST

Em face do exposto, o ensino das disciplinas estruturantes de Física e de Química poderá vir a exigir necessidades de harmonização da formação dos alunos que são admitidos no IST em virtude do seu percurso no ensino secundário poder ser muito diversificado.

No grupo I poderão ser admitidos alunos com 2 anos de formação específica em Física e Química complementados ou não com uma formação opcional de 1 ano em Física ou em Química, mas também poderão ser admitidos alunos com uma formação de base em Física e Química equivalente ao 9º ano de escolaridade. A segunda hipótese deverá ser a mais provável para os alunos que escolhem este grupo (curso de arquitectura).

No grupo II todos os alunos deverão possuir 2 anos de formação específica em Física e Química podendo alguns deles apresentar uma formação complementar opcional de 1 ano em Física ou em Química. Esta formação complementar realiza-se no 12º ano e as opções não incluem apenas as disciplinas de Física ou Química como se pode observar através da análise da tabela II.

Os cursos do grupo III encontram-se numa situação análoga à do grupo I no que diz respeito ao ensino das disciplinas de ciências básicas de Física e de Química. De facto, poderão ser admitidos alunos com 2 anos de formação específica em Física e Química complementados ou não com uma formação opcional de 1 ano em Física ou em Química, mas também poderão ser admitidos alunos com uma formação de base em Física e Química equivalente ao 9º ano de escolaridade.

O grupo III reveste-se ainda de uma complexidade acrescida pelo facto de existirem cursos em que a formação do ensino secundário em Biologia e Geologia é relevante para o prosseguimento dos estudos no IST. De facto, também neste caso poderão vir a ser admitidos alunos uma formação de base em Ciências da Natureza equivalente ao 9º ano de escolaridade.

Em face do exposto, e para evitar que exista um leque muito diversificado na oferta de formação de harmonização, sugere-se que sejam introduzidas 3 novas disciplinas ao nível do 1º ano dos cursos do IST: Físico-Química (10º+11º anos), Biologia (10º+11º anos) e Geologia (10º+11º anos)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Considera-se que as diferenças na formação do ensino secundário em física, química, geologia e biologia que resultam do facto dos alunos terem ou não efectuado as correspondentes disciplinas de formação complementar do 12º ano (ver tabela I, II e III) terão que ser ultrapassadas através de uma adequação dos programas curriculares das disciplinas de ciências básicas do IST. Uma maior diversificação na oferta de disciplinas de harmonização que contemple as eventuais diferenças de formação dos alunos ao nível das disciplinas de formação complementar do 12º ano irá trazer problemas na uniformização do conteúdo programático das disciplinas de ciências básicas, na gestão do corpo docente e na racionalização dos horários e da utilização de salas de aula e de laboratórios.

Através desta proposta de oferta de formação de harmonização consegue-se garantir que todos os alunos do IST possuem uma formação do ensino secundário equivalente a 2 anos de Físico-Química, complementada com 2 anos de Biologia ou Geologia para os cursos que assim o exijam.

Estas disciplinas de harmonização da formação do ensino secundário deverão ser introduzidas em cada um dos grupos de cursos do IST da forma que se apresenta na tabela V.

Curso do IST	Disciplinas de Harmonização
Arquitectura	Física <sup>4</sup>
Eng. Mecânica Eng. Aeroespacial Eng. e Arquitectura Naval Eng. Gestão Industrial Eng. Civil Eng. Território Eng. Electrotécnica e de Computadores Eng. Electrónica Eng. Redes de Comunicação e Informação Eng. Química Química Eng. Física Tecnológica Eng. Materiais	Não tem
Eng. Ambiente Eng. Geológica e Mineira Ciências Informáticas Matemática Aplicada e Computação Eng. Informática e Computadores Eng. Biológica Eng. Biomédica	Físico-Química ou Biologia ou Geologia

Tabela V – Grupos de cursos definidos em função da formação específica e complementar dos alunos do ensino secundário que são candidatos a frequentar cursos do IST e respectivas disciplinas de harmonização<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> A disciplina de Física do curso de arquitectura deverá ser considerada como a disciplina de harmonização para os alunos deste curso que não tenham tido nem Físico-Química nem Desenho no ensino secundário.

<sup>5</sup> O IST poderá entender que não faz sentido exigir a frequência destas disciplinas de harmonização aos alunos que embora não tenham realizado a formação específica tenham efectuado com sucesso a formação complementar numa disciplina afim correspondente ao 12º ano. Por outras palavras, as disciplinas de harmonização deverão ser propedêuticas, a frequentar com base no curriculum de cada aluno, e deverão ser seleccionadas em função das necessidades específicas de cada curso do IST.



Uma vez definida a formação de harmonização mais adequada para cada grupo de cursos e para cada curso em particular (no caso dos cursos incluídos no grupo III) é fundamental proceder-se a uma estruturação dos dois primeiros anos do 1º ciclo de estudos em grandes áreas de formação de ciências de engenharia as quais passarão a ser designadas por 'grandes áreas de engenharia'. A definição de grandes áreas de engenharia (GAE) apresenta as seguintes vantagens relativamente à situação actual na qual todos os cursos seguem percursos formativos autónomos a partir do 1º ano:

- Permite estabelecer objectivos formativos comuns ao nível das ciências básicas e das ciências de engenharia de áreas afins.
- Facilita a mobilidade interna dos alunos entre especialidades de engenharia afins (pertencentes à mesma GAE) dando-lhes mais tempo e, sobretudo, mais conhecimentos para que possam eventualmente vir a corrigir as suas opções iniciais por outras que estejam mais conformes com as suas vocações e com os seus desejos de realização profissional<sup>6</sup>.
- Permite estabelecer procedimentos administrativos simples e rápidos que facilitem a mobilidade interna de alunos entre GAE diferentes.
- Permite um melhor aproveitamento do corpo docente através da racionalização dos horários e da utilização de salas de aula e de laboratórios.

Mais à frente no texto serão apresentadas outras vantagens que decorrem da definição de grandes áreas de engenharia.

---

<sup>6</sup> A mobilidade interna dos alunos do IST deve ser objecto de regulamentação nomeadamente no que diz respeito à fixação de um numerus clausus anual para mudanças internas de curso.

### **3. Organização da formação superior**

#### **3.1 A Lei de Bases do Sistema Educativo**

A Lei de Bases do Sistema Educativo prevê a adopção do modelo de três ciclos de estudos conducentes aos graus de licenciado, mestre e doutor e a atribuição de diplomas pela conclusão das diferentes etapas em que se organiza cada ciclo de estudos.

O artigo 14º da Lei de Bases do Sistema Educativo regulamenta a atribuição dos graus académicos de licenciado, mestre e doutor. O grau de licenciado é conferido após um ciclo de estudos com um número de créditos que corresponde a uma duração compreendida entre seis e oito semestres curriculares de trabalho. O grau de mestre é conferido após um ciclo de estudos com um número de créditos que corresponde a uma duração compreendida entre três e quatro semestres curriculares de trabalho ou, em alternativa, após um ciclo de estudos integrado com um número de créditos que corresponde a uma duração compreendida entre dez e doze semestres curriculares de trabalho<sup>7</sup>. Esta solução alternativa apenas é autorizada nos casos em que, para o exercício de uma determinada actividade profissional, a duração da formação *seja fixada por normas legais da União Europeia ou resulte de uma prática estável e consolidada na União Europeia*.

A Lei de Bases também estabelece que o ciclo de estudos integrado conducente ao grau de mestre pode ser organizado em etapas, podendo os estabelecimentos de ensino superior atribuir o grau de licenciado aos alunos que tenham concluído um período de estudos com uma duração não inferior a seis semestres.

No que diz respeito ao financiamento, a Lei de Bases estabelece que as propinas dos ciclos de estudo conducentes ao grau de mestre deverão ser fixadas num valor igual ao das dos ciclos de estudos conducentes ao grau de licenciado nos casos em que para o acesso ao exercício de uma determinada actividade profissional a duração da formação deva ser superior a oito semestres curriculares de trabalho por força de normas legais da União Europeia ou de uma prática estável e consolidada na União Europeia.

#### **3.2 Organização da formação superior no IST**

O IST tem como missão contribuir para o desenvolvimento da sociedade, promovendo um ensino superior de excelência e qualidade nas áreas de engenharia, ciência e tecnologia, e desenvolvendo as actividades de investigação e desenvolvimento essenciais para ministrar um ensino ao nível dos mais elevados padrões internacionais. Por isso, é com inteira justiça que o IST é hoje considerado, em Portugal e no estrangeiro, como uma grande escola de engenharia, ciência e tecnologia, capaz de ombrear com as melhores escolas que há no mundo nas suas áreas de competência.

A história, a missão, o prestígio nacional e internacional do IST e o enquadramento legal resultante da concretização dos objectivos de Bolonha determinam que a formação superior ministrada pelo IST nas diferentes áreas de engenharia deverá privilegiar a

---

<sup>7</sup> A Lei de Bases do Sistema Educativo permite, em condições excepcionais, que o grau de mestre possa ser conferido após um ciclo de estudos com um número de créditos correspondente a dois semestres curriculares de trabalho.

formação de mestres em engenharia de concepção com uma duração de 10 semestres curriculares de trabalho<sup>8</sup>. De facto, na maioria das áreas de engenharia, só com 10 semestres curriculares de trabalho é que se consegue assegurar uma formação sólida em ciências básicas e em ciências de engenharia indispensáveis à formação de um engenheiro de concepção e, cumulativa e sequencialmente, garantir a capacidade para o exercício da profissão através da formação em domínios da especialidade.

A organização da formação de engenheiros de concepção que é característica do ensino no IST é incompatível com a atribuição de um grau académico de licenciado em engenharia no final do 1º ciclo de estudos que se encontre ajustado às necessidades do mercado de trabalho e que seja reconhecido pela Ordem dos Engenheiros. Esta impossibilidade de formar engenheiros de concepção em seis semestres resulta de a generalidade das disciplinas da especialidade apenas poder fazer parte integrante dos planos curriculares dos 7, 8, 9 e 10 semestres de trabalho. O grau académico de licenciado a atribuir pelo IST ao fim de um período inicial de seis semestres de trabalho deverá sobretudo comprovar uma sólida formação em ciências básicas e em ciências de engenharia de uma determinada especialidade e, neste sentido, será um grau que possibilitará a prossecução de estudos no IST ou noutro estabelecimento de ensino superior nacional ou internacional nessa especialidade, podendo ainda, em alguns casos, possibilitar a obtenção de um grau académico de 2º ciclo numa outra área de especialização, ou ainda, eventualmente, permitir o acesso ao mercado de trabalho em funções conexas com a engenharia ou outras em que, sem necessidade de uma especialização específica, seja suficiente uma formação sólida básica em, entre outras, áreas como a matemática e a física.

Em face do exposto, uma boa parte dos actuais cursos do IST deverá poder optar por um modelo de formação organizado em dois ciclos conducentes aos graus de licenciado e de mestre ou por um modelo de formação integrado de um ciclo único conducente ao grau de mestre, com a atribuição do grau de licenciado após estar completada a etapa correspondente ao 1º ciclo. De facto, existe uma prática estável e consolidada na União Europeia que estabelece a necessidade de 10 semestres curriculares de trabalho para formar engenheiros de concepção nas diferentes áreas da engenharia<sup>9</sup>. No caso específico Português, esta necessidade pode ainda ser relevada pelo facto da Ordem dos Engenheiros já ter publicamente reconhecido a necessidade de 5 anos de formação para a prática de qualquer actividade profissional de engenharia e pelo facto do ensino básico e secundário apenas totalizar 12 anos de formação (ao contrário da tendência Europeia de 13 anos de formação / 19 anos de idade à entrada no ensino superior)<sup>10</sup>.

A interrupção do ciclo de formação de engenheiros de concepção numa etapa intermédia faz, portanto, pouco sentido, na medida em que não corresponde a uma saída de alunos para o mercado de trabalho em engenharia e porque pode criar injustificadas dificuldades adicionais de progressão aos alunos que não tenham concluído a totalidade do primeiro ciclo de formação<sup>11,12</sup>. Por outras palavras, a adopção de um modelo de formação

---

<sup>8</sup> O termo 'engenharia de concepção', que irá ser utilizado ao longo do documento, é afim da designação Anglo-Saxónica 'conceptual engineering'.

<sup>9</sup> Veja-se a este respeito o resumo da organização da formação superior nas escolas do CLUSTER que se encontra incluído na tabela XII, secção 5.

<sup>10</sup> Sugere-se a consulta dos anexos I e II.

<sup>11</sup> As universidades dos países da União Europeia que não possuem legislação que contemple os modelos de formação com um ciclo de estudos integrado geralmente permitem que os alunos se inscrevam no 2º ciclo sem terem concluído a totalidade do 1º ciclo. Na Holanda, por exemplo,

integrado de um ciclo único conducente ao grau de mestre deverá ser a escolha preferencial para a organização da formação superior do IST para os cursos de natureza conceptual que consigam justificar uma prática estável e consolidada de 10 semestres de formação nos países da União Europeia<sup>13</sup>. A adopção de modelos de formação com ciclos de estudo integrados deverá ainda reflectir o prestígio dos cursos e das escolas que os oferecem.

O IST deverá, portanto, afastar-se dos modelos de organização curricular que tenham por objectivo formar licenciados em engenharia com uma duração de seis a oito semestres curriculares de trabalho em todas as especialidades de engenharia que tenham uma natureza conceptual. Estes modelos de organização deverão ter por missão assegurar a formação superior de técnicos especializados em sectores específicos da engenharia, deverão ser preferencialmente concretizados pelos estabelecimentos de ensino politécnico e deverão ser capazes de cumprir o objectivo de colocar licenciados no mercado de trabalho ao fim de seis a oito semestres curriculares de formação mais aplicada ou vocacional/operacional<sup>14</sup>.

Ainda a este respeito convém salientar que os modelos de formação superior que tenham por objectivo colocar licenciados no mercado de trabalho após oito semestres curriculares de trabalho (adoptando o modelo 4 + (1.5~2) que está previsto na Lei de Bases do Sistema Educativo) ficam desajustados do que está a ser implementado na generalidade das Universidades Europeias de maior prestígio. De facto, o modelo de formação de licenciados em engenharia após 8 semestres curriculares de trabalho (4 anos) está muito pouco divulgado na generalidade das Universidades Europeias sendo a sua utilização quase exclusiva de alguns sistemas Europeus de ensino Politécnico.

---

esta possibilidade é concedida a todos os alunos do 1º ciclo que tenham acumulado 160 créditos ECTS num total de 180.

<sup>12</sup> Existe uma prática quase generalizada ao nível dos países da União Europeia de garantir o acesso directo ao 2º ciclo a todos os alunos que efectuem o 1º ciclo na respectiva universidade. O IST deve adoptar uma estratégia semelhante mas tem, ao mesmo tempo, de tentar atrair bons alunos para o 2º ciclo de estudos que tenham obtido 1º ciclos noutras universidades com formação semelhante à do IST e bons alunos que se tenham destacado em 1º ciclos de orientação aplicada ou vocacional/operacional e que pretendam transitar para cursos de engenharia de natureza conceptual. Esta mobilidade deverá ser acompanhada de programas de transição ('bridging programs' na terminologia Anglo-Saxónica) que permitam identificar e colmatar necessidades de formação no domínio das ciências básicas e das ciências de engenharia.

<sup>13</sup> O IST deverá flexibilizar a progressão dos alunos do 1º para o 2º ciclo de estudos para todos os cursos de engenharia de natureza conceptual que estejam organizados em modelos de formação em dois ciclos e que assentem na plataforma comum de ciências básicas da escola. Só desta forma se conseguirá assegurar que não existirão tratamentos diferenciados para os alunos do IST que estejam a frequentar cursos com modelos de formação integrada de um ciclo único ou com modelos de formação organizados em dois ciclos.

<sup>14</sup> Nos países da União Europeia a formação de técnicos de engenharia com orientação aplicada ou vocacional efectua-se nos estabelecimentos de ensino politécnico e tem uma duração inferior à formação de engenheiros de concepção.

Nestas condições, a formação de licenciados em engenharia após oito semestres curriculares de trabalho afasta-se dos objectivos de convergência na organização da formação superior e na adopção de um sistema de créditos curriculares que fomente a mobilidade dos alunos no espaço Europeu.

Em face do exposto, a organização da formação superior no IST deverá ser estruturada da forma a seguir indicada (ver tabela VI):

- Adopção de um modelo de formação misto em que coabitem cursos de engenharia organizados num modelo de formação integrado de um ciclo único conducente ao grau de mestre em engenharia e em dois ciclos conducentes aos graus de licenciado em ciências de engenharia e de mestre em engenharia.
- Opção pelo modelo de formação integrado de um ciclo único conducente ao grau de mestre para todos os cursos de engenharia de concepção que consigam justificar essa necessidade através da prática estável e consolidada de 10 semestres de formação na União Europeia<sup>15</sup>.
- Utilização do modelo de formação organizado em dois ciclos (6 semestres + 4 semestres) para os cursos do IST que tenham necessidades de formação específica ao nível do 1º ciclo de estudos mas que não consigam justificar uma prática estável e consolidada de 10 semestres de formação na União Europeia.
- Reestruturação de alguns dos actuais cursos de engenharia que habitualmente admitem poucos alunos com o objectivo de transformá-los em opções formativas de 2º ciclo apoiadas numa formação de 1º ciclo numa grande área de ciências de engenharia (GAE) ou, sempre que se justifique, em mais do que uma grande área de ciências de engenharia (GAE).
- Definição de grandes áreas de engenharia (GAE) que permitam estabelecer objectivos de formação comuns para os alunos de especialidades de engenharia afins durante a totalidade ou quase totalidade dos quatro primeiros semestres curriculares de trabalho<sup>16</sup>.
- Criação de um programa de 'bridging' interno, abrangendo os quatro primeiros semestres curriculares de trabalho, entre as diferentes especialidades de engenharia de uma GAE e entre especialidades de engenharia pertencentes a GAE distintas.
- Redefinição dos planos curriculares de modo a que as necessidades de formação específicas de cada especialidade de engenharia pertencentes a uma GAE apenas comecem a ser asseguradas a partir do quinto semestre curricular de trabalho.

---

<sup>15</sup> O modelo de formação integrada de ciclo único deverá ser organizado em etapas baseadas em regimes de precedências e na atribuição de um grau de licenciado em ciências de engenharia de uma determinada especialidade a todos os alunos que tenham concluído a totalidade das disciplinas correspondentes aos seis semestres curriculares iniciais.

<sup>16</sup> Embora seja desejável garantir que os quatro semestres curriculares iniciais sejam semelhantes para todas as especialidades de engenharia de uma GAE só estudando as necessidades específicas de formação de cada uma das especialidades de engenharia é que é possível concluir quais poderão ser as zonas comuns de formação.

- Criação de um programa de 'bridging' para os alunos com o grau académico de licenciado que sejam provenientes de outros estabelecimentos de ensino superior nacionais ou internacionais e que desejem efectuar os 7, 8, 9 e 10 semestres curriculares de trabalho no IST<sup>17</sup>.
- Criação de um programa de 'bridging' interno para os alunos do IST com o grau académico de licenciado que desejem efectuar os 7, 8, 9 e 10 semestres curriculares de trabalho numa outra especialidade de engenharia.
- Conversão dos actuais cursos de mestrado, que estejam integrados em especialidades de engenharia organizadas num ciclo único ou num modelo de formação em dois ciclos, em programas curriculares de 3º ciclo conducentes ao grau de doutor<sup>18</sup>.
- Conversão da quase totalidade dos actuais cursos de mestrado, que não estejam integrados em especialidades de engenharia organizadas num ciclo único ou num modelo de formação em dois ciclos, em cursos de formação avançada não conducentes a grau académico mas conferentes de um diploma (diploma IST<sup>19</sup>). O diploma IST poderá ser utilizado para justificar a totalidade ou apenas uma parte do programa curricular do 3º ciclo destinado à obtenção do grau de doutor<sup>20</sup>.
- Conversão dos restantes cursos de mestrado, que não estejam integrados em especialidades de engenharia organizadas num ciclo único ou num modelo de formação em dois ciclos, em opções formativas de 2º ciclo. Esta possibilidade deverá ser limitada na medida em que a conversão generalizada dos actuais cursos de mestrado a opções formativas de 2º ciclo estimularia a formação de engenheiros de banda estreita e contribuiria para descaracterizar o tipo de ensino do IST.

---

<sup>17</sup> Este programa de 'bridging' não será exigido aos alunos provenientes de estabelecimentos de ensino superior do CLUSTER ou de outros estabelecimentos de ensino superior de qualidade internacionalmente reconhecida que tenham adoptado uma organização curricular visando o mesmo tipo de formação.

Como membro do CLUSTER, o IST comprometeu-se a aceitar alunos com o 1º ciclo obtido em estabelecimentos de ensino superior do CLUSTER sem exigir a frequência de disciplinas adicionais que não sejam exigidas aos alunos do IST em situações análogas, compromisso também assumido pelos outros membros do CLUSTER em relação a alunos provenientes do IST. Por esta razão, a formação básica de 1º ciclo deve ser comparável à da generalidade dos membros do CLUSTER para formações análogas.

<sup>18</sup> Com a atribuição de um 'Diploma IST' a todos os alunos que concluem a parte escolar do programa curricular de 3º ciclo conducente ao grau de doutor (parte escolar do programa de doutoramento).

<sup>19</sup> Na Holanda criou-se um grau académico intermédio entre o grau de mestre e o grau de doutor denominado PDEng 'Professional Doctorate in Engineering'. Contudo, o grupo de trabalho prefere adoptar a designação 'Diploma IST' porque a invenção de um grau académico não previsto no Processo de Bolonha é confusa e tende a desvalorizar esse grau.

<sup>20</sup> Alguns destes cursos de formação avançada devem ser perspectivados e estruturados no sentido de assegurarem oportunidades de formação ao longo da vida.

- Criação de um programa de doutoramento aberto aos alunos com o grau académico de mestre ou com os antigos graus de licenciado resultantes de uma formação de 10 semestres curriculares que tenham concluído a formação do 2º ciclo no IST ou noutras universidades nacionais ou internacionais.<sup>21</sup>
- Os actuais cursos de pós-graduação e de especialização que actualmente não são conducentes ao grau de mestre, deverão passar a ser designados por cursos de profissionalização. Estes cursos, e outros que entretanto venham a ser criados, deverão privilegiar a admissão de alunos com uma formação de 1º ciclo, deverão possuir uma estrutura curricular flexível e ajustada às necessidades do mercado de trabalho e poderão ser perspectivados através de protocolos e parcerias com empresas e centros de formação profissional<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> Também deve ser previsto um 'bridging program' para os estudantes do 3º ciclo (doutoramento) que tenham sido aprovados num 2º ciclo em escolas com orientação aplicada ou vocacional.

<sup>22</sup> Apresentam-se como exemplo as possibilidades de formação profissional em áreas específicas da informática.

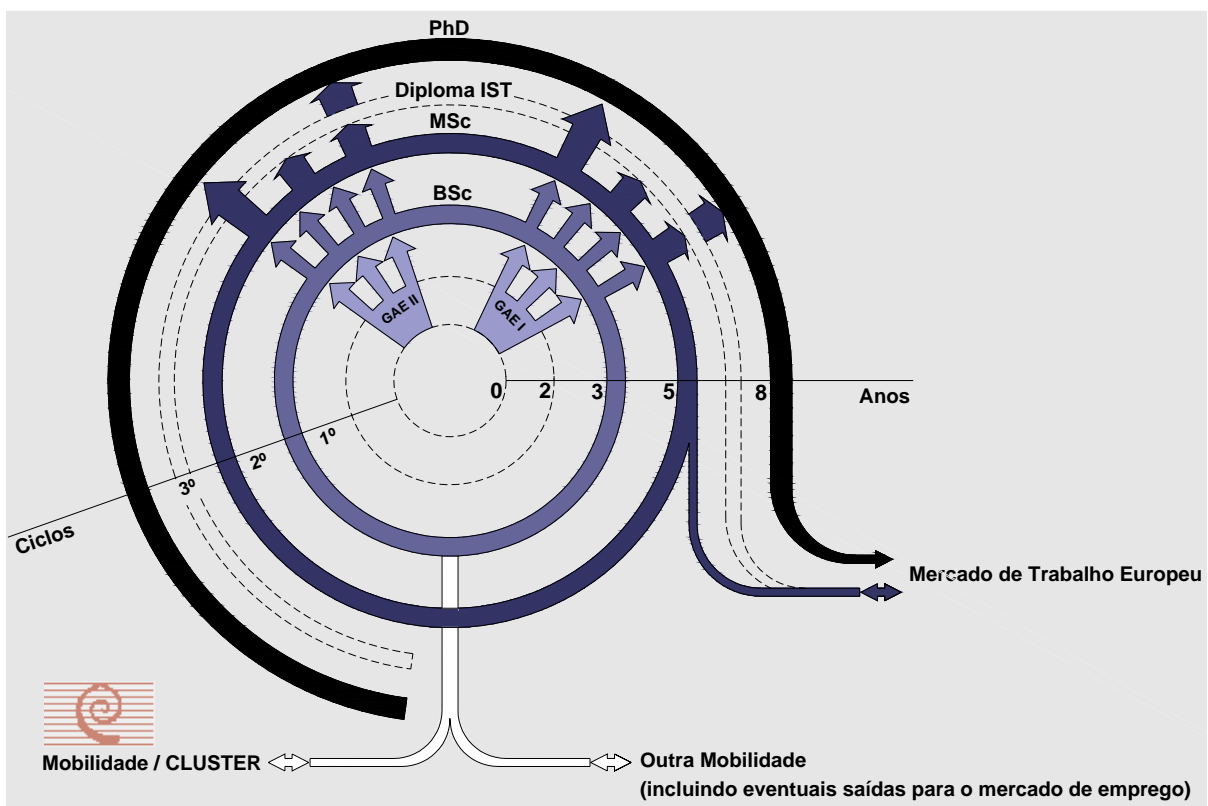
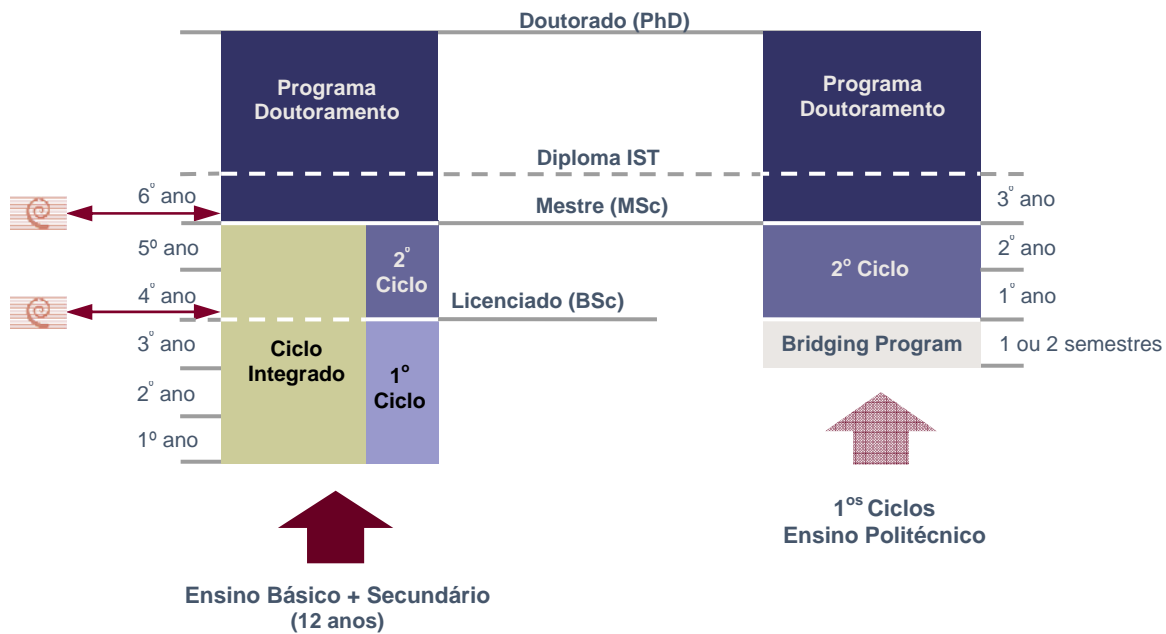


Tabela VI – Organização da formação superior no IST<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> O grupo de trabalho não exclui a possibilidade da preparação universitária de 1º ciclo poder assegurar a empregabilidade de alguns alunos em actividades que não requeiram competências específicas de 2º ciclo.



A tabela VII procede à estruturação da organização da formação superior no IST ao nível do 1º e 2º ciclos.

Modelo de formação integrado de um ciclo único (0+5) <sup>24</sup>	Modelo de formação em 2 ciclos (3+2)	Formação de 2º ciclo
Arquitectura Eng. Mecânica Eng. Aeroespacial Eng. Civil Eng. Electrotécnica e de Computadores Eng. Química Eng. Biológica Eng. Biomédica Eng. Física Tecnológica	Eng. e Arquitectura Naval <sup>25</sup> Eng. Gestão Industrial Eng. Território Eng. Geológica e Mineira <sup>26</sup> Eng. Electrónica Eng. Redes de Comunicação e Informação Matemática Aplicada e Computação Eng. Informática e Computadores Eng. Ambiente Eng. Materiais	Química Eng. Biomolecular e Nanossistemas (Taguspark) <sup>27</sup> (complementadas com outras iniciativas que venham a ser propostas)

Tabela VII – Organização da formação superior no IST ao nível do 1º e 2º ciclos<sup>28, 29, 30</sup>.

Nesta tabela estão incluídos cursos com modelos de formação integrada em dois ciclos (Engenharia Geológica e Mineira, Engenharia de Materiais, Engenharia do Território e Engenharia do Ambiente) que podem correr o risco de fechar ou de se transformar em opções formativas de 2º ciclo caso venha a ser adoptada a medida já anunciada de suprimir todos os cursos que recrutem poucos alunos (presentemente 10 alunos no 1º ano

<sup>24</sup> A identificação dos cursos do IST que deverão adoptar um modelo de formação integrada de ciclo único obedeceu aos seguintes critérios:

- i) Cursos de engenharia de concepção clássicos em que existe uma prática estável e consolidada na União Europeia de formação em 10 semestres curriculares de trabalho e que recebem um número elevado de alunos
- ii) Cursos de engenharia mais recentes que se encontrem numa fase madura e consolidada de oferta curricular, organização e estratégia, que recebem um número elevado de alunos ou um número moderado de alunos de elevada qualidade e para os quais seja possível identificar analogias com cursos integrados em universidades de topo na União Europeia.

<sup>25</sup> O modelo de formação proposto para o curso de Engenharia e Arquitectura Naval considera que o primeiro ciclo deste curso será comum com o de Engenharia Mecânica assegurando-se, no entanto, um numerus clausus próprio com recrutamento de alunos directamente a partir do ensino secundário. A solução proposta tem em conta o facto desta licenciatura ser única no país.

<sup>26</sup> O modelo de formação proposto para o curso de Engenharia Geológica e Mineira decorre da especificidade da sua estrutura curricular.

<sup>27</sup> Este curso está previsto para o campus do Taguspark no plano de desenvolvimento do IST para 2002/2006.

<sup>28</sup> O curso de Arquitectura é abrangido pelo modelo de formação com a duração de dez semestres curriculares de trabalho e com um número de créditos ECTS mais elevado, em resultado de uma directiva da União Europeia.

<sup>29</sup> O Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP) quer reduzir as 800 designações que os cursos superiores têm neste momento para cerca de 80, à semelhança do que acontece noutros países da União Europeia signatários do Processo de Bolonha. A proposta do CRUP poderá exigir a alteração da designação de alguns dos actuais cursos do IST que se encontram incluídos nesta tabela.

Sugere-se a consulta do anexo III para obter mais informações acerca da proposta do CRUP.

<sup>30</sup> Os segundos ciclos destes cursos poderão eventualmente ser leccionados em língua Inglesa por forma a estimular o intercâmbio internacional.

com um total de 30 alunos nos três últimos anos lectivos, mas prevendo-se uma subida destes números para 20 e 60, respectivamente). Esta situação deverá ser tomada em muito forte consideração durante o processo de reestruturação curricular que vai estar associado à implementação do Processo Bolonha devendo a Comissão Coordenadora do Conselho Científico monitorizar o processo de reestruturação curricular destes cursos<sup>31</sup>.

Em face do exposto e tendo em consideração os princípios reguladores para a criação do espaço Europeu de ensino superior pode-se concluir que os cursos do IST que adoptarem um modelo de formação integrado de ciclo único (0+5) ou um modelo de formação em 2 ciclos (3+2) deverão ser reestruturados e perspectivados para uma estrutura curricular de 300 créditos ECTS (180 créditos ECTS + 120 créditos ECTS no caso do modelo de formação em 2 ciclos)<sup>32</sup>.

Os cursos do IST que adoptarem um modelo de formação de segundo ciclo deverão ser reestruturados e perspectivados para uma estrutura curricular de 120 créditos ECTS. Porém, qualquer dos modelos de organização da formação superior que se encontra incluído na tabela VII, tem de ser capaz de assegurar aproximadamente 30 créditos ECTS para a preparação e avaliação das dissertações de mestrado<sup>33</sup>. Este facto irá promover uma redução do número total de disciplinas para os actuais cursos do IST que não têm presentemente espaço curricular previsto para trabalhos finais de curso com a duração de um semestre lectivo e, portanto, as suas consequências deverão ser tidas em conta na necessária reorganização curricular ao nível das ciências básicas e das ciências de engenharia e da especialidade<sup>34</sup>.

---

<sup>31</sup> O processo de reestruturação do curso de Engenharia e Arquitectura Naval deverá ser igualmente monitorizado pela Comissão Coordenadora do Conselho Científico.

<sup>32</sup> A Lei de Bases do Sistema Educativo cria dificuldades na progressão entre ciclos aos alunos que frequentem cursos organizados em modelos de formação em 2 ciclos (3+2). O IST deverá adoptar estratégias que permitam obviar estas dificuldades e evitar um aumento excessivo da duração dos estudos. Contudo, o IST só deverá tomar medidas concretas neste domínio e no do acesso ao 2º ciclo após conhecer a regulamentação que vai ser adoptada para a Lei de Bases.

<sup>33</sup> A dissertação de mestrado deverá corresponder à totalidade ou quase totalidade de um semestre lectivo.

<sup>34</sup> A reestruturação dos cursos do IST deverá ser acompanhada de uma reorganização dos conteúdos programáticos das disciplinas de ciências básicas, ciências de engenharia e de ciências da especialidade.

A tabela VIII procede a uma tentativa de organização da formação superior no IST ao nível do 3º ciclo. A formação superior de 3º ciclo pressupõe a existência de uma estrutura curricular (parte escolar do doutoramento) com 60 créditos ECTS<sup>35</sup>.

<b>Formação de 3º ciclo (doutoramento)</b>
Arquitectura
Eng. Mecânica
Eng. Aeroespacial
Eng. e Arquitectura Naval
Eng. Gestão Industrial
Eng. Civil
Eng. Território
Planeamento Regional e Urbano
Transportes
Eng. Minas(*)
Eng. Electrotécnica e de Computadores
Eng. Sistemas(*)
Eng. Química
Química
Biotecnologia
Eng. Física Tecnológica
Física
Engª Biomédica
Eng. Materiais
Eng. Informática e de Computadores
Eng. Ambiente
Matemática
Ciências de Engenharia
...

Tabela VIII – Organização da formação superior no IST ao nível do 3º ciclo<sup>36</sup>.

<sup>35</sup> Em termos práticos 60 créditos ECTS deverão corresponder a cerca de 1 ano lectivo.

<sup>36</sup> Eliminou-se o doutoramento em Engª Física por já existir um doutoramento em Engª Física Tecnológica. Indicam-se a (\*) as formações de 3º ciclo cuja designação deveria ser ajustada às do 1º e 2º ciclos e aquelas cujo sentido pode ser dúbio ou desajustado da actual realidade. O grupo de trabalho entende que se deve utilizar o actual momento de organização da formação superior no IST para examinar e corrigir este tipo de situações.

A tabela IX procede a uma primeira tentativa de organização dos cursos de formação avançada conducentes ao diploma IST. O diploma IST é atribuído no final da parte escolar do doutoramento (ver tabela VIII) ou após conclusão de um curso de formação avançada que apenas admita alunos com grau académico de mestre (2º ciclo de formação concluído). Os cursos de formação avançada deverão possuir uma estrutura curricular de 60 créditos ECTS de modo a possibilitar o acesso à formação de 3º ciclo e deverão ser concebidos de modo a satisfazer os objectivos de formação ao longo da vida dos indivíduos e da sociedade.

Parte escolar do doutoramento	Curso de formação avançada
Arquitectura Eng. Mecânica Eng. Aeroespacial Eng. e Arquitectura Naval Eng. Gestão Industrial Eng. Civil Eng. Território Planeamento Regional e Urbano Transportes Eng. Minas(*) Eng. Electrotécnica e de Computadores Eng. Sistemas(*) Eng. Química Química Biotecnologia/Engª Bioquímica(*) Eng. Física Tecnológica Física Engª Biomédica Eng. Materiais Ciência e Engª de Superfícies Eng. Informática e de Computadores Eng. Ambiente Matemática Ciências de Engenharia ...	Eng. da Concepção ('Design Engineering') <sup>37</sup> Eng. e Gestão de Tecnologia Ecologia, Gestão e Modelação dos Recursos Marinhos Inovação Tecnológica e Gestão Industrial Construção Construção Metálica e Mista Recuperação e Conservação do Património Construído Eng. de Estruturas Georrecursos Geotecnia para Engenharia Civil Hidráulica e Recursos Hídricos Urbanística e Gestão do Território Investigação Operacional e Engenharia de Sistemas Logística POSI – Sistemas de Informação Engª Química/Química Aplicada - Esp. Análise e Controlo de Qualidade Sistemas de Informação Geográfica Estatística Matemática e Aplicações ...

Tabela IX – Organização da formação superior no IST ao nível dos diplomas IST<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> A designação deste curso de formação avançada não deve ser confundida com o termo 'engenharia de concepção' que tem vindo a ser utilizado ao longo do documento. De facto, a designação deste curso resulta da tradução para a língua Portuguesa da designação Anglo-Saxónica 'Design Engineering'.

<sup>38</sup> Não foi incluído na tabela IX o actual mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais porque existem programas escolares de doutoramento em Engenharia de Materiais e em Ciência e Engenharia de Superfícies. Indicam-se a (\*) as formações cuja designação deveria ser ajustada às do 1º, 2º e 3º ciclos e aquelas cujo sentido pode ser dúbio.

O grupo de trabalho entende que se deve utilizar o actual momento de organização da formação superior no IST para proceder a uma avaliação destes cursos de modo a identificar eventuais ofertas de formação que devam ser suprimidas por razões de natureza estratégica ou, simplesmente, por ausência de candidatos.

Finalmente, a tabela X procede a uma primeira tentativa de organização dos cursos de profissionalização do IST.

<b>Curso de profissionalização</b>
Tecnologia, Manutenção e Gestão Automóvel Formação Inicial de Técnicos Superiores de Segurança e Higiene no Trabalho Materiais em Engenharia - Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança Gestão Estratégica e Desenvolvimento de Turismo VECTORE – Valorização Económica de Ciência, Tecnologia, Organização e Planeamento de Negócios para Novas Empresas Ciência e Tecnologia de Polímeros Eng. de Sistemas em Processos Químicos Microbiologia Molecular Gestão e Coordenação da Segurança no Trabalho da Construção ...

Tabela X – Organização dos cursos de profissionalização do IST<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> O grupo de trabalho entende que se deve utilizar o actual momento de organização da formação superior no IST para proceder a uma identificação de áreas de engenharia onde podem existir lacunas de formação profissional específica. Deverão igualmente enquadrar-se neste sector de actividade do IST todas as ofertas de formação profissional que sejam estruturadas com o objectivo de suprir as necessidades de uma ou mais empresas.

### 3.3. As disciplinas estruturantes e o ensino das ciências básicas

O ensino das ciências básicas no IST deverá ser efectuado com base num conjunto de disciplinas estruturantes que possuam conteúdos programáticos idênticos para a totalidade dos cursos. Estas disciplinas deverão ser seleccionadas de modo a satisfazerem as necessidades de formação em ciências básicas de cursos do IST que se encontrem agrupados em grandes áreas de engenharia (GAE).

Este processo de selecção de disciplinas estruturantes por GAE permitirá estabelecer objectivos de formação comuns para os alunos de especialidades de engenharia afins durante a totalidade da formação em ciências básicas e facilitará os programas de 'bridging' interno entre as diferentes especialidades de engenharia de uma GAE e entre especialidades de engenharia pertencentes a GAE distintas<sup>40</sup>.

Identificam-se as seguintes disciplinas estruturantes<sup>41</sup>:

#### Harmonização<sup>42</sup>

- Físico-Química (2 anos de ensino secundário)
- Biologia (2 anos de ensino secundário)
- Geologia (2 anos de ensino secundário)
- Física

---

<sup>40</sup> Este modelo dá aos alunos que estão hesitantes na escolha do curso a flexibilidade indispensável para ajustarem mais tarde o seu percurso universitário de 1º ciclo.

<sup>41</sup> O conteúdo das disciplinas estruturantes será objecto de análise numa versão posterior deste documento e a sua designação poderá ser alterada com vista a reflectir os seus conteúdos futuros.

Poderão existir situações excepcionais em que os objectivos (definidos em termos de competências a adquirir) e o conteúdo programático de uma ou mais disciplinas estruturantes possam estar incluídos, sem prejuízo para a formação dos alunos, nos objectivos e conteúdo programático de uma ou mais disciplinas de ciências de engenharia e/ou da especialidade. O carácter excepcional desta substituição exige que o corpo docente afecto a estas disciplinas de ciências de engenharia e/ou da especialidade tenha competência científico-pedagógica internacionalmente reconhecida nos assuntos a leccionar.

<sup>42</sup> As disciplinas de harmonização deverão funcionar no 1ºano/1ºsemestre num horário suplementar ao das restantes disciplinas dos planos curriculares dos cursos. A aprovação dos alunos nestas disciplinas deverá ser um pré-requisito para a inscrição na primeira disciplina estruturante de Física, Química, Geologia ou Biologia ficando, contudo, dispensados de realizar estas disciplinas de harmonização todos os alunos que tenham obtido aprovação nos 2 anos de formação específica de Físico-Química, Biologia ou Geologia do ensino secundário bem como todos os alunos cujo plano curricular do curso não exija a frequência de alguma destas disciplinas estruturantes. Por exemplo, só deverá ser exigida a formação de 2 anos do ensino secundário ou a correspondente formação de harmonização em Biologia aos alunos que estejam inscritos em cursos que tenham a disciplina estruturante de Biologia Molecular no seu plano curricular.

Como as disciplinas de harmonização possuem uma carga horária suplementar à do plano curricular dos cursos não deverão ser ultrapassadas as 3.5 horas semanais de aulas (ex. 2h teóricas e 1.5h práticas). Acresce o facto dos cursos que tiverem necessidade de incluir estas disciplinas no seu plano de estudos deverem ter uma atenção muito especial na elaboração do plano curricular do 1ºsemestre do 1ºano.

O caso específico da harmonização em Física apenas diz respeito ao curso de arquitectura, e destina-se aos alunos que não tenham frequentado no ensino secundário a disciplina de Físico-Química e de Desenho.

## **Matemática<sup>43</sup>**

- Análise Matemática I
- Análise Matemática II
- Análise Matemática III
- Álgebra Linear
- Probabilidades e Estatística
- Matemática Computacional
- Matemática Discreta
- Teoria da Computação

## **Física**

- Mecânica e Ondas
- Electromagnetismo e Óptica
- Termodinâmica e Estrutura da Matéria

## **Química**

- Química<sup>44</sup>

## **Materiais**

- Ciência de Materiais<sup>45</sup>

## **Gestão**

- Gestão

## **Informática**

- Programação<sup>46</sup>

## **Biologia**

- Biologia Molecular

## **Geologia**

- Mineralogia e Geologia

---

<sup>43</sup> Para evitar confusões com as actuais três disciplinas de Análise Matemática indicam-se possíveis conteúdos programáticos das três disciplinas de Análise Matemática que estão incluídas nesta proposta:

Análise Matemática I - Sucessões e Séries, Funções Reais de uma Variável.

Análise Matemática II - Funções Reais de Várias Variáveis.

Análise Matemática III - Análise Complexa, Equações Diferenciais e Análise de Fourier.

<sup>44</sup> Devem ser introduzidos tópicos relevantes para as diferentes especialidades de engenharia em vez de repetir e estender os fundamentos de química que os alunos já aprenderam no ensino secundário.

<sup>45</sup> O programa da disciplina de Ciência de Materiais deverá incorporar tópicos de Engenharia de Materiais para as especialidades de engenharia que apenas tenham uma disciplina de Materiais no seu plano curricular.

<sup>46</sup> O programa da disciplina de programação deve ser ajustado em função das necessidades específicas de cada GAE.

## **Geografia**

- Geografia Física
- Geografia Humana

O princípio de organização do ensino das ciências básicas num conjunto de disciplinas estruturantes que possuam conteúdos programáticos idênticos para a totalidade dos cursos do IST, não é incompatível com a existência de disciplinas estruturantes complementares nos domínios, por exemplo, da matemática e da física. Pelo contrário, recomenda-se que todos os cursos que necessitem de reforçar a formação em ciências básicas o façam através da introdução de uma ou mais disciplinas estruturantes complementares nos respectivos planos curriculares.

O conteúdo programático das disciplinas estruturantes complementares será estabelecido pelas unidades académicas responsáveis pelo ensino destas disciplinas ouvidas as coordenações e unidades académicas responsáveis pelos cursos, de modo a que a oferta formativa seja adequada às necessidades de formação.

### **3.4 Um ensino baseado em competências**

A principal consequência da adopção do processo de Bolonha é a mudança do modelo de organização pedagógica que deverá ser baseado na obtenção de competências por parte dos alunos e não na mera demonstração de apreensão dos conhecimentos leccionados.

A concretização deste objectivo implica mudanças muito profundas na didáctica adoptada. Os alunos deverão ser estimulados a deixar a atitude tradicional de espectadores da apresentação de conhecimentos para passarem a ser as personagens principais na construção das suas competências.

O processo educativo irá sofrer transformações de fundo e o aluno a tempo inteiro deverá ser consciencializado da necessidade de dedicar 42 horas semanais à sua actividade de estudo durante 40 semanas por ano, sendo o tempo despendido nas actividades lectivas uma pequena percentagem do seu tempo total de trabalho.

Para que os alunos possam assumir o papel fundamental que lhes é atribuído no processo de aprendizagem, será necessário que conheçam à priori quais são os objectivos, em termos de competências, do curso que frequentam. Neste sentido, é também necessário que as diferentes disciplinas (unidades curriculares) definam claramente os seus objectivos em termos de competências e a forma como estas competências se devem conjugar para a obtenção dos objectivos estipulados para o curso que integram.

As horas de contacto deverão corresponder ao espaço em que se levantam questões e se lançam as pistas para a forma de as abordar. Os alunos deverão posteriormente, através de trabalho autónomo, consulta aos docentes ou trabalho laboratorial procurar os meios necessários para atingir as competências pretendidas. Só desta forma será possível consubstanciar um tipo de aprendizagem baseado no desenvolvimento de competências e não na mera aplicação de metodologias demonstradas.



A concretização deste novo modelo de ensino baseado em competências exige uma limitação do número de horas de contacto de modo a criar espaço para o trabalho autónomo dos alunos. No anexo IV propõe-se uma organização pedagógica baseada num máximo de 25 horas de contacto nos dois primeiros anos e de 22.5 horas nos anos subsequentes. Estes valores representam um máximo de 40% do total de horas de trabalho dedicadas a aulas durante os dois primeiros anos e cerca de 37.5% nos anos seguintes<sup>47</sup>.

Os planos curriculares dos cursos devem ser estruturados de modo a que cada disciplina possa adoptar a organização lectiva que melhor se adapte aos objectivos propostos e que, simultaneamente, possa coexistir com o desenvolvimento de competências de natureza transversal<sup>48</sup> não directamente ligadas às actividades técnicas ou científicas dos cursos mas que se revelem essenciais para a formação de profissionais de engenharia e tecnologia. Apresentam-se como exemplos de competências transversais a expressão oral e escrita, a liderança, o relacionamento interpessoal, a ética e o empreendedorismo.

O desenvolvimento de competências de natureza transversal deve totalizar cerca de 15 créditos ECTS na totalidade dos 2 ciclos de formação, com um número mínimo de 6 créditos ECTS em cada um dos ciclos. O ensino destas competências não deverá ser exclusivamente efectuado por intermédio de disciplinas autónomas podendo, com ganhos evidentes, ser concretizado através de módulos inseridos no âmbito de disciplinas de natureza técnica e científica, de seminários, de estágios ou de actividades complementares.

Em virtude da implementação do novo modelo de ensino baseado em competências exigir mudanças muito profundas na forma de aprender e, também, de ensinar justifica-se que a reestruturação curricular seja concretizada em 'frente de onda' a partir do 1º ano. Acresce o facto desta mudança de modelo de ensino exigir um repensar de toda a regulamentação que está associada à organização de horários e de provas de avaliação, à transição entre anos lectivos e às disciplinas em atraso. Simultaneamente, e como forma de melhorar o sucesso escolar dos alunos a tempo parcial, será necessário criar percursos escolares especialmente adaptados a estes casos.

---

<sup>47</sup> Os valores apresentados são ainda menores no último ano dos cursos devido à dissertação de mestrado.

<sup>48</sup> As competências transversais são designadas de 'soft-skills' na terminologia Anglo-Saxónica.

#### **4. Grandes áreas de engenharia**

A organização da formação superior no IST deverá ser estruturada em grandes áreas de engenharia (GAE) ao nível dos primeiros 6 semestres curriculares de trabalho de modo a que especialidades de engenharia afins partilhem a mesma formação durante a totalidade ou quase totalidade dos 4 primeiros semestres curriculares de trabalho. Este novo modelo de organização vem ao encontro dos princípios orientadores do processo de Bolonha na medida em que permite estruturar primeiros ciclos de banda larga e com carácter generalista entre especialidades de engenharia afins, reforça a interdisciplinaridade e flexibiliza a mobilidade interna dos alunos entre especialidades de engenharia afins. A definição de grandes áreas de engenharia permite ainda efectuar um melhor aproveitamento dos recursos humanos, das salas de aula e dos meios laboratoriais existentes na escola.

A organização em grandes áreas de engenharia permite igualmente estruturar segundos ciclos de formação (7, 8, 9 e 10 semestres da formação integrada de ciclo único) vocacionados para as áreas de especialização características de cada especialidade de engenharia.

De facto, só através de uma estratégia organizacional que promova a interdisciplinaridade do 1º ciclo de estudos entre cursos de engenharia afins, retirando-lhes algumas das actuais marcas de especialização, é que será possível aumentar a competitividade da formação superior do IST. Uma formação generalista ao nível do 1º ciclo de estudos contribuirá para agilizar a oferta da formação de 2º ciclo e, desta forma, permitirá uma melhor adequação da formação superior do IST às necessidades do mercado de trabalho. O reforço da mobilidade dos alunos, facilitado pela introdução de grandes áreas de engenharia, e a flexibilidade na agilização dos conteúdos curriculares do 2º ciclo de estudos ao ritmo da evolução científica e tecnológica das diferentes especialidades de engenharia contribuirão, decisivamente, para o aumento das condições de empregabilidade dos alunos.

A proposta de grandes áreas de engenharia do IST que se encontra disponível na tabela XI não foi elaborada com o objectivo de eliminar ou concentrar departamentos, nem com o propósito de pré-definir responsabilidades no funcionamento e leccionação de disciplinas. Nesta fase a comissão apenas decidiu incluir na tabela as disciplinas estruturantes de formação em ciências básicas devendo posteriormente ser adicionadas as disciplinas de ciências de engenharia que permitem assegurar objectivos de formação comuns durante a totalidade ou quase totalidade dos 4 primeiros semestres curriculares de trabalho.

Curso do IST	Competências transversais	Disciplinas estruturantes de ciências básicas
<p style="text-align: center;">Eng. Mecânica(*) Eng. Aeroespacial(*) Eng. Gestão Industrial(*) Eng. e Arquitectura Naval(**)</p> <p>(*) Acreditados na especialidade de Engenharia Mecânica da Ordem dos Engenheiros (**) Acreditado na especialidade de Engenharia Naval da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática I</li> <li>• Análise Matemática II</li> <li>• Análise Matemática III</li> <li>• Álgebra Linear</li> <li>• Probabilidades e Estatística</li> <li>• Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica e Ondas</li> <li>• Electromagnetismo e Óptica</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química</li> </ul> <p><b>Materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciência de Materiais</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação</li> </ul>
<p>Eng. Física Tecnológica Eng. Biomédica</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização (só para Eng. Biomédica)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico-Química ou Biologia</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática I</li> <li>• Análise Matemática II</li> <li>• Análise Matemática III</li> <li>• Álgebra Linear</li> <li>• Probabilidades e Estatística</li> <li>• Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica e Ondas</li> <li>• Electromagnetismo e Óptica</li> <li>• Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação</li> </ul> <p><b>Biologia (só para Eng. Biomédica)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologia Molecular</li> </ul>

<p>Eng. Civil(*) Eng. Território(*)</p> <p>(*) Acreditados na especialidade de Engenharia Civil da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> <li>Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Química</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul> <p><b>Geologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mineralogia e Geologia</li> </ul> <p><b>Geografia (só para Eng. Território)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geografia Física</li> <li>Geografia Humana</li> </ul>
<p>Eng. Electrotécnica e de Computadores(*) Eng. Electrónica</p> <p>(*) Acreditado na especialidade de Engenharia Electrotécnica da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecânica e Ondas</li> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> <li>Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Química</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul>

<p>Eng. Química(*) Eng. Biológica(*) Eng. Materiais(**)</p> <p>(*) Acreditados na especialidade de Engenharia Química da Ordem dos Engenheiros</p> <p>(**) Acreditado na especialidade de Engenharia Metalúrgica e Materiais da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização (só para Eng. Biológica)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Físico-Química ou Biologia</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecânica e Ondas</li> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Química</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul> <p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biologia Molecular</li> </ul>
<p>Eng. Informática e de Computadores(*)</p> <p>(*) Acreditado na especialidade de Engenharia Informática da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Físico-Química</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Discreta</li> <li>Teoria da Computação</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecânica e Ondas</li> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul>

<p>Eng. de Redes de Comunicação e Informação</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática I</li> <li>• Análise Matemática II</li> <li>• Análise Matemática III</li> <li>• Álgebra Linear</li> <li>• Probabilidades e Estatística</li> <li>• Matemática Computacional</li> <li>• Teoria da Computação</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica e Ondas</li> <li>• Electromagnetismo e Óptica</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação</li> </ul>
<p>Eng. Ambiente(*)</p> <p>(*) Acreditado na especialidade de Engenharia do Ambiente da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico-Química ou Biologia</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise Matemática I</li> <li>• Análise Matemática II</li> <li>• Análise Matemática III</li> <li>• Álgebra Linear</li> <li>• Probabilidades e Estatística</li> <li>• Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica e Ondas</li> <li>• Electromagnetismo e Óptica</li> <li>• Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química</li> </ul> <p><b>Materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciência de Materiais</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação</li> </ul> <p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologia Molecular</li> </ul>

<p>Eng. Geológica e Mineira(*)</p> <p>(*) Acreditado na especialidade de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Físico-Química ou Geologia</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Computacional</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecânica e Ondas</li> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> <li>Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Química</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Química</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul>
<p>Matemática Aplicada e Computação</p>	<p>Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Físico-Química</li> </ul> <p><b>Matemática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Matemática I</li> <li>Análise Matemática II</li> <li>Análise Matemática III</li> <li>Álgebra Linear</li> <li>Probabilidades e Estatística</li> <li>Matemática Computacional</li> <li>Teoria da Computação</li> </ul> <p><b>Física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecânica e Ondas</li> <li>Electromagnetismo e Óptica</li> <li>Termodinâmica e Estrutura da Matéria</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão</li> </ul> <p><b>Informática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programação</li> </ul>

<p style="text-align: center;">Arquitectura(*)</p> <p style="text-align: center;">(*) Acreditado na Ordem dos Arquitectos</p>	<p style="text-align: center;">Expressão oral e escrita</p>	<p><b>Harmonização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Física</li> </ul> <p><b>Matemática</b><sup>49</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemática I</li> <li>• Matemática II</li> <li>• Probabilidades e Estatística</li> </ul> <p><b>Geografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geografia Física</li> <li>• Geografia Humana</li> </ul> <p><b>Gestão</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão</li> </ul>
---	---	--

Tabela XI – Grandes áreas de engenharia e respectivo plano curricular ao nível da formação em ciências básicas<sup>50,51,52</sup>.

O peso relativo dos diferentes tipos de formação em cada um dos cursos que se encontram listados e agrupados nas grandes áreas de engenharia da tabela XI deverá ser estruturado da forma a seguir indicada<sup>53</sup>:

Ciências básicas	≅ 20%
Ciências de engenharia	≅ 30%
Disciplinas da especialidade	≅ 34 ~ 38%
Tese de mestrado	≅ 6 ~ 10%
Competências transversais	≅ 6%

Esta distribuição de pesos relativos tem em conta a actual estrutura dos cursos do IST e as necessidades que são intrínsecas à implementação do Processo de Bolonha. Indica-se, para efeitos comparativos, o peso relativo médio destes tipos de formação nos actuais cursos do IST:

Ciências básicas	≅ 21%
Ciências de engenharia	≅ 33%
Disciplinas da especialidade	≅ 43%
Competências transversais	≅ 3%

<sup>49</sup> As disciplinas Matemática I e Matemática II são disciplinas específicas do curso de Arquitectura.

<sup>50</sup> Matemática Aplicada e Computação e Arquitectura estão incluídas nesta tabela relativa às grandes áreas de engenharia do IST por motivos de natureza organizacional.

<sup>51</sup> A eventual inserção do curso de Eng. de Materiais numa outra GAE diferente da que aglutina os cursos de Eng. Química e Eng. Biológica está dependente do processo de reestruturação curricular do curso.

<sup>52</sup> A manutenção de GAE autónomas para Eng. do Ambiente e Eng. Geológica e Mineira fica condicionada ao processo de reestruturação curricular destes cursos e à sua capacidade futura para atrair um número total de alunos igual ou superior a 10 no 1º ano, com um total de 30 alunos nos três últimos anos lectivos, prevendo-se uma subida destes números para 20 e 60 respectivamente.

<sup>53</sup> Estas percentagens foram definidas com base em carga horária e deverão ser objecto de ajustamento quando forem referidas a créditos ECTS.



Conforme foi referido anteriormente, a formação em ciências básicas deverá ser organizada com base num conjunto de disciplinas estruturantes que deverá satisfazer as necessidades específicas de cada grande área de engenharia e de cada curso em particular. Os conteúdos programáticos destas disciplinas deverão ser uniformes, embora se admita que o ensino da Química e da Programação possa vir a ser ajustado em função de necessidades de formação específicas de algumas grandes áreas de engenharia.

A aplicação deste novo modelo de organização à estrutura dos planos curriculares de licenciaturas afins permitirá racionalizar e compatibilizar a selecção de disciplinas estruturantes e ajustar a sua localização ao nível do 1º e 2º anos lectivos (veja-se a este propósito a Tabela XII).

Eng. Mecânica Eng. Aeroespacial Eng. Gestão Industrial Eng. e Arquitectura Naval	1º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	2º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• <b>Ciência de Materiais</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	4º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Eng. Física Tecnológica Eng. Biomédica	1º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia/Eng. Física) ou (ciências da medicina/Eng. Biom.)</li> <li>• <b>Harmonização (Eng. Biomédica)</b></li> </ul>	2º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia/Eng. Física) ou (ciências da medicina/Eng. Biom.)</li> </ul>
	3º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. da Matéria</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia/Eng. Física) ou (ciências da medicina/Eng. Biom.)</li> </ul>	4º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia/Eng. Física) ou (ciências da medicina/Eng. Biom.)</li> </ul>
Eng. Civil Eng. Território  (Nota: A disciplina estruturante <b>Geografia Humana</b> será incluída num semestre posterior do curso de Eng. Território)	1º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	2º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. da Matéria</b></li> <li>• <b>Mineralogia e Geologia</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	4º Semestre <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia/Eng. Civil ou <b>Geografia Física/Eng. Território</b>)</li> </ul>

Eng. Electrotécnica e de Computadores Eng. Electrónica	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. da Matéria</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Eng. Química Eng. Biológica Eng. Materiais	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• <b>Harmonização (Eng. Biológica)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Matemática computacional</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências da engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Biologia Molecular</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Eng. Informática e de Computadores	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• <b>Teoria da Computação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• <b>Harmonização</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• <b>Matemática Discreta</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Eng. de Redes de Comunicação e Informação	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• <b>Teoria da Computação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Eng. Ambiente	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• <b>Harmonização</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>

	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• <b>Ciência dos Materiais</b></li> <li>• <b>Biologia Molecular</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. da Matéria</b></li> </ul>
Eng. Geológica e Mineira	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Química</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• <b>Harmonização</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. da Matéria</b></li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> <li>• (ciências de engenharia)</li> </ul>
Matemática Aplicada e Computação	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Álgebra Linear</b></li> <li>• <b>Análise Matemática I</b></li> <li>• <b>Programação</b></li> <li>• (disciplina de matemática)</li> <li>• (disciplina de matemática)</li> <li>• <b>Harmonização</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática II</b></li> <li>• <b>Mecânica e Ondas</b></li> <li>• (disciplina de matemática)</li> <li>• (disciplina de matemática)</li> <li>• (disciplina de matemática)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise Matemática III</b></li> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• <b>Termodinâmica e Est. Matéria</b></li> <li>• <b>Teoria da Computação</b></li> <li>• (disciplina de matemática)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática Computacional</b></li> <li>• <b>Electromagnetismo e Óptica</b></li> <li>• <b>Gestão</b></li> <li>• (disciplina de matemática)</li> <li>• (disciplina de matemática)</li> </ul>
Arquitectura	1º Semestre	2º Semestre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Física e/ou Desenho I</li> <li>• <b>Matemática I</b></li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• <b>Harmonização</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matemática II</b></li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> </ul>
	3º Semestre	4º Semestre
(Nota: As disciplinas estruturantes <b>Geografia Humana</b> e <b>Gestão</b> serão incluídas em semestres posteriores)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilidades e Estatística</b></li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Geografia Física</b></li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> <li>• (disciplina de Arquitectura)</li> </ul>

Tabela XII – Localização das disciplinas estruturantes de ciências básicas e de ‘soft-skills’ nos cursos de licenciatura de cada uma das grandes áreas de engenharia.

Contudo este trabalho de uniformização não pode ficar circunscrito aos aspectos relacionados com a selecção, caracterização e distribuição das disciplinas estruturantes na medida em que a nova legislação decorrente do processo de Bolonha exige que os créditos ECTS destas disciplinas sejam obrigatoriamente iguais em todas as licenciaturas. Este facto levanta questões imediatas de natureza organizacional em virtude de existirem cursos que estão actualmente estruturados com 4, 5 e até 6 disciplinas por semestre e com cargas horárias semanais que variam entre as 20 e as 25 horas.

Neste sentido, e porque o problema da uniformização dos créditos ECTS também se irá colocar ao nível das disciplinas de ciências de engenharia e da especialidade que venham a ser partilhadas por dois ou mais cursos de licenciatura, foi entendimento desta comissão incluir um anexo ao documento (Anexo IV) que aborda de uma forma sintética os diferentes modelos de organização curricular que resultam da nova legislação decorrente do processo de Bolonha.

O Anexo V inclui uma proposta de créditos ECTS para a totalidade das disciplinas estruturantes que foram identificadas na secção 3.3 e o Anexo VI inclui um formulário para organização e apresentação dos planos curriculares que deverá ser utilizado pela totalidade dos cursos do IST de modo a serem respeitadas as normas técnicas para a apresentação das estruturas curriculares e dos planos de estudos dos cursos superiores (Despacho 10543/2005 – Direcção Geral do Ensino Superior).

Finalmente, o Anexo VII inclui uma listagem das áreas científicas que estão actualmente aprovadas no IST.

## 5. Organização da formação superior nas escolas de engenharia do CLUSTER

A organização e estrutura curricular dos cursos de engenharia das Universidades que pertencem ao CLUSTER pode ser consultada através de apontadores existentes na página internet [www.cluster.org](http://www.cluster.org).

A tabela XIII apresenta um quadro resumo que foi elaborado com base na consulta das páginas Internet das diferentes Universidades do CLUSTER e numa recolha de informações que foi realizada durante o 'CLUSTER Seminar about Horizontal Mobility and BSc Programmes' que se realizou em Estocolmo nos dias 10 e 11 de Junho de 2005<sup>54</sup>.

Universidade	Modelo de Formação	Comentários
KTH Stockholm	0 + 4.5	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo embora admitam algumas saídas profissionais (limitadas) no final do BSc.</p> <p>O 2º ciclo é leccionado na língua Inglesa.</p> <p>O sistema 3 + 1.5 em paralelo com o 0 + 4.5 tem por objectivo resolver o problema da mobilidade para os alunos de outras Universidades que desejem efectuar o MSc no KTH.</p>
Imperial College	0 + 4	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo (MEng) tendo eliminado o BSc.</p> <p>As Universidades Inglesas que atribuem o grau de BSc ao fim de 3 anos de formação apenas admitem algumas saídas profissionais limitadas para os seus alunos.</p> <p>'The Institutions of Engineers consider that the four-year Master of Engineering (MEng) degree provides the benchmark route for the formation of a professional engineer'</p>
INP - Grenoble	(2CP + 1) + 2	<p>O objectivo da formação é o MSc. O BSc é um diploma interno sem utilidade para o mercado de trabalho (BSc = 2 CP + 1).</p> <p>As CP ('classes preparatoires') estão fora do Sistema Universitário e efectua uma formação no domínio das ciências básicas (matemática, física, química) e da literatura.</p>
Eindhoven University	3 + 2	<p>O objectivo da formação é o MSc. O BSc é um diploma sem utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>O 2º ciclo é leccionado na língua Inglesa.</p> <p>Existe flexibilidade na inscrição no 2º ciclo para os alunos que ainda não tenham concluído a totalidade do 1º ciclo. Exigem um mínimo de 160 ECTS em 180 ECTS.</p> <p>Possuem um grau académico denominado PDEng ('Professional Doctorate in Engineering') que se situa entre o MSc e o PhD.</p>

<sup>54</sup> As universidades do CLUSTER reflectem o modelo de formação que foi adoptado pelas principais universidades dos respectivos países.

A inclusão desta tabela resulta da necessidade de escolher um modelo de organização da formação superior do IST em conformidade com aquilo que está a ser implementado nas principais universidades Europeias e do interesse estratégico em privilegiar a mobilidade dos estudantes e facilitar a concretização de parcerias de formação, nomeadamente os compromissos assumidos pelo IST como membro do CLUSTER.

TKK Helsinki	3 + 2	<p>O objectivo da formação é o MSc. O BSc é um diploma sem utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>As escolas Politécnicas da Finlândia adoptaram o sistema 4 + 1. O 'bridging' dos alunos do Politécnico que pretendem frequentar o MSc Universitário efectua-se após conclusão do BSc Politécnico (4º ano) sendo-lhes exigido um curso preparatório de 0.5 anos.</p>
Karlsruhe	3 + 2 0 + 5 (após aprovação de legislação)	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo, embora admitam que possam existir algumas saídas profissionais (limitadas) no final do BSc.</p> <p>Quando tiverem aprovada a legislação que permita efectuar a formação em ciclo integrado (0 + 5) tencionam implementar um processo de selecção de alunos no final do segundo ano lectivo que terá por objectivo identificar os 20 a 30% de alunos que irão ter a oportunidade de frequentar a formação de ciclo integrado.</p> <p>Os alunos que frequentarem o BSc terão de realizar uma 'BSc Thesis' no final do 3º ano (6º semestre) enquanto que os alunos que forem seleccionados para a formação de ciclo integrado apenas deverão efectuar um 'Study Research Project' durante o 7º semestre. As 'MSc Thesis' serão em ambos os casos realizadas no final do 5º ano (10º semestre).</p>
EPFL - Lausanne	3 + (1.5 a 2)	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo. O BSc é um diploma sem utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>O 2º ciclo é leccionado na língua Inglesa.</p> <p>Existe flexibilidade na inscrição no 2º ciclo para os alunos que ainda não tenham concluído a totalidade do 1º ciclo.</p>
TU Darmstadt	3 + 2	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo. O BSc é um diploma sem utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>O segundo ciclo não tem numerus clausus pré-estabelecido de modo a poderem receber bons alunos de outras Universidades.</p> <p>Vão começar a exigir um mínimo de permanência de 50% para os estudantes que pretendam obter duplos graus.</p>
UC Louvain	3 + 2	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo. O BSc é um diploma sem utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>O BSc está organizado em majors e minors durante os três últimos semestres de modo a preparar os alunos para o 2º ciclo de formação numa determinada especialidade de engenharia. Contudo, o BSc é também entendido como uma formação 'pivot' que possibilitará a transição dos alunos entre as diferentes especialidades de engenharia.</p> <p>Não existe flexibilidade na inscrição no 2º ciclo para os alunos que ainda não tenham concluído a totalidade do 1º ciclo.</p>
Politécnico di Torino	3 + 2	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo (MSc) embora admitam que possam existir algumas saídas profissionais (limitadas) no final do BSc.</p> <p>No final do 1º semestre efectuem uma avaliação da performance dos alunos, sendo dada uma segunda oportunidade aos alunos que estejam com dificuldades nas disciplinas de ciências básicas. Os alunos que continuem com problemas após esta segunda oportunidade são excluídos do Politécnico di Torino. Este modelo de selecção afecta cerca de 1/3 dos alunos que iniciam os estudos no Politécnico di Torino.</p> <p>Existe flexibilidade na inscrição no 2º ciclo para os alunos que ainda não tenham concluído a totalidade do 1º ciclo.</p> <p>O ciclo de doutoramento tem obrigatoriamente de estar concluído em 3 anos.</p>

UPC - Barcelona	4 + 1 (?)	<p>O objectivo da formação é o 2º ciclo contudo o BSc é um diploma que irá ter alguma utilidade para o mercado de trabalho.</p> <p>O sistema a adoptar resultará de uma solução política envolvendo Politécnicos e Universidades. A legislação só deverá estar pronta dentro de 2 anos.</p> <p>Existe a possibilidade da legislação poder vir a incluir directivas sobre o conteúdo programático das ciências básicas de modo a aproximar os objectivos de formação das Universidades e Politécnicos.</p> <p>Sente-se algum desconforto pela solução que está a ser preparada.</p>
-----------------	-----------	--

Tabela XIII – Organização da formação superior nas escolas de engenharia do CLUSTER.

## ANEXO I – Idade dos alunos à entrada do ensino superior

17 anos	18 anos	19 anos	20 anos
Rússia	Albânia	Bósnia	Islândia
Turquia	Áustria	Bulgária	
	Bélgica	Sérvia	
	Montenegro	Suíça	
	Chipre	República Checa	
	Grécia	Alemanha	
	Espanha	Dinamarca	
	França	Estónia	
	Croácia	Finlândia	
	Hungria	Itália	
	Irlanda	Luxemburgo	
	Lituânia	Letónia	
	Malta	Macedónia	
	Holanda	Noruega	
	<b>Portugal</b>	Polónia	
	Inglaterra	Roménia	
		Suécia	
		Eslovénia	
		Eslováquia	

## ANEXO II - Número de anos de ensino pré-universitário

12 anos	13 anos
Áustria	Alemanha
Bélgica	Dinamarca
Espanha	Finlândia
França	Noruega
Roménia	Suécia
<b>Portugal</b>	Inglaterra
	República Checa
	Estónia
	Eslováquia
	Itália
	Malta



### **ANEXO III – Proposta do CRUP para a designação dos cursos de engenharia**

Existem actualmente 133 designações distintas para cursos de engenharia leccionados em instituições de ensino superior públicas e privadas. A proposta do CRUP (5ª versão de 19/06/2005) pretende reduzir este número substancialmente e aponta para 17 designações acrescidas de, eventualmente, mais 8 designações ainda em fase de estudo.

De acordo com o estudo do CRUP esta proposta visa facultar aos candidatos ao ensino superior uma oferta transparente, simples e comparável e, por outro lado, responder à convergência Europeia.

<b>Área de Engenharia, Tecnologia e Arquitectura</b>
Arquitectura
Engenharia Civil
Engenharia Electrotécnica
Engenharia Química
Engenharia Mecânica
Engenharia Electrónica e Telecomunicações
Engenharia Informática
Engenharia do Ambiente
Engenharia Geológica
Engenharia Física
Engenharia dos Materiais
Engenharia Aeroespacial
Engenharia Naval
Engenharia e Gestão Industrial
Engenharia Agronómica
Engenharia Florestal
Tecnologias da Informação

<b>Outros cursos em fase de estudo para inserção nesta área</b>
Arquitectura Paisagista
Engenharia Alimentar
Engenharia Biológica
Engenharia Geográfica
Engenharia do Território
Engenharia Biomédica
Engenharia Zootécnica
Engenharia Têxtil
Engenharia Mecatrónica.

O IST apresentou os seus comentários à comissão do CRUP tendo, em alguns casos, proposto e justificado designações alternativas.

## **ANEXO IV – Créditos ECTS e modelos de organização curricular**

Este anexo ao documento aborda diferentes modelos de organização curricular que têm por base a nova legislação decorrente do processo de Bolonha. Na primeira parte introduzem-se os parâmetros básicos que a adopção do sistema de créditos ECTS vem trazer à organização dos currículos e, seguidamente, discute-se para o regime semestral de organização curricular, quais as possibilidades de modelação das unidades curriculares em termos de créditos e cargas horárias.

### **Parâmetros Básicos**

A legislação<sup>55,56</sup> que regula a organização dos currículos resultantes da implementação do processo de Bolonha, impõe que esta organização deverá ter como base o número de horas de trabalho do estudante (HT) medidas através de créditos (ECTS).

Assim, de acordo com o artigo 5º do DL 42/2005:

- O trabalho de um ano curricular, a tempo inteiro é fixado entre 1500 HT e 1680 HT e é cumprido num período de 36 a 40 semanas;
- O número de horas de trabalho do estudante (HT) a considerar inclui todas as formas de trabalho previstas, designadamente as horas de contacto e as horas dedicadas a estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação;
- O número de créditos correspondente ao trabalho de um ano curricular realizado a tempo inteiro é de 60 ECTS.

Com base nestes parâmetros e adoptando para os cursos a ministrar no IST um trabalho correspondente a 1680 horas por ano curricular, poder-se-á considerar que,

$$1 \text{ ECTS} \leftrightarrow 28 \text{ HT}$$

Para além da relação entre o número de horas e o número de créditos, há que fazer opções em termos das cargas horárias. Assim, propõe-se como base de trabalho que as cargas horárias possam variar, ao longo dos anos curriculares, de forma a adaptar os modelos de ensino à maturidade dos alunos. Se nos primeiros anos se poderá justificar um maior número de horas de contacto em detrimento das horas destinadas ao trabalho autónomo, nos anos mais avançados justifica-se um menor número de horas de contacto e um maior espaço para o desenvolvimento autónomo. Assim, propõe-se uma distribuição do tipo:

1º e 2º ano – Número máximo de horas de contacto – 25 horas/semana

3º, 4º e 5º ano – Número máximo de horas de contacto – 22,5 horas/semana

---

<sup>55</sup> Decreto-Lei n.º42/2005 de 22 de Fevereiro de 2005 – Princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior.

<sup>56</sup> Despacho n.º 10 543/2005 (2ª série) de 11 de Maio de 2005 – Normas técnicas para a apresentação das estruturas curriculares e dos planos de estudos dos cursos superiores e sua publicação.

Uma terceira vertente que pode ser considerada na organização dos planos curriculares é a que diz respeito ao regime de funcionamento do ano lectivo. Desde a reforma de 70 que vigora nas licenciaturas do IST um regime semestral. Contudo, em alguns cursos de mestrado tem sido utilizado um regime trimestral. Do ponto de vista conceptual, ambos os regimes podem ser admitidos. Contudo, a generalidade das universidades europeias, com as quais o IST promove intercâmbio de alunos, funcionam em regime semestral, o que leva a que o IST deva manter uma organização semestral. O desenvolvimento deste estudo é feito apenas para o regime semestral, podendo no entanto ser feito um estudo em tudo paralelo para o regime trimestral.

## **Regime Semestral**

No regime semestral considera-se que cada semestre terá uma duração de 14 semanas lectivas e será seguido de um período de avaliação com uma duração de 5 semanas. Este regime corresponde ao regime actualmente em vigor nas licenciaturas do IST, ao qual corresponde em termos gerais:

1º semestre – Período lectivo: 2ª quinzena de Setembro a terceira semana de Dezembro; avaliações: Janeiro e 1ª semana de Fevereiro.

2º semestre – Período lectivo: 2ª quinzena de Fevereiro a 1ª semana de Junho, com interrupção de uma semana na Páscoa; avaliações: entre a 2ª semana de Junho e a 3ª semana de Julho.

Neste regime cada semestre corresponderá a 30 ECTS. Analogamente ao que sucede actualmente no IST, prevê-se a possibilidade de existência de 4 a 6 unidades curriculares a funcionar simultaneamente em cada semestre, correspondendo a uma média de 7,5 a 5 ECTS por unidade curricular, no caso de distribuição uniforme de créditos.

Contudo, a organização a adoptar deverá poder contemplar soluções em que coexistam unidades curriculares com diferentes exigências em termos de volume de trabalho. Assim, como forma de facilitar a partilha de unidades curriculares por diferentes planos de estudo, e de acordo com as recomendações constantes do ECTS USERS' GUIDE<sup>57</sup>, considera-se a hipótese de modelação das unidades curriculares nas seguintes tipologias:

UC5 – 7,5 ECTS – 210 HT;

UC4 – 6,0 ECTS – 168 HT;

UC3 – 4,5 ECTS – 126 HT;

UC2 – 3,0 ECTS – 84 HT;

UC1 – 1,5 ECTS – 42 HT.

---

<sup>57</sup> ECTS USERS' GUIDE, Directorate-General for Education and Culture, EU, Brussels, 2005  
[http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects/guide\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects/guide_en.pdf).

Paralelamente com a adopção de uma métrica ECTS para cada unidade curricular há que prever a forma como estas unidades curriculares se poderão associar para dar origem às organizações curriculares de cada semestre. Assim, podem considerar-se as diferentes hipóteses:

<b>UC5</b>	<b>UC4</b>	<b>UC3</b>	<b>UC2</b>	<b>UC1</b>	<b>Nº UC</b>
4	0	0	0	0	<b>4</b>
3	1	0	0	1	<b>5</b>
3	0	1	1	0	<b>5</b>
2	2	0	1	0	<b>5</b>
2	1	2	0	0	<b>5</b>
1	3	1	0	0	<b>5</b>
0	5	0	0	0	<b>5</b>
3	0	1	0	2	<b>6</b>
3	0	0	2	1	<b>6</b>
2	2	0	0	2	<b>6</b>
2	1	1	1	1	<b>6</b>
2	1	0	3	0	<b>6</b>
2	0	3	0	1	<b>6</b>
2	0	2	2	0	<b>6</b>
1	3	0	1	1	<b>6</b>
1	2	2	0	1	<b>6</b>
1	2	1	2	0	<b>6</b>
1	1	3	1	0	<b>6</b>
1	0	5	0	0	<b>6</b>
0	4	1	0	1	<b>6</b>
0	4	0	2	0	<b>6</b>
0	3	2	1	0	<b>6</b>
0	2	4	0	0	<b>6</b>

A organização do plano curricular deverá ser feita tendo como base duas métricas independentes: carga horária presencial e número de créditos ECTS. A distribuição de carga horária presencial e de créditos ECTS deverá respeitar os limites adoptados para cada uma destas grandezas para cada semestre lectivo. Dever-se-á evitar adoptar regras monolíticas de correspondência directa entre cargas horárias e créditos ECTS. Contudo, na fase de preparação dos currículos, não existindo ainda valores medidos para o número de horas de trabalho dispendido pelos alunos, será aconselhável definir algumas correspondências entre créditos ECTS e número de horas presenciais em unidades curriculares da mesma natureza.

A título de exemplo procuramos, para alguns tipos de aulas e de unidades curriculares, tipificar uma possível relação entre carga horária e créditos.

### **Aula teórica**

Neste tipo de aula considera-se que são abordados temas numa perspectiva eminentemente teórica e de natureza formativa. As matérias tratadas necessitarão de aprofundamento, desenvolvimento e prática a ser realizado pelo aluno de forma autónoma. Para este tipo de aula poderá considerar-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir duas horas de trabalho extra aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	28	42	1,5

### **Aula de seminário**

Aula de natureza teórica mas com carácter mais informativo. As matérias tratadas não necessitarão de aprofundamento por parte do aluno mas apenas de integração com outros conhecimentos já adquiridos. Para este tipo de aula será razoável considerar que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir meia hora de trabalho extra aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	7	21	0,75

### **Aula de problemas**

Aula onde são apresentadas aplicações de conceitos já tratados de um ponto de vista teórico. Estas aulas consistem essencialmente na apresentação de técnicas ou algoritmos para resolução de problemas de natureza física, numérica, gráfica ou de programação. Neste caso considera-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir uma hora de trabalho extra aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	14	28	1,0

### **Aula de laboratório**

Aulas onde através de experiência ou simulação se comprovam ou testam conceitos já desenvolvidos. Neste tipo de aulas é executada a componente de experimentação, em horas de trabalho extra o aluno deverá preparar os trabalhos a executar e eventualmente completar os relatórios, caso não o faça no decorrer das sessões presenciais. Para este tipo de aula estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir uma hora de trabalho extra aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	14	28	<b>1,00</b>

### **Aulas de projecto**

Aulas onde se apresentam conceitos e técnicas de resolução de problemas ligados a concepção e projecto. Estas aulas pressupõem que os alunos possam desenvolver autonomamente soluções próprias no âmbito da concepção e projecto. Para este tipo de aula estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir duas horas de trabalho extra aula.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	28	42	<b>1,5</b>

A título de exemplo apresentam-se em seguida algumas situações tipo, as quais têm como base situações actualmente existentes em algumas licenciaturas do IST de acordo com a Caracterização dos Planos Curriculares 2004/2005<sup>58</sup>. Nestas simulações apresentam-se cargas horárias médias semanais, as quais poderão corresponder a sessões semanais, quinzenais, tri-semanais ou mensais.

---

<sup>58</sup> Caracterização dos Planos Curriculares 2004/2005, GEP-IST, Agosto 2005.

**Regime semestral  
(1º ou 2º ano)**

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	3,00	2,00			1,50	1,50	1,50	1,50			6,00	5,00
B	3,00	2,00			3,00	3,00					6,00	5,00
C	3,00	2,00			3,00	3,00					6,00	5,00
D	3,00	2,00			3,00	3,00					6,00	5,00
E	3,00	2,00			3,00	3,00					6,00	5,00
											<b>30,00</b>	<b>25,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50	1,50	1,50			7,50	6,00
B	4,50	3,00			3,00	3,00					7,50	6,00
C	4,50	3,00			3,00	3,00					7,50	6,00
D	3,00	2,00			3,00	3,00					6,00	5,00
E			1,50	2,00							1,50	2,00
											<b>30,00</b>	<b>25,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			3,00	3,00					7,50	6,00
B	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
C	4,50	3,00					1,50	1,50			6,00	4,50
D	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
E							4,50	4,50			4,50	4,50
											<b>30,00</b>	<b>24,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
C			1,50	2,00							1,50	2,00
D	3,00	2,00							3,00	2,00	6,00	4,00
E	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
F							4,50	4,50			4,50	4,50
											<b>30,00</b>	<b>24,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
C	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
D	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
E	3,00	2,00			1,50	1,50					4,50	3,50
F			1,50	2,00							1,50	2,00
											<b>30,00</b>	<b>23,50</b>



**Regime semestral**  
**(3º, 4º e 5º ano)**

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	6,00	4,00									6,00	4,00
C	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
D	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
E	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
											<b>30,00</b>	<b>22,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
C	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
D	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
E									6,00	4,00	6,00	4,00
											<b>30,00</b>	<b>22,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
C	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
D	3,00	2,00			1,50	1,50					4,50	3,50
E									7,50	5,00	7,50	5,00
											<b>30,00</b>	<b>22,00</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A	4,50	3,00			1,50	1,50					6,00	4,50
B	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
C	4,50	3,00			0,75	0,75	0,75	0,75			6,00	4,50
D									6,00	4,00	6,00	4,00
E									6,00	4,00	6,00	4,00
											<b>30,00</b>	<b>21,50</b>

UC	Teórica		Seminário		Problemas		Laboratório		Projecto		Total	
	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas	ECTS	Horas
A									6,00	4,00	6,00	4,00
B									6,00	4,00	6,00	4,00
C									6,00	4,00	6,00	4,00
D									6,00	4,00	6,00	4,00
E									6,00	4,00	6,00	4,00
											<b>30,00</b>	<b>20,00</b>

## ANEXO V - Créditos ECTS das disciplinas estruturantes

	ECTS
<b>Matemática<sup>59</sup></b>	
• Análise Matemática I	6
• Análise Matemática II	7.5
• Análise Matemática III	7.5
• Álgebra Linear	6
• Probabilidades e Estatística	6
• Matemática Computacional	4.5
• Matemática Discreta	4.5
• Teoria da Computação	6
<b>Física</b>	
• Mecânica e Ondas	6
• Electromagnetismo e Óptica	6
• Termodinâmica e Estrutura da Matéria	6
<b>Química</b>	
• Química	6
<b>Materiais</b>	
• Ciência de Materiais	6
<b>Gestão</b>	
• Gestão	4.5
<b>Informática</b>	
• Programação	6
<b>Biologia</b>	
• Biologia Molecular	6
<b>Geologia</b>	
• Mineralogia e Geologia	6
<b>Geografia</b>	
• Geografia Física	4.5
• Geografia Humana	4.5

<sup>59</sup> A distribuição interna dos créditos previstos para as disciplinas da área científica da Matemática pode ser revista pelo CC do IST, embora mantendo o valor total.

## ANEXO VI - Formulário para organização e apresentação dos planos curriculares

### 1ºAno/1ºSemestre

Disciplina	Área Científica	Tipo (Obrigatório/Opcional)	Regime (Semestral/Anual)	Créditos ECTS	Carga Horária (T/P/L/PR/S) <sup>60</sup>

### 1ºAno/2ºSemestre

Disciplina	Área Científica	Tipo (Obrigatório/Opcional)	Regime (Semestral/Anual)	Créditos ECTS	Carga Horária (T/P/L/PR/S)

... etc

Cada disciplina que for incluída nestes quadros deverá ser obrigatoriamente acompanhada de um anexo com os objectivos (definidos em termos de competências a adquirir), programa, bibliografia, metodologia de avaliação e pré-requisitos escritos em língua Portuguesa e Inglesa. Está em preparação uma aplicação informática para submissão dos planos curriculares.

<sup>60</sup> (T/P/L/PR/S) – Teórica/Problemas/Laboratório/Projecto/Seminários.

## ANEXO VII – Áreas científicas que estão actualmente aprovadas no IST

### Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura (aprovação na reunião da CC do CC de 13/04/2005)

Áreas Científicas	Grupos de Disciplinas
Sistemas e Gestão	Análise de Sistemas
	Metodologias de Gestão
Urbanismo e Transportes	Planeamento Regional e Urbano
	Administração Municipal
	Planeamento e Políticas de Transportes
	Vias de Comunicação
	Produção e Gestão de Transportes
Mecânica Estrutural e Estruturas	Mecânica Aplicada
	Análise Estrutural
	Engenharia Sísmica e Sismologia
	Estruturas Metálicas e Mistas
	Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
	Pontes e Estruturas Especiais
Construção	Organização e Gestão da Construção
	Edificações
	Materiais de Construção
	Tecnologia da Construção
Arquitectura	História e Teoria da Arquitectura
	Projecto de Arquitectura
Hidráulica	Mecânica dos Fluidos e Hidráulica
	Estruturas e Instalações Hidráulicas
	Costas e Portos
Ambiente e Recursos Hídricos	Hidrologia e Recursos Hídricos
	Saneamento
	Ambiente
Geotecnia	Mecânica dos Solos
	Obras Geotécnicas
Sistemas de Apoio ao Projecto	Sistemas de Informação
	Modelação Geométrica
	Cartografia

Nota: Às áreas científicas e grupos de disciplinas acima mencionadas acresce o grupo de disciplinas introdutórias e complementares.

**Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 28/07/2004)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Computadores	Arquitectura de Computadores
	Metodologia e Tecnologia da Programação
	Redes de Comunicação e de Informação
Electrónica	Dispositivos e Circuitos Electrónicos
	Electrónica de Computadores
	Sistemas Electrónicos
Energia	Electromagnetismo Aplicado e Conversão de Energia
	Redes e Sistemas de Energia
	Electrónica de Energia
Sistemas, Decisão e Controlo	Sinais e Sistemas
	Decisão e Controlo
	Robótica
Telecomunicações	Propagação e Radiação
	Fundamentos das Comunicações
	Redes e Sistemas de Telecomunicações

**Departamento de Engenharia Mecânica**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 24/07/2002)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Ambiente e Energia	Ciências e Tecnologias do Ambiente
	Planeamento e Desenvolvimento Sustentável
	Termodinâmica
Controlo, Automação e Informática Industrial	Controlo, Automação e Robótica
	Informática Industrial
Mecânica Aplicada e Aeroespacial	Mecânica Aeroespacial
	Mecânica Aplicada
Mecânica Estrutural e Computacional	Mecânica Computacional
	Mecânica dos Sólidos e Estrutural
Projecto Mecânico e Materiais Estruturais	Materiais Estruturais
	Projecto Mecânico
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial	Gestão Industrial
	Tecnologia Mecânica
Termoflúidos e Tecnologias de Conversão de Energia	Fenómenos de Transferência
	Mecânica dos Flúidos
	Tecnologias de Conversão de Energia

**Departamento de Engenharia Química e Biológica**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 21/09/2005)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química	Química Orgânica
	Química Inorgânica
	Análise Química e Ambiental
Ciências Biológicas	Ciências Biológicas
Química-Física, Materiais e Nanociências	Química-Física
	Materiais e Nanociências
Ciências de Engenharia Química	Termodinâmica e Fenómenos de Transferência
	Processos de Separação
	Catálise e Engenharia das Reacções
Engenharia de Processos e Projecto	Engenharia de Processos e Sistemas Químicos
	Projecto Químico
Bioengenharia	Engenharia de Bioprocessos
	Biotecnologia Ambiental
	Bioengenharia Médica

Nota: às áreas científicas acima mencionadas acrescem as seguintes áreas interdisciplinares:

- Energia e Ambiente
- Materiais, Polímeros e Superfícies
- Nanoestruturas e Nanotecnologias
- Alimentar, Farmacêutica e Cosmética



**Departamento de Engenharia Informática**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 20/07/2005)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Arquitectura e Sistemas Operativos	Arquitectura de Computadores e Sistemas Embebidos
	Aplicações e Serviços em Redes
	Sistemas Operativos e Sistemas Distribuídos
Metodologia e Tecnologia da Programação	Linguagens de Programação
	Algoritmia
	Engenharia da Programação
Sistemas de Informação	Tecnologias de Sistemas de Informação
	Arquitectura e Gestão de Sistemas de Informação
Inteligência Artificial	Tecnologia de Inteligência Artificial
	Sistemas Inteligentes
Computação Gráfica e Multimédia	Interacção e Multimédia
	Visualização Gráfica

**Departamento de Engenharia de Minas e Georrecursos**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 08/10/2003)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Geociências	Mineralogia e Geologia
	Geoquímica e Pedologia
	Hidrogeologia
Geoengenharia	Geotecnia
	Exploração de Minas e Pedreiras
	Prospecção Geofísica e Sondagens
Recursos Naturais e Ambiente	Geossistemas e Geomática
	Planeamento e Gestão de Recursos Naturais e Sistemas Ambientais
	Valorização de Matérias-Primas Minerais e Resíduos Sólidos

**Departamento de Engenharia e Gestão**  
(aprovação na reunião da CC do CC de 21/11/2001)

<b>Áreas Científicas</b>	<b>Grupos de Disciplinas</b>
Estratégia e Organização	_____
Economia e Finanças	_____
Operações e Logística	_____
Decisão e Informação	_____
Inovação e Desenvolvimento Sustentável	_____

**Departamento de Engenharia de Materiais**  
(por definir)

**Departamento de Física**  
(por definir)

**Departamento de Matemática**  
(por definir)