



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação

Mestrado em Matemática e Aplicações

Adequação da LMAC e MMA no quadro
do Processo de Bolonha

Departamento de Matemática

1 de Março de 2006

(versão provisória)

A proposta de adequação da LMAC (Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação) e MMA (Mestrado em Matemática e Aplicações) apresentada baseia-se num estudo efectuado pela comissão de trabalho nomeada pela Comissão Coordenadora do Departamento de Matemática, integrando os Professores *Ana Leonor Silvestre, Carlos Caleiro, Cláudia Nunes Phillipart e Pedro Ferreira dos Santos*, pelos coordenadores de licenciatura e mestrado, Professores *José Sousa Ramos, Jaime Ramos, José Cidade Mourão e António Pacheco Pires*, com contribuições activas dos Professores *Rui Loja Fernandes, Diogo Gomes e Amílcar Sernadas*. A estrutura deste documento foi aprovada na generalidade pelo Conselho do Departamento de Matemática em 10 de Fevereiro de 2006.

Lisboa, 1 de Março de 2006

Carlos J. S. Alves
Presidente do Departamento de Matemática

1. *Introdução e Motivação dos Ciclos de Estudo*

As estruturas curriculares foram elaboradas no quadro do Processo de Bolonha e da proposta de Organização da Formação Superior no IST. Os princípios orientadores seguidos são os seguintes:

1.1 **Manutenção dos aspectos positivos do modelo anterior da LMAC.**

A Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação tem aspectos singulares a nível nacional que têm permitido uma base de atracção razoavelmente estável e de elevada qualidade, que se tem evidenciado mesmo quando é reduzida a procura de licenciaturas em Matemática no panorama nacional. Alguns factores que contribuíram para o sucesso da LMAC:

- Inserção no Instituto Superior Técnico, que evidencia a componente de aplicações da Matemática à Engenharia, e posiciona o curso num mercado de trabalho ligado à ciência e tecnologia.
- Partilha de recursos do Departamento de Matemática para oferecer simultaneamente quatro tipos de formação afins:
 - Álgebra, Análise e Geometria;
 - Probabilidades e Estatística;
 - Análise Numérica;
 - Lógica e Computação.
- Partilha de recursos do IST, o que permite uma formação diversificada com a inclusão de disciplinas de Física e de Engenharia.
- Flexibilidade na elaboração dos planos de curso, permitindo aos alunos adequá-los aos seus objectivos.

1.2 **Harmonização com as restantes licenciaturas do IST**

O facto de as disciplinas básicas de Matemática serem semelhantes às das restantes licenciaturas do IST tem permitido que sejam leccionadas em conjunto com outras licenciaturas. Esta partilha tem claras vantagens pedagógicas e de gestão de recursos, e também possibilita o recrutamento de novos alunos para a Matemática com pouco esforço na transferência de curso. Considera-se, por isso, que a estrutura da LMAC deve adaptar-se às alterações nas cadeiras básicas que ocorrem nas outras licenciaturas do IST, e adopta-se um conjunto de disciplinas básicas de Física, já anteriormente existentes, bem como uma nova disciplina de Gestão.

2. Objectivos Visados pelos Ciclos de Estudo

Objectivo da licenciatura (1º ciclo)

O 1º ciclo de formação deve ser de espectro largo, entendido como um tronco comum para a formação básica de um matemático, nas suas diversas vertentes e no contexto de uma escola de engenharia como o IST. Assim, para além da formação básica contemplar disciplinas clássicas de Matemática, há uma formação significativa em Estatística, Análise Numérica e Ciência da Computação. Acresce a esta componente mais aplicada uma significativa preparação em Física, não comum numa licenciatura em Matemática clássica, e a possibilidade dos alunos frequentarem disciplinas noutras licenciaturas de engenharia.

Nesta adequação ao processo de Bolonha a formação no tronco comum foi aumentada, tendo sido mantida a possibilidade de alguma especialização num conjunto de 4 disciplinas opcionais no 3º ano, e correspondentes a um semestre lectivo.

Será objectivo do 1º ciclo que os licenciados possuam conhecimentos em Matemática suficientemente gerais, mas também aprofundados. Esses conhecimentos servem de base à inserção num mercado de trabalho onde se espera uma polivalência de conhecimentos em Matemática, não apenas nas suas componentes mais académicas, mas também mais aplicadas à tecnologia e à economia.

Objectivo do mestrado (2º ciclo)

De acordo com o espírito da Declaração de Bolonha, o 2º ciclo de formação em Matemática deve dirigir-se simultaneamente a alunos que tenham completado o 1º ciclo em Matemática - no IST ou noutra escola - e a alunos provenientes de outras licenciaturas nacionais e estrangeiras. Assim o 2º ciclo prevê um programa de transição para alunos com formações bastante diversificadas, que permitirá uma rápida inserção ao fim do primeiro ano lectivo.

O 2º ciclo deve ser capaz de garantir uma formação de especialização numa área da Matemática. No entanto, dado este ciclo não corresponder ainda à fase final da formação dos alunos, considera-se que deve ser dada ainda uma formação suficientemente diversificada, ficando a especialização mais avançada e próxima da investigação para o 3º ciclo.

Optou-se por uma divisão em dois perfis – Matemática Aplicada e Matemática Pura. A formação em Matemática Aplicada engloba ainda três possíveis especializações, nas áreas científicas de Probabilidades e Estatística, Análise Numérica e Análise Aplicada, e Lógica e Computação. Estas três especializações são essencialmente dirigidas a alunos que pretendam prosseguir a sua formação académica, mas também contemplam a preparação de especialistas para sectores de actividade tecnológica e económica. É ponto comum dos perfis em Matemática Aplicada e Matemática Pura a sequência dos estudos académicos com vista à formação de possíveis docentes do ensino politécnico e universitário.

3. Fundamentação do número de créditos

O número total de créditos, a duração total do ciclo de estudos e o número de créditos de cada unidade curricular tem por base a nova legislação decorrente do Processo de Bolonha.

A primeira parte desta secção foi elaborada com base no disposto no artigo 19º do Decreto-Lei de Graus Académicos e Diplomas do Ensino Superior enquanto que a segunda parte introduz os parâmetros básicos que fundamentam o número de créditos ECTS que, com base no trabalho estimado, é atribuído a cada unidade curricular do plano de estudos.

A contabilização de créditos adoptada em Matemática é em parte semelhante à dos restantes cursos do Instituto Superior Técnico e é transcrita a seguir.

3.1. Número total de créditos e duração do ciclo de estudos

O IST decidiu organizar a formação superior em Matemática num modelo de dois ciclos de estudo:

- Primeiro, o grau de Licenciado em Matemática Aplicada e Computação, com 180 créditos, que é obtido num conjunto de 6 semestres curriculares, em 3 anos lectivos.
- Segundo, o grau de Mestre em Matemática e Aplicações, com 120 créditos e uma duração total de 4 semestres curriculares, em 2 anos lectivos.

Esta formação é compatível com os Artigos 9º e 18º do Decreto Lei supramencionado, sendo motivado por uma prática estável e consolidada na própria organização anterior da Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação, e também nas principais instituições de referência europeias, de forma a facilitar a mobilidade dos alunos no espaço Europeu de ensino superior. De facto, a Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação funciona já actualmente num esquema de várias opções de formação especializadas que são definidas ao fim dos 3 primeiros anos curriculares, sendo os dois anos seguintes já especializados e podendo conduzir ao título de mestre, através da figura de Mestrado Integrado, num último ano curricular, que engloba a execução da dissertação de mestrado.

3.2 Número de créditos de cada unidade curricular

A legislação^{1,2} que regula a organização dos curricula 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, 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 o curso de Matemática do IST um trabalho correspondente a 1680 horas por ano curricular, poder-se-á considerar que

1 ECTS = 28 HT

Para além da relação entre o número de horas e o número de créditos, foram igualmente estabelecidas opções em termos das cargas horárias. Assim, considerou-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, considerou-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

Uma terceira vertente que foi considerada na organização do plano curricular é a que diz respeito ao regime de funcionamento que se admitiu ser semestral, à semelhança da generalidade dos cursos europeus com os quais o IST promove intercâmbio de alunos.

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 que se encontra actualmente em vigor no 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.

¹ Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro de 2005 – Princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior.

² 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.

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 5 unidades curriculares a funcionar simultaneamente em cada semestre.

Contudo, a organização adoptada contemplou 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' GUIDE³, considerou-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

Paralelamente com a adopção de uma métrica ECTS para cada unidade curricular previu-se a forma como estas unidades curriculares se poderão associar para dar origem às organizações curriculares de cada semestre.

A organização do plano curricular dos ciclos de estudo em Matemática foi efectuada tendo como base duas métricas independentes: carga horária presencial e número de créditos ECTS. A distribuição de carga horária presencial e de créditos ECTS respeitou os limites adoptados para cada uma destas grandezas para cada semestre lectivo. Embora se devam evitar adoptar regras monolíticas de correspondência directa entre cargas horárias e créditos ECTS, na fase actual 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.

Nestas condições, procurou-se, para alguns tipos de aulas e de unidades curriculares, tipificar a seguinte relação possível entre carga horária e créditos⁴.

³ ECTS USERS' GUIDE, Directorate-General for Education and Culture, EU, Brussels, 2005
http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects/guide_en.pdf.

⁴ Esta tipificação encontra fundamento nos cursos que são actualmente leccionados no IST. (Caracterização dos Planos Curriculares 2004/2005, GEP-IST, Agosto 2005).

Tipificação nos 1º e 2º anos lectivos

Aula teórica (T)

Neste tipo de aula considera-se que são abordados temas numa perspectiva eminentemente teórica e de natureza formativa. As matérias tratadas necessitam 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 problemas (P)

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 (L)

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	1.0

Componente de seminário e relatório (S*)

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 duas horas de trabalho extra aula, em que a parte principal desse trabalho se destina a uma componente de relatório final a apresentar.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	28	42	1.5

Para implementar a harmonização com as restantes licenciaturas é necessário diminuir os créditos das disciplinas básicas da LMAC, de forma a que tenham os mesmos créditos ECTS que nas restantes licenciaturas do IST. Esta alteração implica o aumento do número de disciplinas por semestre para 5 nos dois primeiros anos. Procurou-se fazer estas alterações minimizando o incremento das cargas lectivas e de trabalho do curso. Assim, propõe-se a criação de algumas disciplinas ligeiras, de seminário, e de projecto.

Relativamente às disciplinas com 7.5 créditos ECTS, tal como determinado para as disciplinas horizontais (Cálculo Integral e Diferencial II e Análise Complexa e Equações Diferenciais) cujas cargas são fixadas para todo o IST, optou-se por propor a carga lectiva semanal de 4 horas teóricas e 1.5 horas práticas para as disciplinas de Introdução à Geometria, Introdução à Álgebra, e Topologia, dos dois primeiros anos curriculares. A partir do 3º ano curricular, optou-se por voltar ao esquema tradicional de apenas 4 disciplinas por semestre, com 3 horas teóricas e 1.5 horas práticas, por forma a reflectir o trabalho que os alunos terão que realizar fora das aulas. Este critério é extensível, mais adiante, a todas as disciplinas do 2º ciclo.

Tipificação no 3º ano lectivo da licenciatura e nos 2 anos de mestrado

Prevendo uma preparação dos alunos do 2º ciclo (mestrado) que necessita da frequência de disciplinas propedêuticas do último ano da licenciatura, a tipificação de algumas aulas é semelhante e insere-se numa perspectiva de maior trabalho de estudo individual na assimilação da matéria teórica, estando assim previsto um esquema diferente de distribuição do tempo de estudo para as aulas teóricas:

Aula teórica mestrado (T*)

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
1	14	40	54	2.0

Componente de projecto (J)

Esta componente pressupõe que os alunos possam desenvolver autonomamente soluções próprias no âmbito da concepção de um projecto proposto por um professor orientador. Para este tipo de unidade curricular estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir cinco horas de trabalho autónomo.

Horas de contacto semanais	Horas de contacto	Horas de trabalho extra aula	Horas de trabalho	ECTS
0.5	7	35	42	1.5

4. Organização dos Ciclos de Estudo

4.1 Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação (1º ciclo)

De acordo com os princípios acima enunciados, segue-se o plano curricular para o 1º ciclo de formação em Matemática, com a duração de 3 anos, conducente ao futuro grau de licenciado.

A estrutura curricular tem como objectivo o reforço da formação de base nas diversas áreas da matemática. Assim, passam a existir mais 4 disciplinas obrigatórias. Há também duas novas disciplinas que preenchem lacunas existentes no actual tronco comum da LMAC: Elementos de Matemática Finita, e Introdução à Optimização.

Mantém-se uma forte componente de formação em Física e a obrigatoriedade de frequentar uma cadeira de opção noutra licenciatura do IST. Além disso, permite-se alguma flexibilidade na elaboração dos planos de estudos através da oferta de cadeiras de opção, cuja escolha dependerá de critérios diferenciados, que se indicam mais à frente.

Denominação do 1º Ciclo

Neste documento adopta-se a designação habitual:

Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação

No entanto, de acordo com a recomendação do Conselho de Reitores há duas possíveis denominações para o primeiro ciclo:

- Licenciatura em Matemática
- Licenciatura em Matemática Aplicada

No caso de não ser possível manter a designação actual, considera-se que se deve optar pela segunda possibilidade *Licenciatura em Matemática Aplicada*.

Plano curricular

Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação (1º ciclo)

1º ANO

1º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Álgebra Linear	6	3T+1.5P	DM	Matemáticas Gerais
Cálculo Diferencial e Integral I	6	3T+1.5P	DM	Matemáticas Gerais
Elementos de Programação	6	3T+1.5P	DM	Lógica e Computação
Elementos de Matemática Finita	6	2T+3P	DM	Álgebra e Topologia
Matemática Experimental	6	2T+3L	DM	Análise Numérica e Análise Aplicada
Total	30	23h30m		

2º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Cálculo Diferencial e Integral II	7.5	4T+1.5P	DM	Matemáticas Gerais
Mecânica e Ondas	6	3T+1P+0.5L	DF	Física
Introdução à Geometria	7.5	4T+1.5P	DM	Geometria
Introdução à Optimização	4.5	2T+1.5P	DM	Eq. Diferenciais e Sist. Dinâmicos
Gestão	4.5	2T+1.5P	DEG	Economia e Gestão
Total	30	22h30m		

2º ANO

3º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Análise Complexa e Eq. Diferenciais	7.5	4T+1.5P	DM	Matemáticas Gerais
Probabilidades e Estatística	6	3T+1.5P	DM	Probabilidades e Estatística
Introdução à Álgebra	7.5	4T+1.5P	DM	Álgebra e Topologia
Termodinâmica e Estr. Matéria	6	3T+1P+0.5L	DF	Física
Seminário I	3	2S*	DM	-
Total	30	22h00		

4º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Matemática Computacional	4.5	3T+0P	DM	Análise Numérica e Análise Aplicada
Probabilidades e Estatística II	6	3T+1.5P	DM	Probabilidades e Estatística
Topologia	7.5	4T+1.5P	DM	Álgebra e Topologia
Electromagnetismo e Óptica	6	3T+1P+0.5L	DF	Física
Lógica Matemática	6	3T+1.5P	DM	Lógica e Computação
Total	30	22h00		

3º ANO

5º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Análise Numérica	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Numérica e Análise Aplicada
<i>Opção em Probabilidades e Estatística:</i> - Intr. Processos Estocásticos - Inferência Estatística	6.0	3T+1.5P	DM	Probabilidades e Estatística
Opção 1	(a)	3T+1.5P	DM	--
Opção 2	(a)	3T+1.5P	--	--
Seminário II	3.0	2S*	--	--
Total	30	20h00		

6º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
Análise Real	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Real e Análise Funcional
<i>Opção em Lógica e Computação:</i> - Intr. Computabilidade e Complexidade - Algoritmos e Modelação Computacional	6.0	3T+1.5P	DM	Lógica e Computação
Opção 3	(a)	3T+1.5P	DM	--
Opção 4	(a)	3T+1.5P	--	--
Projecto em Matemática	3.0	1 J	--	--
Total	30	19h00		

(a) Pelo menos uma das disciplinas de opção 2 ou 4 deve ser externa ao DM.

A soma de ECTS deve verificar:

Opção 1 + Opção 2 $\geq$ 13.5 ECTS.

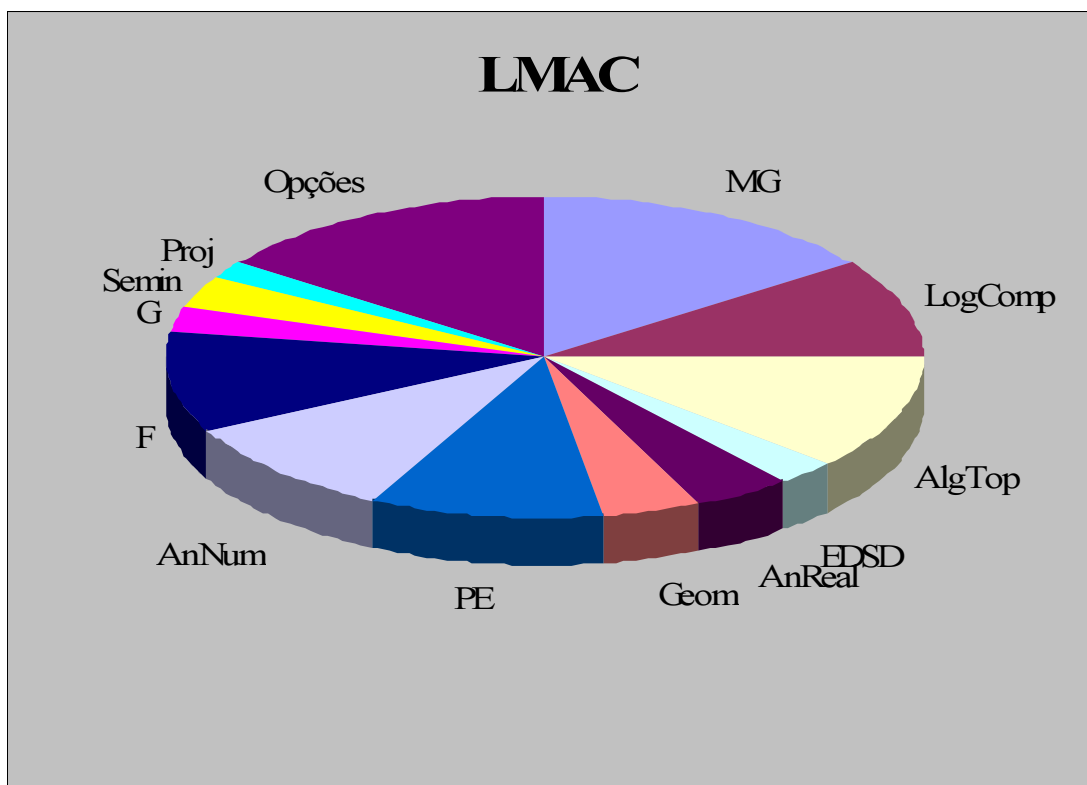
Opção 3 + Opção 4 $\geq$ 13.5 ECTS.

Áreas Científicas - Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação

A Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação organiza-se nas seguintes áreas científicas:

- Matemáticas Gerais (27 ECTS obrigatórios)
- Lógica e Computação (18 ECTS obrigatórios)
- Álgebra e Topologia (21 ECTS obrigatórios)
- Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (4.5 ECTS obrigatórios)
- Análise Real e Análise Funcional (7.5 ECTS obrigatórios)
- Geometria (7.5 ECTS obrigatórios)
- Probabilidades e Estatística (18 ECTS obrigatórios)
- Análise Numérica e Análise Aplicada (18 ECTS obrigatórios)
- Física (18 ECTS obrigatórios)
- Gestão (4.5 ECTS obrigatórios)

Distribuição por áreas científicas na Licenciatura (1º ciclo)



4.2 Mestrado em Matemática e Aplicações (2º ciclo)

De acordo com os princípios enunciados na introdução, segue-se também o plano curricular para o 2º ciclo de formação, com a duração de 2 anos, conducente ao grau de Mestre em Matemática e Aplicações.

Perfis de Especialização

Tendo em vista o objectivo de oferecer uma formação diversificada, e atendendo ao número reduzido de alunos que frequentam actualmente a LMAC e o MMA, considera-se imprescindível reduzir fortemente o número de especializações actualmente oferecidas (4 na LMAC e 7 no MMA). Assim, propõe-se que existam apenas duas especializações no 2º ciclo de formação em Matemática:

- Matemática Pura
- Matemática Aplicada.

Estes dois perfis correspondem às especializações mais comuns nos programas internacionais de pós-graduação em matemática, pelo que a opção por este modelo contribuirá para transmitir uma imagem clara dos objectivos do curso.

Programa de Transição (Bridging Program)

Considera-se uma heterogeneidade significativa na formação dos alunos à entrada do Mestrado, em particular:

- Alunos da LMAC
- Alunos de outras licenciaturas em Matemática nacionais ou estrangeiros
- Alunos de licenciaturas em Engenharia do IST
- Alunos de outras licenciaturas científicas nacionais ou estrangeiros

Há vários modelos possíveis para responder ao grau de heterogeneidade na formação dos alunos à entrada do curso que podem ser considerados. Uma possibilidade seria exigir que os alunos frequentassem um conjunto adicional de disciplinas do 1º ciclo (tipicamente 3 ou 4 disciplinas, no caso de alunos provenientes de outras áreas), que não seriam contabilizadas no 2º ciclo. No entanto, previsivelmente, este modelo tenderia a afastar a maioria dos possíveis candidatos que não tenham completado um 1º ciclo em matemática. Outro modelo possível consiste em oferecer no 2º ciclo as disciplinas mais avançadas do 1º ciclo, tornando-as obrigatórias para todos os alunos que não tenham completado anteriormente disciplinas de nível equivalente. Esta solução possibilita que alunos com uma preparação inicial mais sólida saiam do 2º ciclo com uma formação mais avançada. Considera-se que esta possibilidade não é um inconveniente, correspondendo, aliás, ao que se passa em muitos programas de pós-graduação das melhores universidades europeias e americanas.

Portanto, propõe-se que seja adoptado este modelo. Esta opção obriga a ter um cuidado especial com a distribuição por semestre das disciplinas comuns aos dois ciclos, por forma a permitir que sejam frequentadas por alunos do 2º ciclo, no início da sua formação. As propostas de plano curricular que se seguem procuram responder a esta preocupação.

Perfil de Matemática Pura

1º ANO

1º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
• <i>Complementos de Álgebra</i> • Álgebra II	7.5	3T*+1.5P	DM	Álgebra e Topologia/--
• <i>Introdução à Topologia e à Análise Real</i> • Análise Real II	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Real e Análise Funcional /--
• <i>Geometria Riemanniana</i> • Geometria Diferencial	7.5	3T*+1.5P	DM	Geometria /--
• <i>Análise Funcional</i> • Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Real e Análise Funcional /--
Total	30	18h00		

2º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
• Topologia Algébrica • Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Álgebra e Topologia /--
• <i>Análise Complexa e Superfícies de Riemann</i> • Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Geometria /--
• <i>Equações Diferenciais Ordinárias</i> • Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Eq. Diferenciais e Sist. Dinâmicos /--
• <i>Equações Diferenciais Parciais</i> • Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Eq. Diferenciais e Sist. Dinâmicos /--
Total	30	18h00		

2º ANO

3º e 4º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
• 4 ou 5 Opções (*)	(*)	(*)	--	--
• Dissertação de Mestrado	30	--	DM	--
Total	60			

(*) Cada aluno pode escolher até 3 opções externas ao DM, de entre as disciplinas oferecidas noutros segundos ciclos do IST, mediante parecer da coordenação do Mestrado.

Na totalidade as 4 ou 5 disciplinas de opção devem perfazer mais de 30 ECTS.

A lista das disciplinas de opção a oferecer pelo DM deverá conter todas as disciplinas já mencionadas nos planos curriculares dos dois perfis.

Perfil de Matemática Aplicada

1º ANO

1º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
<i>Intr. Topologia e à Análise Real</i> - Análise Funcional	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Real e Análise Funcional
<i>Lógica e Teoria da Computação</i> - Computabilidade e Complexidade	7.5	3T*+1.5P	DM	Lógica e Computação
<i>Análise Numérica</i> - Análise Numérica Funcional e Optimização	7.5	3T*+1.5P	DM	Análise Numérica e Análise Aplicada
<i>Teoria da Probabilidade e Inferência Estatística</i> - Teoria da Probabilidade	7.5	3T*+1.5P	DM	Probabilidades e Estatística
Total	30	18h00		

2º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
<i>Equações Diferenciais Parciais</i> - Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	--
<i>Estatística Matemática</i> - Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Probabilidades e Estatística /--
- Métodos Numéricos EDPs - Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	An. Num.An. Apl. /--
<i>Lógica Funcional e Teoria da Demonstração</i> - Opção	7.5	3T*+1.5P	DM	Lógica e Computação /--
Total	30	18h00		

2º ANO

3º e 4º Semestre	ECTS	C. Lectiva	Departam.	Área Científica
4 ou 5 Opções (*)	(*)	(*)	--	--
Dissertação de Mestrado	30	--	DM	--
Total	60			

(*) Cada aluno pode escolher até 3 opções externas ao DM, de entre as disciplinas oferecidas noutros segundos ciclos do IST, mediante parecer da coordenação do Mestrado.

Na totalidade as 4 ou 5 disciplinas de opção devem perfazer mais de 30 ECTS.

A lista das disciplinas de opção a oferecer pelo DM deverá conter todas as disciplinas já mencionadas nos planos curriculares dos dois perfis.

As alternativas apresentadas

- Disciplina A
- Disciplina B

acima mencionadas dão suporte ao programa de transição previsto para os alunos que ingressem no 2º ciclo com diferentes formações. Assim todos os alunos devem completar as disciplinas indicadas em A e B (eventualmente por equivalência), de preferência na ordem indicada: B após A.

Há quatro disciplinas previstas para o programa de transição, a que pode ser dada equivalência da seguinte forma:

- *Complementos de Álgebra* :
 - Introdução à Álgebra + Álgebra I
- *Introdução à Topologia e à Análise Real* :
 - Topologia + Análise Real
- *Teoria da Probabilidade e Inferência Estatística* :
 - Probabilidades e Estatística II + Intr. Processos Estocásticos
 - Probabilidades e Estatística II + Inferência Estatística
- *Lógica e Teoria da Computação* :
 - Lógica Matemática + Introdução à Computabilidade e Complexidade

Há ainda as seguintes condicionantes:

- Cada aluno do perfil de Matemática Pura terá de completar, pelo menos, duas das seguintes quatro sequências de 2 disciplinas:

Área Científica	Disciplina 1	Disciplina 2
A2: Álgebra e Topologia	Complementos de Álgebra	Álgebra II
A3: Equações Diferenciais	Eq. Diferenciais Ordinárias	Eq. Diferenciais Parciais
A4: Análise Real e An. Funcional	Int. Top. e An. Real	Análise Real II
A5: Geometria	Geometria Riemanniana	Geometria Diferencial

- Cada aluno do perfil de Matemática Aplicada terá de completar, pelo menos, duas das seguintes três sequências de 2 disciplinas:

Área Científica	Disciplina 1	Disciplina 2
A6: Probabilidades e Estatística	Teoria da Probabilidade	Estatística Matemática
A7: Análise Numérica e An. Aplicada	Análise Numérica Funcional e Optimização	Métodos Numéricos para EDP's
A1: Lógica e Computação	Computabilidade e Complexidade	Lógica Funcional e Teoria da Demonstração

Áreas Científicas - Mestrado em Matemática e Aplicações

O Mestrado em Matemática Aplicações organiza-se nos dois perfis de acordo com a seguinte distribuição em áreas científicas:

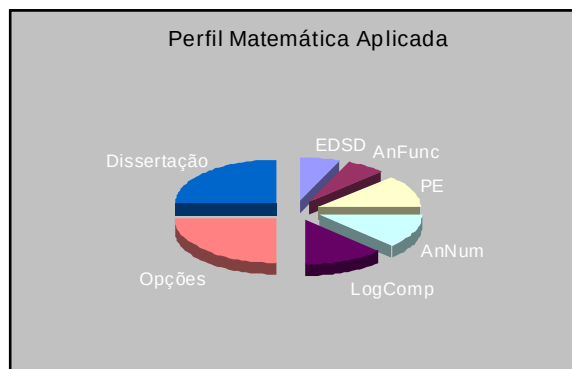
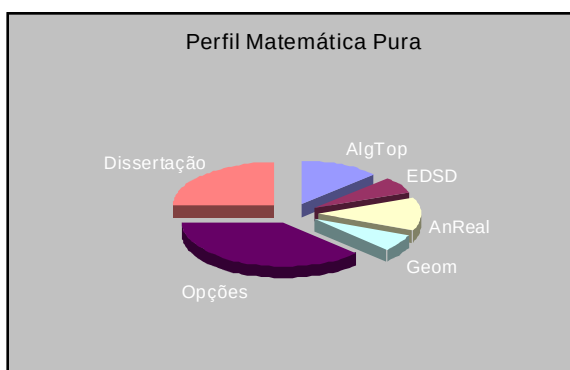
Perfil em Matemática Pura

- Álgebra e Topologia (15 ECTS obrigatórios)
- Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (7.5 ECTS obrigatórios)
- Análise Real e Análise Funcional (7.5 ECTS obrigatórios)
- Geometria (7.5 ECTS obrigatórios)

Perfil em Matemática Aplicada

- Lógica e Computação (15 ECTS obrigatórios)
- Equações Diferenciais e Sistemas Dinâmicos (7.5 ECTS obrigatórios)
- Análise Real e Análise Funcional (7.5 ECTS obrigatórios)
- Probabilidades e Estatística (15 ECTS obrigatórios)
- Análise Numérica e Análise Aplicada (15 ECTS obrigatórios)

Distribuição por áreas científicas no Mestrado (2º ciclo)



5. *Organização dos Ciclos e Metodologias de Ensino*

A estrutura curricular reflecte uma mudança de atitude perante os alunos e a sociedade que decorre das mudanças culturais que se foram verificando ao longo dos últimos anos e da necessidade de antecipar algumas das tendências que se avizinham:

- A passagem de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos para um ensino baseado no desenvolvimento de competências em que os alunos devem ser encorajados a desenvolver uma atitude mais activa e com uma componente de auto-estudo mais acentuada. Esta mudança requer alterações profundas na forma de ensinar e organizar as unidades curriculares e de as alicerçar em meios de estudo adequados.
- Embora assegurando uma forte componente científica, será necessário incrementar a comunicação, o trabalho em equipa, a criatividade e a experiência prática dos alunos.
- Os alunos devem ter mais flexibilidade e mobilidade para ajustar a sua formação, antecipando as necessidades do mercado onde pretendem integrar-se.
- Numa sociedade em constante mudança, onde os conhecimentos adquiridos hoje poderão ser obsoletos amanhã os alunos devem ser estimulados a desenvolver competências que lhes permitam efectuar uma aprendizagem ao longo da vida, de um modo fundamentalmente auto-orientado ou autónomo com o objectivo de manterem-se actualizados e de possuírem uma visão alargada sobre os diferentes domínios da Matemática e das suas aplicações.

Estes aspectos podem nem sempre ser directamente mensuráveis nos conteúdos das unidades curriculares na medida em que em muitos casos reflectem apenas diferentes maneiras de pensar, ensinar e aprender que devem ser incorporadas pelos alunos e, principalmente, pelos docentes e dirigentes académicos e científicos. A interdisciplinaridade da Matemática, reflecte-se no espectro largo de formação no tronco comum, e na necessidade de subdividir em 2 perfis de especialização no mestrado.

- A licenciatura tem um regime semestral com um número de 5 unidades curriculares por semestre nos dois primeiros anos e 4 no terceiro.
- O mestrado adopta o mesmo regime semestral prevendo-se apenas 4 unidades curriculares por semestre.
- O modelo de organização pedagógica é baseado num máximo de 24 horas de contacto nos dois primeiros anos e num máximo de 20 horas nos anos subsequentes.
- O regime entre 18 e 20 horas semanais é acompanhado por uma maior exigência de dedicação individual ao estudo e uma verdadeira avaliação contínua, exigindo mais trabalho fora das aulas por parte de alunos e docentes.

4.2 Metodologias de ensino. Aulas, horários e sistemas de avaliação.

A organização das aulas deverá fomentar a participação dos alunos, reduzir a sua passividade e encorajar o estudo independente, tornado possível pela redução da carga horária. A realização de relatórios, exposições e exames orais é igualmente estimulada como forma de promover a capacidade de comunicação.

O sistema de avaliação do curso é coordenado vertical e horizontalmente:

- Com componentes expressivas de avaliação contínua nos 2 primeiros anos.
- Com a elaboração de trabalhos práticos, muitos de índole computacional, em várias disciplinas da licenciatura e mestrado.
- Com a elaboração de um projecto no final da Licenciatura.
- Com a elaboração de uma dissertação de mestrado já numa área de especialização científica.

4.3 Formação por objectivos

A organização temporal do ciclo de estudos espera do aluno um conjunto bem definido de competências, conhecimentos e qualificações.

No final da licenciatura

- Formalizar problemas e demonstrar resultados em que se exige a aplicação directa de conhecimentos em Matemática e/ou Computação.
- Compreender a literatura e estar a par do estado de desenvolvimento da Matemática.
- Adquirir formação básica em física onde são abordados os princípios e leis das interacções fundamentais da natureza, em particular, sobre partículas e campos, mecânica, óptica e electromagnetismo.
- Adquiriu formação básica sobre programação e outros aspectos computacionais de índole teórica.
- Adquirir formação na área da matemática que permitam receber formação da especialidade e das diferentes áreas de especialização no IST ou noutra qualquer instituição de ensino universitário do espaço europeu.
- Elaborar um Projecto Final elaborado sobre conhecimentos adquiridos.

No final do mestrado

- Formação geral com opções formativas transversais ou complementares aos perfis : Matemática Pura ou Matemática Aplicada.
- Dissertação de mestrado reflectindo a formação especializada e estimulando a criatividade e originalidade.

6. Organização dos Ciclos face à Avaliação Externa.

O actual curso de matemática do IST encontra-se acreditado pela Fundação das Universidades Portuguesas. O curso foi igualmente objecto de uma avaliação externa no ano de 2001 pela Comissão de Avaliação Externa (CAE): Coordenador Prof. Fernando Dias Agudo, vogais: Prof. Gehard Jank, Prof. Dinis Pestana, Prof. Esgalhado Valença.

As avaliações externas também têm referido a necessidade de aumentar as competências transversais dos alunos tendo este assunto sido objecto de uma particular atenção na organização dos ciclos de estudo.

As metodologias de ensino subjacentes ao ciclo de estudos pressupõem ainda o reforço da avaliação contínua em detrimento da avaliação final típica do ensino baseado na transmissão de conhecimentos e a elaboração de projectos e trabalhos de carácter interdisciplinar, que promovam a transferência de conceitos e metodologias não apenas entre unidades curriculares mas, se possível, entre as diferentes áreas do saber.

A organização do ciclo de estudos vai ainda ao encontro dos comentários das comissões de avaliação ao estimular a realização de actividades extra curriculares que complementem a formação dos alunos através, por exemplo, da realização de estágios em empresas e assim se aproximem de um dos objectivos do curso “preparar especialistas para a indústria, serviços, ensino politécnico e universitário e fornecer uma base sólida para estudos de pós-graduação”.

O programa de ‘Melhoria da Qualidade do Ensino’ que tem vindo a ser implementado no IST e no curso de matemática em particular, já foi responsável por investimentos em equipamento computacional de características didácticas para a generalidade das áreas científicas que são responsáveis por unidades curriculares em que o computador é indispensável.

Finalmente, interessa salientar que os assuntos referidos anteriormente foram incorporados no plano de estudos do curso de matemática sem prejuízo das componentes formativas que devem caracterizar a formação de matemáticos das diferentes especialidades. De facto, o actual momento de mudança no ensino superior foi aproveitado para reorganizar e optimizar os objectivos e os programas das unidades curriculares das diferentes áreas do saber de modo a reforçar a aquisição de competências noutros assuntos que, embora fossem reconhecidos como importantes, ainda não eram devidamente considerados.

7. *Comparação dos Ciclos face à União Europeia.*

Relativamente a outros cursos, licenciaturas em Matemática, existentes na União Europeia, nota-se uma grande diversidade de oferta, podendo ser distinguida nas vertentes:

- *Licenciaturas em Matemática ou Matemática Aplicada com vertente clássica ou mais aplicada*
- *Licenciaturas em Matemática com vertente de Estatística e Investigação Operacional*
- *Licenciaturas em Matemática com vertente de Ciência da Computação*

Um caso típico desta diversidade pode ser encontrada no *Imperial College*, uma Escola do CLUSTER, onde existem as seguintes ofertas para licenciaturas de 3 anos:

- Mathematics (BSc)
- Mathematics, Optimisation and Statistics (BSc)
- Mathematics (Pure Mathematics) (BSc)
- Mathematics with Applied Mathematics/Mathematical Physics (BSc)
- Mathematics with Management (BSc)
- Mathematics with Mathematical Computation (BSc)
- Mathematics with Statistics (BSc)
- Mathematics with Statistics for Finance
- Mathematics and Computer Science (BSc)

Nesta proposta de reorganização da Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação mantém-se a diversidade de formação inicial, que pode ser adequada aos diversos perfis, mais ligados à componente pura ou aplicada, nomeadamente através de uma significativa componente de Física, Análise Numérica, Estatística e Ciência da Computação, bem como pela introdução de uma disciplina estruturante de Gestão.