

Reestruturação do Mestrado em Engenharia Informática e Computadores

Janeiro de 2015

José Alves Marques, Mário Silva, João Pavão Martins, Ana Paiva, Arlindo Oliveira, João Marques da Silva, Joaquim Jorge, José Monteiro, Luis Rodrigues, Miguel Correia

Índice

1	Introdução.....	1
2	Organização do novo MEIC.....	2
2.1	Alterações mais significativas.....	2
2.2	Estrutura global.....	3
3	Especializações.....	6
3.1	Especializações derivadas dos perfis ACM/IEEE.....	6
3.2	Evolução das especializações de <i>Computer Science</i>	11
3.3	Especializações de <i>Computer Science</i>	13
3.4	Especialização em Sistemas Computacionais (Perfil ACM/IEEE <i>Computer Engineering</i>).....	27
3.5	Especialização em Robótica Inteligente.....	29
4	O MEIC nos dois campi.....	31
5	Lista das UC do MEIC.....	33

1 Introdução

A reestruturação do Mestrado de Engenharia Informática e Computadores (MEIC) insere-se na revisão da oferta curricular do Departamento de Engenharia Informática (DEI), iniciada com a reestruturação da Licenciatura em 2011/2012 e que entrou em operação no ano lectivo de 2013/14.

As principais linhas diretoras da reestruturação do MEIC foram:

- Criar um único Mestrado em Engenharia Informática e Computadores do IST sem distinção de campus, mantendo as atividades lectivas repartidas pelos dois pólos.
- Flexibilizar o percurso lectivo, permitindo aos alunos maior liberdade de escolha, não tendo a obrigatoriedade de frequentar perfis de especialização rígidos.
- Oferecer uma cobertura significativa do espectro de matérias relevantes e atuais em Engenharia Informática, norteando a seleção dessas matérias pelos documentos normativos mais relevantes, em particular os publicados pelo ACM e IEEE (*ACM / IEEE-CS Jointly Published Curricula*¹), e as que os docentes e as unidades de investigação do Departamento consideram como relevantes.
- Racionalizar a oferta, avaliando qual o esforço lectivo correspondente à atual população discente e procurando agregar, reestruturar ou eliminar disciplinas que se situem claramente abaixo do limiar de sustentabilidade das unidades curriculares (UC) do IST.

A nova estrutura do MEIC entrará em vigor no ano lectivo de 2015/16. O início das aulas no novo modelo será em Setembro de 2015.

¹ <http://www.acm.org/acm-ieeeecs-coop/curricula>

2 Organização do novo MEIC

2.1 Alterações mais significativas

Nesta reestruturação foram introduzidas **mudanças organizativas significativas**, visando autonomizar o MEIC do modelo tradicional ainda fortemente influenciado pela separação criada na adaptação a Bolonha das antigas Licenciaturas.

As principais alterações ao modelo do MEIC são as seguintes:

Mestrado único

Quebrar com a lógica de duas formações diferentes resultantes apenas dos dois pólos onde são leccionadas. Esta lógica, oriunda na LEIC, não tem de ser propagada para o Mestrado beneficiando a visão externa e a capacidade de atração. Em relação aos alunos é mais um factor motivador de permanência no IST, sabendo que terão uma capacidade acrescida de gestão das suas opções de campus. O potencial problema de ordem legal relativo ao concurso de admissão não deve existir, uma vez que é um processo interno da Escola que não tem intervenção do Ministério.

Para a gestão existirá apenas um coordenador do MEIC com dois vice-coordenadores para gerirem no dia-a-dia a operação nos dois pólos.

Eliminar as diferenças entre AEP, AEC e AA

Considerar que o Mestrado é constituído por UC que contribuem para especializações, eliminando uma categorização demasiado fina que cria complexidade e dificulta a percepção pelos candidatos externos, em particular internacionais, da relevância estratégica que deve presidir à sua escolha de uma especialização.

As especializações caracterizam-se por um conjunto de entre 4 a 6 UC coerentes com a sua designação científica. A escolha de um valor mínimo de 4 UC e máximo de 6 UC resulta de um compromisso entre diversas opções, quatro UC pareceu-nos um valor mínimo que garantisse a cobertura significativa dos currículos ACM/IEEE em que nos baseámos em algumas especializações. Nalguns casos existem temas que não é possível comprimir em 4 UC, pelo que se flexibilizou o critério, considerando que uma especialização pode ter mais UC, mas limitámos o máximo a 6, valor que nos pareceu cobrir todos os requisitos identificados e que constitui um limite à potencial proliferação de UC em especializações mais próximas da investigação onde o corpo de conhecimento tende a ser mais abrangente.

Nas especializações em que existe intervenção significativa de outros departamentos o limite considerado foi de 8 UC, mas mantendo o limite de 4 para as do DEI.

Escolha Livre das UC

Permitir total liberdade de escolha das UC aos alunos. O currículo assenta no princípio que o aluno pode, dentro dos parâmetros que regulamentam os créditos a obter no Mestrado, escolher o seu percurso, criando o que melhor se adequa aos seus interesses. Acreditamos que a diminuição de entraves burocráticos aos alunos será benéfica, em particular para os que têm uma visão clara do

que pretendem fazer futuramente (estudantes profissionais) e para os alunos internacionais que não têm de fazer um esforço de antecipadamente perceberem o detalhe da organização e respectivas escolhas.

Especialização obtida por aproveitamento em 4 UC do conjunto que define a especialização

O aluno que realizar 4 UC de um perfil de especialização terá no seu diploma a menção da realização dessa especialização. As UC podem fazer parte de mais de uma especialização, desde que o seu conteúdo seja obviamente do respectivo âmbito científico. A lista de UC será apresentada aos alunos com a indicação de para qual especialização ou especializações contribui cada disciplina.

As especializações não têm carácter obrigatório podendo o aluno optar por tirar duas delas, apenas uma ou escolher um perfil totalmente independente das especializações oferecidas.

Escolhas das Especializações ao longo do percurso escolar

As especializações não são escolhidas à priori, mas obtêm-se pela realização de 4 UC que dela fazem parte.

Idealmente, quando o aluno realizar as UC correspondentes ao número mínimo de créditos ser-lhe-á indicada a especialização que terá no seu diploma. Situações possíveis de ambiguidade, resultantes de disciplinas que contam para duas especializações, seriam resolvidas com o aluno e de acordo com a sua preferência.

2.2 Estrutura global

A estrutura global e os percursos possíveis para os alunos são apresentados na figura abaixo.

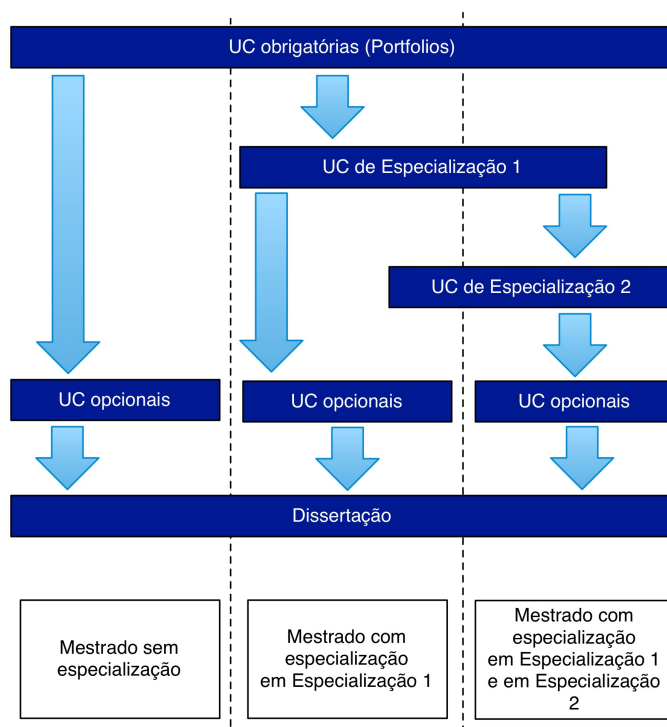


Figura 1- Possíveis percursos no MEIC

2.2.1 UC obrigatórias

Não se identificou nenhum tema suficientemente abrangente e nuclear em *Computer Science* para constituir uma UC obrigatória.

As únicas UC que se vão manter com carácter obrigatório são os Portfólios (2 * 1,5 ECTS), de acordo com o espírito original de manter um espaço lectivo de *soft skills* e de ligação à sociedade no Mestrado. Os Portfólios funcionam no 2º ano, uma vez que na organização se dedica o 1º ano preferencialmente à leccionação das UC das especializações.

2.2.2 UC do DEI

Tendencialmente todas as UC oferecidas pelo DEI terão 7,5 ECTS.

No 1º ano consideramos $4*2 = 8$ UC com 7,5 ECTS correspondendo a 60 ECTS, 30 em cada semestre.

No 2º ano consideramos os Portfólios e duas ou três UC de opção entre as oferecidas pelo DEI (em principio de 7,5 ECTS) ou por outros Departamentos (6 ou 7,5 ECTS).

2.2.3 UC de Opção

As opções do DEI são apenas as UC constantes das listas das especializações. Esta decisão visa limitar o número de UC oferecidas para que se mantenham num valor sustentável.

Continua a ser possível frequentar opções oferecidas por outros Departamentos (ou atualmente na Universidade de Lisboa) e que façam parte da lista aceite pela coordenação do MEIC, razão de se considerar UC com 6 ou 7,5 ECTS. Propõe-se que as UC opcionais fora do elenco de UC do DEI possam ser no máximo duas, eliminando a restrição atual que apenas permite uma.

Em particular o DEI vê com grande interesse que os alunos possam frequentar UC relativas a empreendedorismo, em linha com a aposta estratégica do IST e do Departamento nessa área.

2.2.4 Projecto de Dissertação e Dissertação

No MEIC apenas têm sido realizados até agora trabalhos na vertente de dissertações de natureza científica, porém, há mais vertentes previstas tanto na lei como nos regulamentos do IST.

O decreto-lei no 74/20061 que regulamenta a Lei de Bases do Sistema Educativo estabelece, nos artigos 20º (Estrutura do ciclo de estudos conducente ao grau de mestre), 21º (Orientação) e 22º (Júri do mestrado), as normas para a realização dos trabalhos autónomos supervisionados dos ciclos de estudos que atribuem o grau de Mestre. O artigo 20º obriga à realização de “uma dissertação de natureza científica ou um trabalho de projecto, originais e especialmente realizados para este, ou um estágio de natureza profissional objecto de relatório final”.

É duvidoso que a totalidade dos trabalhos já realizados no passado no MEIC corresponda exclusivamente a dissertações científicas. Sendo a Engenharia Informática uma disciplina de Engenharia, muitos dos trabalhos concluídos teriam sido mais rigorosamente caracterizados como relatórios de projecto do que dissertações. Noutros mestrados do IST é já oferecida também a possibilidade de realização de um projeto, nomeadamente no MEEC.

Esta razão levou à aprovação do documento *Organização dos Trabalhos Autónomos* no MEIC que criou a possibilidade de considerar os projectos de Engenharia Informática como trabalhos autónomos de pleno direito. Os alunos poderiam optar por:

- **Dissertação de Natureza Científica:** deve usar os conhecimentos e competências adquiridos no ciclo de estudos na realização de um estudo que aplique um dos métodos científicos usados em ciências da engenharia, passando normalmente pela definição de um modelo e sua validação experimental.
- **Trabalho de Projeto:** deve demonstrar a aplicação integrada dos conhecimentos e competências adquiridos no ciclo de estudos na realização de um projecto inovador de realização e ensaio de um artefacto de hardware, software ou de natureza organizacional na área de conhecimento do MEIC.

As designações das duas UC devem mudar para serem coerentes uma vez que a primeira UC tem a designação de “Projecto de Dissertação” o que seria, neste novo quadro, duplamente incongruente. Acreditamos que esta mudança de designação ou a criação de duas UC com designações diferentes deveria ser coerente para todos os Mestrados do IST, pelo que no presente documento não se alterou o nome.

Mantêm os créditos atuais com, respectivamente, 12 e 30 créditos ECTS.

2.2.5 Possíveis alternativas do plano de estudos

	Plano de Estudos
1º ano	2 Especializações - 60 ECTS
	1 Especialização + 4 UC - 60 ECTS
	8 UC - 60 ECTS
2º ano	2 ou 3 UC (2* 7,5 ou 3 *6) - 15 a 18 ECTS + Portfólios - 3 ECTS + Projecto de Dissertação + Dissertação - 42 ECTS Total - 60 a 63 ECTS

Tabela 1 - Alternativas do Plano de Estudos

3 Especializações

Apresentamos a evolução das anteriores AEP, AEC e AA para as novas especializações. Um resumo das especializações, das suas relações com o MEIC pré-reestruturação e as secções onde são apresentadas está na tabela abaixo.

Especialização	Relação com o MEIC pré-reestruturação	Secção
Engenharia de Software	reformulada	3.1.1
Sistemas Empresariais	reformulada (era Sistemas de Informação Empresariais)	3.1.2
Tecnologia de Sistemas Informáticos	reformulada	3.1.3
Sistemas Distribuídos	reformulada	3.3.1
Interação e Visualização	reformulada (era Sistemas Multimédia)	3.3.2
Sistemas Inteligentes	reformulada	3.3.3
Algoritmos e Programação	nova (rel. com Ciência da Computação)	3.3.4
Sistemas de Informação	Nova	3.3.5
Processamento e Análise de Dados	Nova	3.3.6
Ciber-segurança	Nova	3.3.7
Jogos	reformulada (AP de Jogos e Simulação)	3.3.8
Tecnologia para Processamento de Informação e Linguagem	reformulada (AP de Língua Natural)	3.3.9
Bioinformática e Biologia Computacional	reformulada (AP de Biologia Computacional)	3.3.10
Sistemas Computacionais	reformulada (era Sistemas Embebidos)	3.4
Especialização em Robótica Inteligente	reformulada (era Robótica Inteligente e Social)	3.5

Tabela 2 - Especializações

3.1 Especializações derivadas dos perfis ACM/IEEE

Estas especializações tiveram sucesso em termos de escolha dos alunos no anterior MEIC, pelo que o exercício de revisão se focou na análise dos conteúdos através dos sumários e comparação com o perfil recomendado no ACM/IEEE (metodologia semelhante à utilizada na LEIC).

3.1.1 Engenharia de Software

UC que se mantêm:

- Arquitecturas de Software

- Gestão de Projectos Informáticos
- Programação Avançada

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Especificação de Software
- Teste e Validação de Software

Racional

A Engenharia de Software é uma das áreas nucleares da Engenharia Informática, existindo uma recomendação ACM específica para Engenharia de Software. A revisão curricular proposta tem como objectivo permitir aos alunos o contacto com as mais recentes tecnologias na área da especificação, teste e validação de software.

As novas UC resultam da UC actual de Qualidade de Software, e irão permitir cobrir um conjunto mais alargado de tópicos, actuais, e relevantes para a Engenharia de Software.

A UC de Especificação de Software oferece uma visão mais alargada das abordagens existentes para especificar software. Assim, além de continuar a cobrir o método B, a UC de Especificação de Software passará também a cobrir especificação de software com Alloy. Tópicos adicionais incluem abordagens para a prova de correcção de programas, bem como permitir contacto prático com ferramentas para a verificação automática de software.

A UC de Teste e Validação de Software cobre com detalhe as abordagens para o teste de software, incluindo testes de caixa branca e caixa preta. Tópicos adicionais incluem o teste automático de software, a análise estática de software, e a verificação de modelos. Tópicos adicionais incluem a apresentação de técnicas práticas de teste e validação de software, incluindo a depuração delta, a instrumentação de código e a identificação de invariantes.

3.1.2 Sistemas Empresariais

Para clarificar o foco da especialização optou-se por designá-la apenas por Sistemas Empresariais, (em lugar de Sistemas de Informação Empresariais), evitando também a possível confusão com Sistemas de Informação, introduzidos como área de especialização.

UC que se mantêm:

- Gestão de Projetos Informáticos

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Fundamentos de Sistemas de Informação
- Organização e Gestão da Função Informática
- Arquitectura Empresarial
- Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio
- Administração e Gestão de Infraestruturas de IT

Racional

A especialização visa ensinar os fundamentos para lidar com as Organizações enquanto Sistemas, considerando as organizações como sistemas complexos enquanto objetos de estudo dos quais os sistemas de informação fazem parte. Conceitos como entidades informacionais, processos de negócio, plataformas e infraestruturas informáticas, ou preocupações como responsabilidade, qualidade e risco, entre outros, são preponderantes. O programa das unidades curriculares da especialização aprofunda, entre outros temas, tópicos relacionados com a representação, modelação, análise, simulação e controlo das várias facetas das Organizações.

A reformulação do currículo procura seguir o documento IS 2010 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems, definido conjuntamente pelas duas associações profissionais de maior relevância nesta temática: a Association for Computing Machinery (ACM) e a Association for Information Systems (AIS).

Dado que a especialização é leccionada a alunos com uma base formativa em Engenharia Informática, duas das unidades curriculares do documento de referência utilizado, IS 2010.2 Data and Information Management e IS 2010.6 Systems Analysis & Design, não são sequer incluídas, já que os seus programas estão sobejamente cobertos pelas disciplinas de uma licenciatura típica em Engenharia Informática, como sejam Bases de Dados e Análise e Modelação de Sistemas da LEIC.

Além do documento de referência da ACM/AIS, o ensino desta especialização herda a experiência de ensino das unidades curriculares do MEIC (2006) da sua especialização em Sistemas de Informação Empresariais, havendo a seguinte correspondência entre disciplinas (com a ressalva de em alguns casos se observarem alterações substantivas aos programas, sendo a correspondência apenas parcial):

UC MEIC (2006)	Especializações MEIC (2006)	Nova UC MEIC (2014)
AOSI - Arquitectura Organizacional de Sistemas de Informação	Sistemas de Informação Empresariais (MEIC-T,MEIC-A)	FSI - Fundamentos dos Sistemas de Informação
APFSI - Arquitectura, Processos e Ferramentas de Sistemas de Informação	Sistemas de Informação Empresariais (MEIC-T,MEIC-A)	AEE - Arquitectura e Engenharia Empresarial
SEI - Sistemas Empresariais Integrados (e APFSI)	Sistemas de Informação Empresariais (MEIC-T, MEIC-A)	ETPN - Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio
OGFI - Organização e Gestão da Função Informática	Área Aplicacional de Gestão e Administração de Infraestruturas Empresariais do MEIC-T	OGFI - Organização e Gestão da Função Informática

GPI - Gestão de Projectos Informáticos	Especialização em Engenharia de Software (MEIC-T, MEIC-A)	GPI - Gestão de Projectos Informáticos
GASR - Gestão e Administração de Sistemas e Redes	Área aplicacional de Gestão e Administração de Infraestruturas Empresariais	AGII - Administração e Gestão de Infraestruturas Informáticas

Tabela 3 - Sistemas Empresariais correspondência das UC

Em termos gerais, as disciplinas ficam mais coerentes entre si e alinhadas com os objetivos atualizados da especialização, concretamente:

FSI - Fundamentos dos Sistemas de Informação apresenta os sistemas de informação e mostra como estes sistemas devem ser usados nas organizações. O foco desta disciplina está nos componentes dos sistemas de informação - tecnologia, gestão e organização - e como estes componentes devem ser integrados e geridos para criar vantagens competitivas nas organizações. A disciplina oferece ainda uma perspectiva organizacional dos vários tipos de sistemas de informação, de como construir e gerir sistemas de informação nas organizações, e do papel dos sistemas de informação na globalização.

AEE - Arquitetura e Engenharia Empresarial é uma evolução de APFSI, na qual se pretende aumentar a componente de prática de desenho dos elementos organizacionais e dos seus alinhamentos, reduzindo a componente do ensino das noções de modelação. Naturalmente que as práticas têm que ser sustentadas em teorias, introduzindo-se assim as teorias associadas ao desenho ontológico, infológico e datológico das organizações, bem como dos métodos de desenho e alinhamento entre estas visões das organizações, em particular os métodos de alinhamento entre Processos, Sistemas e Informação. Um exemplo concreto é a determinação dos Sistemas de Informação adequados a uma dada organização, exercício que tradicionalmente continua a ser fundamentalmente baseado no bom senso, ao invés de ser baseado em teorias e princípios de engenharia.

ETPN - Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio agrega a componente de desenho de processos de negócio com as tecnologias que suportam o levantamento, análise, simulação e automação dos processos de negócio. No passado a componente de engenharia de processos estava, parcialmente, na disciplina de APFSI e as componentes tecnológicas estavam, também parcialmente, na disciplina de SEI. Pretende-se assim enriquecer ambas as componentes e agregá-las numa única disciplina, ao mesmo tempo que se introduzem novas matérias com origem em desenvolvimentos recentes, como sejam as técnicas de descoberta de processos com base na análise de registos de execução (*logs*).

OGFI - Organização e Gestão da Função Informática ensina as principais abordagens para organizar e gerir a função informática numa organização, e como a função informática suporta a organização, através de uma visão de alto nível sobre aquisição, desenvolvimento, e realização de planos e políticas para concretização e operação de sistemas de informação. Apresenta métodos para definir a estrutura dos sistemas de informação, assim como os sistemas que suportam as necessidades estratégicas, administrativas e operacionais das organizações. A disciplina fornece uma perspectiva

abrangente e duradoura sobre o papel das tecnologias nas organizações, num ambiente cada vez mais globalizado onde detêm um papel cada vez mais importante.

GPI - Gestão de Projectos de Informática mantém o corpo de conhecimento da matéria centrada em gestão de projetos, mas pretende alargar o seu enquadramento, com os projetos vistos como instrumento de transformação das organizações e não apenas como instrumento de monitorização e controlo da produção de sistemas informáticos. A missão do engenheiro informático é, também, definir e desenvolver sistemas de informação como instrumento para melhorar as organizações e os seus processos de melhoria e de inovação.

AGII - Administração e Gestão de Infraestruturas Informáticas vai dotar os alunos do conhecimento das práticas e métodos de gestão das infraestruturas informáticas que permitem assegurar a continuidade dos processos de negócio.

3.1.3 Tecnologia de Sistemas Informáticos

UC que se mantêm:

- Segurança Informática em Redes e Sistemas
- Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Integração Empresarial
- Administração e Gestão de Infra-estruturas de IT
- Administração de Dados e Sistemas de Informação
- Computação em Nuvem e Virtualização

Racional

Tal como para as restantes áreas com currículo ACM/IEEE publicado efetuou-se uma análise dos conteúdos do *Book of Knowledge* (BOK) proposto e da sua cobertura pelas UC actuais. A análise baseou-se nos sumários das UC do perfil.

A conclusão detalhada foi alvo de um documento próprio cujo resumo é o seguinte:

A UC de Segurança Informática em Redes e Sistemas (SIRS) cobre o conjunto de tópicos considerados fundamentais pelo que apenas se sugere revisões de pormenor.

A UC de Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas (DAD, antiga PADI) cobre alguns dos requisitos do currículo, mas excede significativamente os tópicos considerados nucleares. Não se considerou fácil agrupar este conteúdo noutra UC com coerência e por razões de eficiência, uma vez que DAD faz parte do METI e da especialização de Sistemas Distribuídos, pelo que a proposta de a manter neste perfil permite dar formação avançada em Sistemas Distribuídos, uma das áreas de relevância para TIS, e não incorre nos custos de uma UC dedicada.

Administração de Dados e Sistemas de Informação (ADSI) é uma reformulação da anterior UC de Administração e Optimização de Bases de Dados (AOBD). O tema é da maior importância neste

perfil, e apesar dos tópicos de Administração de SGBD já serem focados na UC atual, é necessário um reforço significativo desta componente que a nova UC tem no seu programa revisto.

Administração e Gestão de Infraestruturas de IT (AGIIT) é o tema central do perfil e resulta da junção de duas UC existentes, Centro de Dados (CD) e Planeamento e Gestão de Redes Informáticas (PGRI) que nos pareceram ter uma matéria teórica relativamente esparsa e que poderia ser compactada numa única UC que desse a perspectiva de gestão integrada das infraestruturas onde a dissociação entre rede e servidores é cada vez mais ténue.

Computação em Nuvem e Virtualização (CNV), esta UC resulta da fusão de duas UC existentes respectivamente no METI (Computação em Nuvem) e no MEIC (Ambientes Virtuais de Execução). Estes dois temas podem, cada um deles, justificar uma UC, mas no desígnio de criar uma UC mais abrangente a sua agregação faz todo o sentido, alargando neste caso o seu âmbito de oferta a várias especializações. Na especialização de TIS o tema é extremamente actual e o seu peso no currículo ACM/IEEE está sub-representado, sendo tal natural pela evolução rápida destes tópicos nos últimos anos.

Integração Empresarial (IE), este tópico não estava coberto na anterior especialização, apesar do tópico ser importante no currículo ACM/IEEE. Esta UC já existia, pelo que a sua integração nesta especialização se justifica e permite cobrir todos os tópicos referenciados no currículo ACM/IEEE e reforçar substancialmente áreas de uma grande actualidade.

Com esta configuração, esta especialização fica com uma elevada coerência e actualidade, cobrindo os temas de administração das infra-estruturas informáticas nas vertentes das redes, centros de dados e bases de dados, da segurança, da virtualização de sistemas, da integração de sistemas e aplicações e dos sistemas distribuídos em larga escala.

3.2 Evolução das especializações de *Computer Science*

A vertente de *Computer Science* (CS) é por natureza a que maior relação tem com as linhas de investigação do Departamento, pelo que a proposta que apresentamos transcende em muito, pela profundidade e âmbito, a visão mais restrita e geral dos tópicos opcionais propostos no documento *Computer Science 2013*.

As especializações em CS foram definidas de acordo com dois enfoques, o que constitui uma diferença assinável em relação à estrutura anterior do MEIC.

O primeiro privilegia a especialização vertical e pode ser considerado como uma evolução da organização existente, visando um aprofundamento vertical das grandes áreas científico-pedagógicas presentes no currículo de CS e conseqüentemente na LEIC. São cinco que se mapeiam diretamente nas grandes áreas de ensino da LEIC.

Área de Especialização	ACP do DEI
Algoritmos e Programação	Metodologia e Tecnologia da Programação
Sistemas Distribuídos	Arquitectura e Sistemas Operativos
Sistemas Inteligentes	Inteligência Artificial
Interacção e Visualização	Computação Gráfica e Multimédia

Sistemas de Informação	Sistemas de Informação
------------------------	------------------------

Tabela 4 - Especializações verticais de CS

Destas, duas especializações já existiam no MEIC, respectivamente, Sistemas Distribuídos e Sistemas Inteligentes.

Interação e Visualização é uma reformulação de Sistemas Multimédia pelo que genericamente já estava presente no currículo.

As duas restantes são novas e a sua inclusão justifica-se por estas áreas terem, ao longo deste período, desenvolvido uma oferta curricular que permite coerentemente criar estas especializações, obtendo-se também um equilíbrio entre todas as áreas científico-pedagógicas do Departamento.

O segundo grupo tem como desígnio abordar temas cuja característica é a transversalidade entre as várias áreas da Engenharia Informática e que na investigação, e, por vezes, já no mercado atual, são reconhecidas como de grande importância.

As especializações resultam de um pedido de proposta efectuado a todos os docentes, no âmbito desta reestruturação, e que foram alvo de documentos de proposta específicos. Das propostas apresentadas o Conselho Sénior do DEI efetuou a seleção que se propõe. São todos temas de grande relevância internacional, em termos de investigação e de pós-graduações, e onde o Departamento tem grupos de investigação reconhecidos.

- **Processamento e Análise de Dados**
- **Ciber-segurança (incluindo UC do DM)**
- **Jogos**
- **Tecnologia para Processamento de Informação e Linguagem (incluindo UC do DEEC)**
- **Bioinformática e Biologia Computacional**

Algumas destas especializações existiam como áreas aplicacionais nomeadamente Jogos, Bioinformática e Processamento da Língua Natural.

Ciber-segurança e Processamento e Análise de Dados foram propostas novas para esta reformulação do MEIC.

O número muito significativo de especializações (15) tem de ser visto como uma forma de explicitar aos futuros alunos as principais linhas de especialização e não como a criação linear de UC para todos elas, uma vez que são várias UC são partilhadas.

MEIC Pré-reestruturação	MEIC Reestruturado
Engenharia de Software	Engenharia de Software
Sistemas de Informação Empresariais	Sistemas Empresariais
Tecnologia dos Sistemas Informáticos	Tecnologia dos Sistemas Informáticos
Ciência da Computação*	Algoritmos e Programação
Sistemas Distribuídos	Sistemas Distribuídos
Sistemas Inteligentes	Sistemas Inteligentes
Sistemas Multimédia	Interação e Visualização
	Sistemas de Informação
	Processamento e Análise de Dados

	Ciber-segurança
Jogos e Simulação (área aplicacional)	Jogos
Língua Natural (área aplicacional)	Tecnologia para Processamento de Informação e Linguagem
Biologia Computacional (área aplicacional)	Bioinformática e Biologia Computacional
Sistemas Robóticos	Robótica Inteligente e Social
Sistemas Embebidos	Sistemas Computacionais

3.3 Especializações de Computer Science

3.3.1 Sistemas Distribuídos

UC que se mantêm:

- Segurança Informática em Redes e Sistemas
- Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas
- Computação Móvel e Ubíqua

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Sistemas de Elevada Fiabilidade
- Computação em Nuvem e Virtualização

Racional

A computação distribuída tem um papel central na competitividade da indústria Europeia e Nacional. De facto, a sociedade moderna é cada vez mais dependente da Internet e de serviços computacionais distribuídos, nomeadamente, o peso dos serviços computacionais em nuvem na indústria tem um peso cada vez maior. Estas observações são reforçadas pelas previsões dos principais operadores, como a Cisco, que estima que as redes energéticas do futuro terão sistemas informáticos em rede de uma dimensão 1000 vezes maior que a actual Internet. No domínio da Informática, a Computação Distribuída é a área chave que estuda as soluções necessárias para responder aos enormes desafios colocados por esta evolução, tais como a necessidade de oferecer fiabilidade, desempenho, capacidade de escala e sustentabilidade.

O MEIC tem uma longa tradição de fornecer uma formação sólida nesta área, oferecendo um leque de cadeiras bastante completo que tem sido reconhecido como relevante pelos alunos e pelo mercado. É também uma das áreas científicas onde existe maior capacidade instalada no departamento, substanciada em projetos, publicações e reconhecimento internacional.

A oferta que aqui se propõe reflete as recomendações do curricula do ACM/IEEE, aborda os tópicos que não são cobertos na licenciatura, e alicerça-se na capacidade instalada. De facto, todas as disciplinas propostas resultam da reformulação de disciplinas que estão já em funcionamento, nomeadamente através da junção de múltiplas disciplinas sempre que a coerência científica das matérias leccionadas o permitia, de forma a obter ganhos de eficiência lectiva.

Desta forma, propõem-se manter com pequenas alterações as disciplinas “Segurança Informática em Redes e Sistemas”, “Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas” (anteriormente designada por “Plataformas para o Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas na Internet”) e “Computação Móvel e Ubíqua”. Esta oferta é complementada por duas disciplinas que resultam da fusão de outras cadeiras atualmente em funcionamento. Nomeadamente, a disciplina de Computação em Nuvem e Virtualização resulta da fusão da disciplina de “Ambientes Virtuais de Execução” e da disciplina de “Computação em Nuvem”. Por sua vez, a disciplina de “Sistemas de Elevada Fiabilidade” resulta da fusão da disciplina de “Aplicações e Implementação de Sistemas de Segurança” e da disciplina de “Sistemas Distribuídos Tolerantes a Falhas”. As duas primeiras cadeiras deste elenco cobrem os conceitos, por um lado de segurança e por outro de algoritmos e tecnologias de suporte ao desenvolvimento de aplicações distribuídas, que são centrais à área e que não foram já abordados no 1º ciclo. As restantes três disciplinas, complementam estes conhecimentos em áreas de relevo, nomeadamente a computação móvel, a computação em nuvem e a confiança no funcionamento.

3.3.2 Interação e Visualização

UC que se mantêm:

- Animação e Visualização Tridimensional
- Conceção Centrada no Utilizador
- Programação 3D
- Produção de Conteúdos Multimédia

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Comunicação Visual Interactiva
- Visualização de Informação

Racional

Esta especialização, oferecida na Alameda, cobre as competências oferecidas em Sistemas Multimédia abrangendo as novas tendências da programação visual em cinco UC. Esta oferta tem sido particularmente bem sucedida no MEIC, quer na adesão à oferta curricular quer em número de dissertações concluídas pelos alunos.

As UC de Animação e Visualização Tridimensional (AVT) e Programação 3D (P3D) englobam as técnicas de visualização tridimensional avançada e efeitos especiais garantindo a continuidade ao currículo de visualização tridimensional e imagens de síntese que constitui um dos pilares da oferta em CGM actual.

Em AVT os alunos consolidam os conceitos apreendidos na UC Computação Gráfica e sistema gráficos interactivos. Cobrem-se ainda técnicas de modelação, incluindo superfícies paramétricas bem como técnicas de animação de modo a criar aplicações dinâmicas.

Em P3D exploram-se técnicas e procedimentos para a síntese de imagens usando técnicas de iluminação global desde o *ray tracing*, radiosidade, *path-tracing* até ao *photon-mapping*. No âmbito da CG actual abordam-se técnicas de aceleração, particularmente de estruturas de dados hierárquicas e algoritmos de amostragem espacial.

A UC de Produção de Conteúdos Multimédia (PCM) cobre os conceitos de produção, estruturação e comunicação de media.

A UC de Concepção Centrada no Utilizador (CCU) explora em profundidade as técnicas de desenho e concepção centrados no utilizador, com ênfase no desenvolvimento iterativo e *design* participativo de interfaces.

A UC de Comunicação Visual Interactiva (CVI) fornece aos alunos os conhecimentos necessários para a utilização eficaz de informação multimédia. Em particular, serão estudadas as vertentes de armazenamento e recuperação (*retrieval*) em bases de dados multimédia, focando algoritmos e técnicas de extração de características e indexação bem como interfaces interactivas para recuperação. Aborda-se também o caso particular da informação pessoal que se presta a formas especiais de gestão e utilização. Finalmente, esta UC explora todas estas ferramentas como base para a criação de comunicações visuais de alto impacto. CVI incorpora matérias leccionadas em RVIM, GVIP e PO3D, três UC do actual MEIC que deixarão de ser oferecidas com a presente reestruturação.

A UC de Visualização de Informação (VI) foi proposta no âmbito desta reestruturação. cobre a área de Visualização de Informação, um dos desenvolvimentos mais recentes em programação visual. Pretende-se explorar metodologias para a análise de domínio e concepção de visualizações eficazes bem como os vários tipos de variáveis, dados e padrões a visualizar, bem como os vários factores fisiológicos e psicológicos relevantes para a criação de uma boa visualização. Abordam-se os tipos de visualização mais comuns e adequados para vários tipos de informação (grafos, séries temporais, etc.) bem como as técnicas de interacção possíveis (*focus+context*, *overview+detail*, *panning+zoom*, *brushing*). A UC cobre ainda as abordagens mais correctas para avaliar aplicações de Visualização de Informação. Esta UC é também oferecida na especialização de Processamento e Análise de Dados em conjunto com a área de SI.

3.3.3 Sistemas Inteligentes

UC que se mantêm:

- Língua Natural
- Sistemas de Apoio à Decisão
- Procura e Planeamento
- Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente
- Representação do Conhecimento e Raciocínio

UC novas ou resultantes de revisão profunda:

- Aprendizagem e Decisão Inteligente

Racional

A Inteligência Artificial é o tema de especialização de inúmeros mestrados de escolas de topo a nível mundial, tais como o MIT, Stanford ou Berkeley, pelo que o DEI não poderia deixar de continuar a oferecer uma especialização nesta área. Assim sendo, a especialização em Sistemas Inteligentes

encontra-se na sequência das anteriores ofertas: Sistemas Inteligentes como área de especialização principal (Alameda) e Sistemas Inteligentes como área complementar (Tagus).

A atual proposta tem na sua base um conjunto de UC já bem rodadas e cobrindo variadas linhas de investigação da Inteligência Artificial (Agentes, Raciocínio, Planeamento, Língua Natural, etc.), bem como a nova UC de “Aprendizagem e Decisão Inteligente”. Esta, aliada a pequenos ajustes aos anteriores programas das UC existentes, permite agora que a especialização em Sistemas Inteligentes cubra o grosso dos tópicos ACM/IEEE da área de Inteligência Artificial, ficando de fora os temas relativos a Visão e Robótica – este último oferecido noutra especialização desta proposta, em cooperação com outros departamentos do IST.

Em detalhe:

A UC de Representação do Conhecimento e Raciocínio aborda variadas técnicas de inferência, bem como diferentes formas de representar conhecimento, avaliando a aplicabilidade de diferentes modelos em cenários distintos; do mesmo modo, a UC de “Procura e Planeamento” cobre variadas técnicas de procura, desde estratégias básicas de procura heurística a estratégias de procura avançada, tratando ainda o problema da satisfação de restrições e da procura com outras fontes de conhecimento; no seu programa encontra-se ainda coberto o tópico do Planeamento. Estas duas UC cobrem os tópicos ACM de Basic Knowledge Representation and Reasoning, Advanced Search, Advanced Representation and Reasoning, complementando os conhecimentos já oferecidos na licenciatura na UC de Inteligência Artificial.

A UC de Sistemas de Apoio à Decisão introduz os conceitos fundamentais da aquisição e exploração de informação e conhecimento. Por sua vez, a UC de “Aprendizagem e Decisão Inteligente” tem como alvo o desenvolvimento de sistemas inteligentes em cenários com incerteza e/ou adversariais, tendo como objectivo dar a conhecer aos alunos as principais técnicas de planeamento e aprendizagem neste tipo de cenários, bem como ensiná-los a aplicá-las. Estas duas UC complementam-se, ao cobrirem os seguintes tópicos ACM: Basic Machine Learning, Reasoning Under Uncertainty, e Advanced Machine Learning.

Finalmente, os programas das UC de Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agentes e de Língua Natural mapeiam-se direta e respetivamente nos programas ACM/IEEE de Agents e Natural Language Processing, para além de providenciarem cenários de aplicação de técnicas estudadas noutras disciplinas da especialização.

De notar que apesar de aparentemente existirem alguns tópicos sobrepostos nos programas apresentados, tal não se verifica: alguns tópicos são introduzidos numa UC, aprofundados noutra e aplicado numa terceira. Consideramos que a forte interligação entre as UC de Sistemas Inteligentes é uma das mais valias desta especialização.

Resta referir que estas UC são oferecidas maioritariamente por docentes da área de Inteligência Artificial do DEI, que dedicam os seus esforços de investigação às sub-áreas da Inteligência Artificial ali cobertas, procurando oferecer aos alunos uma visão completa dos conceitos e técnicas estado da arte nos respectivos domínios, complementados por cenários aplicativos. Mas mais do que aplicar em domínios apelativos os conhecimentos adquiridos, esta especialidade procura dar a conhecer aos

alunos técnicas de ponta que serão ferramentas básicas quando se encontrarem no mercado de trabalho.

3.3.4 Algoritmos e Programação

UC propostas:

- Linguagens de Programação
- Computação Paralela e Distribuída
- Algoritmos Avançados
- Algoritmos para Lógica Computacional
- Redes Complexas
- Computabilidade e Complexidade – Dep. de Matemática

Racional

A algoritmia e a programação são áreas nucleares da engenharia informática, tendo uma representação de relevo na estrutura curricular da LEIC. A especialização em Algoritmia e Programação pretende oferecer formação avançada nestas áreas. A oferta curricular reflecte as competências do DEI em Algoritmos e em Programação, representando áreas concretas em que o DEI desenvolve investigação científica de relevo internacional.

A UC de Computação Paralela e Distribuída cobre as arquitecturas paralelas, a programação para arquitecturas paralelas, e os algoritmos paralelos.

A UC de Algoritmos Avançados cobre um conjunto de tópicos não leccionados na LEIC, incluindo estruturas de dados avançadas, algoritmos de aproximação, técnicas probabilísticas, algoritmos *online*, entre outros.

A UC de Algoritmos para Lógica Computacional oferece formação em algoritmos para a resolução de problemas computacionais em lógica computacional, utilizando como exemplos problemas de validação e verificação de software, e problemas de decisão em sistemas de informação inteligentes.

A UC de Linguagens de Programação oferece uma visão abrangente das linguagens de programação, e aspectos relacionados com a compilação, interpretação, tipos de dados, programação genérica, entre outros.

A UC de redes complexas tem como objectivo o estudo das redes complexas, com foco nos algoritmos, modelos e aplicações quer para redes artificiais quer para redes reais, tais como redes sociais, redes de informação, a Internet, e redes biológicas.

A UC de Computabilidade e Complexidade faz parte das disciplinas oferecidas pelo DM, proporcionando formação avançada nos tópicos de Computabilidade e Complexidade.

3.3.5 Sistemas de Informação

UC propostas:

- Análise e Integração de Dados
- Administração de Dados e Sistemas de Informação

- Integração Empresarial
- Processamento e Recuperação de Informação

Racional

A especialização em Sistemas de Informação visa ensinar os fundamentos para conceber e operar sistemas informáticos onde a complexidade da informação e processos é elevada, quer em função da quantidade de dados a processar e interpretar, quer da dimensão das organizações e comunidades os utilizam, requerendo por isso prática e conhecimentos especializados para o desenvolvimento de atividades de investigação e inovação em engenharia de sistemas de informação.

O programa das unidades curriculares da especialização aprofunda, entre outros temas, tópicos relacionados com tecnologias e aspetos sociotécnicos dos sistemas de informação. A base de referência para esta especialização é o curriculum ACM/IEEE CS curriculum (2013). Dado que a especialização é leccionada a alunos com uma base formativa em Engenharia Informática, como a LEIC, assume-se que os temas nucleares (core-1 e core-2) desta referência já se encontram cobertos. Assim, os programas propostos incidem, principalmente, em temas complementares que são aprofundados tirando partido das competências e atividades de investigação correntes dos docentes da área de Sistemas de Informação do DEI, o que potencia a realização de dissertações relevantes neste domínio. Por outro lado, atendendo ao perfil dos alunos da especialização e porque a área de Sistemas de Informação está em evolução, os objectivos de aprendizagem estabelecidos e os temas ensinados vão para além e nem sempre seguem os termos do currículo de referência. Por esta razão, socorremo-nos por vezes para explicitar os temas ensinados nas unidades curriculares da especialização da classificação 2012 ACM Computing Classification System.

De entre os temas opcionais do curriculum ACM/IEEE CS (2013) a aprofundar, destacam-se as categorias:

- CN/Data, Information, and Knowledge
- IM/Indexing
- IM/Query Languages
- IM/Transaction Processing
- IM/Distributed Databases
- IM/Physical Database Design
- IM/Data Mining
- IM/Information Storage and Retrieval
- NC/Social Networking

No MEIC atual os sistemas de informação, na vertente das tecnologias de recolha, gestão, processamento e análise de informação, estão fortemente sub-representados. Não existe na estrutura curricular do actual qualquer área de especialização principal, complementar ou aplicacional que forme um grupo de disciplinas coerente nesta temática. Porém, tem havido

leccionação de várias disciplinas que são desde há anos oferecidas no MEIC como opcionais ou enquadradas noutras especializações, das quais esta oferta descende diretamente:

UC MEIC (2006)	Especializações MEIC (2006)	Nova UC MEIC (2014)
AOBD - Administração e Optimização de Bases de Dados	TSI no MEIC-T	ADSI – Administração de Dados em Sistemas de Informação
GTI - Gestão e Tratamento de Informação	SIE no MEIC-T e MEIC-A	AID – Análise e Integração de Dados
RGI - Recuperação e Gestão de Informação	Área aplicacional de Informação e Conhecimento	PRI - Processamento e Recuperação de Informação
SEI - Sistemas Empresariais Integrados	SIE no MEIC-T e MEIC-A	IE - Integração Empresarial

Tabela 5

3.3.6 Processamento e Análise de Dados

UC propostas:

- Computação em Nuvem e Virtualização
- Computação Paralela e Distribuída
- Análise e Integração de Dados
- Sistemas de Apoio à Decisão
- Visualização de Dados – Criada para esta especialização

Racional

A temática do processamento de análise de dados em larga escala, hoje comumente reconhecida sob a designação de *Big Data*, cobre um conjunto transversal de temáticas que abrange as várias áreas de ensino e investigação do DEI, desde os algoritmos e infraestruturas, aos sistemas inteligentes e de informação, e visualização interativa de dados complexos.

Em termos de mercado, a nível internacional é provavelmente a área em maior crescimento e onde a falta de especialistas qualificados mais se sente no presente, tanto pela inerente complexidade e exigência, como pela abrangência das competências requeridas. A nível nacional, há um efeito de atraso na sua adopção que tem feito com que a ausência de quadros não seja sentida de forma aguda, mas é legítimo esperar que as necessidades sentidas venham a ser idênticas a médio-longo prazo.

Tem havido lugar, em particular na América do Norte, ao lançamento de cursos de 2º ciclo inteiramente focados na temática, tanto em escolas de gestão, como de engenharia e matemática

aplicada. Na Europa, há também grande preocupação em desenvolver o ensino nesta área, mas assiste-se mais ao reforço da oferta de unidades curriculares nos cursos de computação.

A nível de investigação, o DEI cobre a generalidade dos temas. Um grande número de docentes participa ativamente em unidades de investigação do IST com projeção nas várias temáticas. Muitos deles concluíram o seu doutoramento na área e têm apresentado comunicações em muitas das conferências e artigos de maior relevância.

É ainda uma temática que tem sido coberta nos cursos do DEI com níveis variados de profundidade nos diversos ciclos de estudo em várias unidades curriculares (por vezes apenas fragmentos das mesmas). Na proposta de reestruturação do MEIC deu-se já uma forte consolidação da oferta de tópicos por unidades curriculares.

Porém, há ainda aspectos a melhorar no MEIC para que esta área temática possa ter uma representação e exposição comparável à preponderância que hoje assume:

- Há lacunas evidentes: a visualização de informação é hoje apenas ensinada no 3º ciclo.
- Devido à transversalidade da área, não existe uma oferta coerente corporizada numa área de especialização centrada na sua temática.

Uma solução para colmatar as limitações identificadas, justificando a criação da especialização em Processamento e Análise de Dados no MEIC, que implica a criação de uma UC em visualização de dados.

A identificação de um currículo em processamento de dados em larga escala, refletindo um conjunto de competências coerente não é sequer recente. Já em 2006, o ACM SIGKDD Curriculum Committee produziu um modelo de curso em *data mining* e apresentou recomendações para forma a próxima geração de alunos³

As competências identificadas na altura, muito antes da explosão de designações comerciais como *big data* e *cloud computing* em associação a esta área científica, mantêm-se perfeitamente atuais:

- **Database and Data Management Issues:** Where does the data reside? How is it to be accessed? What forms of sampling are needed? Are possible? Are appropriate? What are the implications of the database or data warehouse structure and constraints on data movement and data preparation?
- **Data Preprocessing:** What are the required data transformations before a chosen algorithm or class of algorithms can be applied to the data? What are effective methods for reducing the dimensionality of the data so the algorithms can work efficiently? How are missing data items to be modelled? What transformations properly encode a priori knowledge of the problem?
- **Choice of Model and Statistical Inference Considerations:** What are the appropriate choices to ensure proper statistical inference? What are valid approximations? What are the implications of the inference methods on the expected results? How is the resulting structure to be evaluated? Validated?

³ <http://www.sigkdd.org/sites/default/files/CURMayo6.pdf>

- **Interestingness Metrics:** What makes the derived structure interesting or useful? How do the goals of the particular data mining activity influence the choice of algorithms or techniques to be used?
- **Algorithmic Complexity Considerations:** What choice of algorithms based on the size and dimensionality of data? What about computational resource constraints? Requirements on accuracy of resulting models? What are the scalability considerations and how should they be addressed?
- **Post-processing of Discovered Structure:** How are the results to be used? What are the requirements for use at prediction time? What are the transformation requirements at model application time? How are changes in the data or underlying distributions to be managed.
- **Visualization and Understandability:** What are the constraints on the discovered structure from the perspective of understandability by humans? What are effective visualization techniques for the resulting structure? How can data be effectively visualized in the context of or with the aid of the discovered structures?
- **Maintenance, Updates, and Model Life Cycle Considerations:** When are models to be changed or updated? How must the models change as the utility metrics in the application domain change? How are the resulting predictions or discovered structure integrated with application domain metrics and constraints?

Analisando em retrospectiva este conjunto de temas identificados há 8 atrás, constata-se que todos se mantêm actuais e com acrescido interesse, havendo a acrescentar aqui agora algumas temáticas que já antes eram relevantes, mas vieram entretanto a assumir enorme preponderância, tendo transformado o mundo da informática nos últimos anos:

- *cloud computing* - modelos de serviço, *elastic computing*, segurança dos dados
- *data governance* - aspetos da gestão do ciclo de vida da informação, qualidade de dados e gestão da proveniência, segurança dos dados e gestão do risco

Procurado mapear o conjunto das temáticas identificadas no documento da ACM KDD, aqui tomado como referência para a análise de cobertura da área de ênfase a propor (*gap analysis*), temos a seguinte matriz:

Tema	Currículo KDD 2006	Disciplinas oferecidas pelo DEI que cobrem o tema
Database and Data Management Issues	Sim	AID, ADSI
Data Preprocessing	Sim	AID
Choice of Model and Statistical Inference Considerations	Sim	SAD, ADI
Algorithmic Complexity Considerations	Sim	CPD, ADI

Post-processing of Discovered Structure	Sim	SAD
Visualization and Understandability	Sim	Existe VD, mas apenas no 3º ciclo
Maintenance, Updates, and Model Life Cycle Considerations	Sim	SAD
Cloud Computing	Não	CNV, ADSI
Data Governance	Não	QD, mas apenas no 3º ciclo; RGI (mas deixará de ser oferecida),

Tabela 6-

Destes temas ressalta que:

- A temática da visualização de dados, essencial, não é ensinada no 2º ciclo, nem está contemplada uma disciplina em nenhuma das subáreas de computação previstas. Existe porém experiência no ensino e investigação nestas áreas, havendo a disciplina de Visualização de Dados do 3º ciclo que pode servir de base a uma UC de 2º ciclo.
- A temática de *Data Governance* está claramente insuficientemente coberta. Em 2006, a integração de informação de qualidade heterogénea ainda não se punha com a premência dos dias de hoje, nem as cadeias de processamento eram tão complexas como agora, pelo que o tema seria visto nessa altura como *data processing*. Hoje em dia a qualidade dos dados, a sua segurança, a preservação da privacidade e a gestão do seu ciclo de vida são aspectos essenciais. Existe competência neste domínio, nomeadamente parte da disciplina de RGI hoje existente ou o curso de especialização em qualidade de dados, antes oferecido, corresponderiam a essas matérias.

É assim proposta, para poder dar cobertura a esta especialização, a nova disciplina de Visualização de Informação, cuja temática não era ensinada até agora no MEIC.

3.3.7 Ciber-segurança

UC propostas:

- Segurança Informática em Redes e Sistemas
- Segurança em Software
- Sistemas de Elevada Confiabilidade
- Ciber Segurança Forense
- Criptografia e Protocolos de Segurança - Dep. de Matemática

Racional

A segurança informática diz respeito aos processos e mecanismos para garantir um conjunto de propriedades dos sistemas informáticos e da respectiva informação perante a ameaça de ataques

informáticos. As propriedades a garantir são, entre outras, a confidencialidade, integridade e disponibilidade de sistemas e informação.

A especialização em ciber-segurança é motivada pela importância económica crescente desta área e pela conseqüente procura de profissionais em Portugal e noutros países. A especialização concretiza a *Information Assurance and Security Knowledge Area* do currículo ACM. Variantes desta área de conhecimento são oferecidas por várias universidades americanas e europeias.

A especialização tem por objectivo dar aos alunos as capacidades técnicas necessárias para analisar, proteger e administrar a segurança de sistemas informáticos pessoais, empresariais e governamentais perante a ameaça de ataques informáticos. Como reconhece o currículo ACM, esta KA é peculiar no sentido em que os seus tópicos são transversais a diversas áreas da informática. Assim, a ciber-segurança não pretende ser leccionada exclusivamente em cadeiras da especialização, mas tem de ser introduzida desde cedo no currículo da LEIC em disciplinas como as de programação, sistemas operativos, sistemas distribuídos, e sistemas de informação.

A especialização é composta por cinco disciplinas:

Segurança Informática em Redes e Sistemas – pretende ser a primeira cadeira da especialização e a cadeira a realizar por quem pretenda obter uma visão geral da área. Como tal, faz uma revisão dos conceitos básicos de segurança dados na licenciatura e dá uma visão geral da ciber-segurança. Cobre aprofundadamente a segurança de redes: *firewalls*, detecção de intrusões, autenticação, distribuição de chaves, certificados digitais e PKIs, autorização, segurança em redes sem fios, redes privadas virtuais e canais seguros (IAS/Network Security do currículo ACM).

Segurança em Software – cobre a área de segurança de software: vulnerabilidades, desenvolvimento de software seguro, controle do ambiente de execução, segurança baseada em linguagem (IAS/Secure Software Design and Engineering).

Sistemas de Elevada Confiabilidade – diz respeito à arquitectura e desenvolvimentos de sistemas fiáveis e seguros: segurança de hardware, segurança física, tolerância a intrusões, replicação, factores humanos (IAS / Security Architecture and Systems Administration).

Ciber Segurança Forense – estuda a análise forense de sistemas informáticos, após a ocorrência de ciber-ataques: análise forense de redes, análise de dados da rede, análise dos sistemas de gestão activos, análise forense de sistemas, aspectos legais. Cobre o tópico IAS/Digital Forensics.

Criptografia e Protocolos de Segurança (Departamento de Matemática) – estuda de modo aprofundado os sistemas e protocolos criptográficos mais importantes: sistemas criptográficos de chave secreta, sistemas criptográficos de chave pública, protocolos de chave pública (IAS/Cryptography).

3.3.8 Jogos

UC que se mantêm:

- Design de Jogos (CGM)
- Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente (IA)
- Produção de Conteúdos Multimédia (CGM)
- Metodologia de Desenvolvimento de Jogos (CGM)

UC Reformuladas

- Computação Gráfica para Jogos (CGM)

UC Novas

- Inteligência Artificial para Jogos (IA)

Racional

A temática dos Jogos, cobre um conjunto transversal de temáticas que abrange as várias áreas de ensino e investigação do DEI, desde a Visualização Gráfica e Interação até aos Sistemas Inteligentes, Distribuídos e de Informação. Esta especialização tem sido alvo de grande procura quer no mercado nacional quer no internacional. Se por um lado o perfil de HCI é considerado um dos cinco pilares de IT, no ACM core curriculum de 2008, este aponta também para a área de Jogos como um dos vetores estratégicos a ter em conta, recomendações que aparecem reforçadas no documento provisório ACM Core Curriculum 2013.

Esta especialização irá funcionar no TagusPark, concretizando-se num conjunto de disciplinas que inclui a contribuição das áreas de CGM e de IA.

Design de Jogos (DJ) retoma a temática da UC de DDJ já existente no MEIC-T como parte integrante da área de especialização em jogos e simulação.

Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente (AASMA) mantém de igual forma o currículo da UC homónima existente no actual MEIC, o mesmo se passando com Produção de Conteúdos Multimédia (PCM).

As maiores alterações nesta especialização provém das UC de Inteligência Artificial para Jogos (IAJ) proposta pela área de IA e que constitui uma nova oferta consubstanciando as técnicas de IA aplicáveis no domínio específico desta especialização.

Metodologia e Desenvolvimento de Jogos (MDJ) é uma evolução de TJS (Tecnologia de Jogos e Simulação) que em conjunto com DDJ englobava a oferta curricular na referida área de especialização.

Finalmente as actuais UC de Animação e Visualização Tridimensional (AVT) aparecem consolidadas numa nova unidade Computação Gráfica para Jogos (CGJ) que engloba assim as técnicas de CG avançadas de Animação, Modelação e Visualização Tridimensionais com vista ao desenvolvimento específico de jogos.

3.3.9 Tecnologia para Processamento de Informação e Linguagem

UC propostas:

- Língua Natural
- Processamento e Recuperação da Informação
- Aprendizagem e Decisão Inteligente
- Algoritmos Avançados
- Processamento da Fala – Dep. de Engenharia Electrotécnica e Computadores

Racional

A especialização em Tecnologias para Processamento de Informação e Linguagem agrupa um conjunto de disciplinas do curso de mestrado do DEI relacionadas com a interação entre os computadores e o processamento automático de informação, e as linguagens (naturais) humanas. Desde modo, abarca tópicos de investigação como o processamento da língua natural, a recuperação de informação, a conceção de algoritmos e estruturas de dados para o processamento eficiente de informação textual, o processamento de sinais digitais, e a aprendizagem automática.

Em praticamente todas as universidades internacionais de referência existem cursos de mestrado, ou perfis de especialização, focados na temática das tecnologias para processamento de informação e linguagem. Temos também que quer a nível internacional, quer em Portugal, tem aumentado nos últimos anos a procura de profissionais qualificados nesta área. Finalmente, temos que associações profissionais como a Association for Computational Linguistics (ACL), a Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), ou o ACM Special Interest Group on Information Retrieval (ACM-SIGIR), suportam a publicação de revistas e a realização de grandes eventos científicos internacionais, de elevado impacto, focados nestes temas. Por estas razões, a especialização em Tecnologias para Processamento de Informação e Linguagem apresenta-se como um conjunto de disciplinas onde vários docentes do DEI, das diferentes áreas científicas que o compõem, têm competências, e que no seu conjunto estão claramente alinhadas com interesses específicos do mercado e com temas de investigação actualmente muito relevantes.

Esta especialização cobre um largo conjunto de saberes provenientes de diferentes sub-áreas das ciências da computação, abrangendo tópicos de investigação como o processamento da língua natural, a recuperação de informação, o desenho de algoritmos e estruturas de dados para o processamento eficiente de informação textual, o processamento de sinais digitais, ou a aprendizagem automática. Estas diferentes sub-áreas são já o foco específico de algumas das disciplinas propostas no contexto da reestruturação do curso de Mestrado em Engenharia Informática do DEI, envolvendo docentes das áreas científicas de IA, MTP e SI. Esta especialização assume-se assim, claramente, como pluridisciplinar e transversal às atuais áreas de especialização definidas para o curso de Mestrado em Engenharia Informática.

As UC reunidas nesta ênfase complementam-se naturalmente entre si, e cobrem diversas temáticas importantes relacionadas com a área genérica do processamento de informação e linguagem. A informação detalhada encontra-se nos programas respectivos das disciplinas, mas de um modo geral temos que:

- Língua Natural cobre temáticas relacionadas com a compreensão automática da língua natural, correspondendo o seu programa;
- Processamento e Recuperação de Informação cobre diversas temáticas relacionadas com o armazenamento de documentos e a recuperação automática de informação associada a eles;
- Aprendizagem e Decisão Inteligente cobre métodos e algoritmos de aprendizagem automática, os quais estão na base das técnicas modernas utilizadas para o processamento de informação e linguagem;

- Algoritmos Avançados cobre o desenho e implementação de algoritmos e estruturas de dados para o processamento de cadeias de caracteres, e algoritmos e estruturas de dados probabilísticas/randomizados. Estas técnicas são importantes no contexto do processamento eficiente de informação e linguagem natural;
- Processamento de Fala cobre diversos aspectos relacionados com a análise e o processamento digital de sinais relacionados com a fala.

3.3.10 Bioinformática e Biologia Computacional

UC propostas:

- Biologia Computacional
- Informática Biomédica - UC do Mestrado
- Algoritmos Avançados
- Sistemas de Apoio à Decisão
- Análise e Integração de Dados
- Redes Complexas

Racional

A análise computacional de dados referentes a sistemas biológicos representa uma das áreas com maior impacto potencial das próximas décadas. A sequenciação do genoma humano, no princípio da década de 2000, seguida de grandes desenvolvimentos das tecnologias de sequenciação e de instrumentação de organismos e sistemas biológicos, abriu as portas a um manancial de dados praticamente inesgotável e à necessidade do desenvolvimento de ferramentas computacionais em grande número. Neste momento, encontram-se disponíveis milhares de bases de dados, algoritmos e serviços dedicados às mais diversas formas de análise computacional de dados biológicos, criando um enorme mercado para profissionais de inúmeras especialidades.

Muitas destas plataformas destinam-se ao processamento de dados obtidos por plataformas HTSR (*High Throughput Short Read*) e outras tecnologias como espectroscopia de massa e ressonância magnética nuclear, que obtêm grandes volumes de dados em períodos de tempo muito curtos. Num futuro muito próximo, estas tecnologias permitirão que investigadores e profissionais sequenciem e re-sequenciem organismos de uma forma muito eficiente, levando a progressos muito significativos nas diversas áreas das ciências da vida. O objectivo da sequenciação do genoma humano com um custo de 1000 dólares, que aparentava estar tão distante há apenas alguns anos atrás, está agora ao alcance destas novas tecnologias. Actualmente milhares de genomas, transcritomas e proteomas estão a ser sequenciados a um ritmo sem precedentes. Subitamente, tornou-se claro que a restrição para o avanço do conhecimento biológico e clínico deixou de ser a obtenção de grandes volumes de dados, passando o factor limitativo a ser a capacidade de acesso a recursos computacionais e humanos, com formação em bioinformática, para a análise destes mesmos dados.

O papel da Engenharia Informática nesta revolução é central, e existe neste momento um mercado significativo para graduados com esta especialização. Este mercado encontra-se já bem desenvolvido na Europa e Estados Unidos, e deverá também conhecer algum crescimento em Portugal, embora seja de esperar que, durante algum tempo, muitos dos especialistas em bioinformática venham a integrar, numa primeira fase, grupos e centros de investigação.

Esta especialização disponibiliza aos alunos de informática a possibilidade de se especializarem na aplicação de técnicas de computação à análise de dados biológicos, representando na prática a resposta do IST à opção de outras escolas que entenderam criar mestrados específicos em biologia computacional. A formação de competências nesta área permitirá potenciar as actividades de investigação desenvolvidas nesta área no INESC-ID e no IST, para além de muitos outros institutos, afirmar estas instituições como instituições de referência a nível nacional e internacional e suprir a falta de profissionais altamente qualificados nesta área, com uma forte formação em engenharia informática.

3.4 Especialização em Sistemas Computacionais (Perfil ACM/IEEE Computer Engineering)

Existem diversas justificações para o pouco sucesso desta especialização, uma das quais é que esta área de charneira entre o DEEC e o DEI tem dificuldade de se afirmar se não for vista como uma aposta conjunta, que procure interessar alunos pela complementaridade de conhecimentos em relação às suas Licenciaturas ou primeira parte do Mestrado, no caso do MEEC. A reformulação proposta com a criação da especialização em Sistemas Computacionais tem como objectivo, não só torná-los mais atractivos, como procurar que sejam UC com reciprocidade nos Mestrados do DEEC com a criação da especialização em Sistemas Computacionais, para que o custo efectivo destas UC possa ser rentabilizado.

UC propostas:

- Aplicações para Sistemas Embebidos
- Ambientes Inteligentes
- Computação Paralela e Distribuída
- Arquiteturas de Alto Desempenho - DEEC
- Processamento Digital de Sinais - DEEC
- Projecto de Sistemas Digitais - DEEC
- Co-projeto Hardware/Software - DEEC
- Redes de Sensores – DEEC

Racional

Computer Engineering é uma das cinco áreas fundamentais em que o ACM/IEEE organiza os seus currículos. Esta tem sido tradicionalmente vista como uma área multidisciplinar, combinando a ciência da computação com a engenharia eletrotécnica, cobrindo por um lado projeto de arquiteturas hardware para sistemas computacionais, e por outro toda a área do desenvolvimento e manutenção de software fortemente ligado ao hardware. Assim, para os alunos do MEEC esta será uma especialização atrativa para aqueles que, tirando partido dos seus conhecimentos do suporte físico, queiram desenvolver os seus conhecimentos de programação. Para os alunos da LEIC, esta será uma área de interesse para aqueles que se queiram especializar no desenvolvimento de software para arquiteturas de hardware específicas. Em qualquer dos casos, esta especialização poderá ser uma valência importante para os alunos não só pela profusão de mercados de grande dimensão envolvendo sistemas embebidos, uma das (poucas) áreas em que a Europa ainda é forte a nível mundial (indústria automóvel, dispositivos móveis, aplicações médicas, etc.), mas também

devido ao desenvolvimento de novas arquiteturas de processadores, nomeadamente multicore e GPU cuja programação eficiente requer conhecimentos de hardware.

Esta proposta de especialização em Sistemas Computacionais é a reformulação da área atual de Sistemas Embebidos e tem como objectivo, não só torná-lo mais atractivo, como procurar que sejam UC com reciprocidade nos Mestrado do DEEC, para que o custo efectivo destas UC possa ser rentabilizado. O modelo de funcionamento em vista para o novo MEIC sem distinção de polo levanta algumas das restrições e poderá levar a um acréscimo de inscrições pelo simples facto do perfil passar a estar disponível para alunos em qualquer dos polos.

O conjunto de UC propostas visa cobrir o conjunto de recomendações do ACM para *Computer Engineering*, tendo em conta a oferta letiva da LEIC e do MEEC. As UC da responsabilidade do DEI cobrem essencialmente a componente de software, com Aplicações para Sistemas Embebidos focada na programação de tempo-real e de arquiteturas específicas, e Computação Paralela e Distribuída na programação de alto desempenho.

A UC de Ambientes Inteligentes tem por fim analisar um conjunto de casos de estudo de sistemas e dispositivos embebidos aplicados a diversas áreas. Todas estas UC estão atualmente em funcionamento com um número razoável de alunos.

As UC de responsabilidade do DEEC focam mais a componente de hardware: Arquiteturas de Alto Desempenho cobre arquiteturas computacionais avançadas; Projecto de Sistemas Digitais foca o desenvolvimento de módulos de hardware utilizando linguagens de descrição de hardware – no fundo, programação de sistemas concorrentes.

Co-projecto Hardware/Software aborda o tema do projecto de um sistema computacional em que diversas componentes podem ser implementadas em hardware ou software dependendo do contexto e objetivos; Processamento Digital de Sinais foca a análise de sinais, de extrema relevância para o processamento de imagem e som, mas também para sistemas de controlo e interfaces.

Redes de Sensores cobre uma área aplicacional em grande expansão, mas que tem a particularidade de analisar o funcionamento dos nós sensores que servem de facto de paradigma para a generalidade dos sistemas embebidos. Há uma componente de circuitos/electrónica que está ausente da proposta devido a implicar conhecimentos de base que seria difícil de colmatar nesta estrutura do MEIC.

A proposta inclui a oferta de oito UC, todas elas já em funcionamento, das quais os alunos poderão escolher quatro. Esta flexibilidade permitirá aumentar a atratividade pois os alunos poderão escolher um perfil mais hardware ou mais software consoante as suas preferências e percurso anterior.

Adicionalmente, esta área do MEIC terá os seguintes pontos a favor, que podem contribuir para reforçar o interesse dos alunos:

- Por acordo com a Coordenação do MEEC, o mesmo conjunto de UC será oferecido no MEEC, permitindo aos alunos daquele mestrado integrado frequentar essas unidades curriculares. Esta partilha permite pensar que a massa crítica de cada UC neste perfil poderá aumentar. Este raciocínio é baseado no facto de que as UC oferecidas pelo DEI têm-se revelado bastante atraentes para alunos do MEEC, sobretudo da Área de Especialização em Computadores daquele mestrado integrado. O exemplo mais recente será a disciplina de Computação Paralela

e Distribuída (CPD), cujo número de alunos do MEEC que a frequenta tem duplicado por ano desde que passou a ser oferecida a esse mestrado integrado há três anos (dos 137 alunos inscritos no actual semestre, 47 são alunos do MEEC).

- A reestruturação agora proposta para o perfil de Sistemas Computacionais, bem como a oferta das unidades mencionadas ao MEEC, permite uma aproximação curricular com a Área de Especialização de Computadores do MEEC, o que não apenas possibilita aos alunos daquela área a inscrição em mais disciplinas oferecidas pelo DEI, como permite a vários desses alunos obter uma formação que esbata as diferenças entre o MEEC e o MEIC neste perfil. A nossa expectativa é que futuramente essa proximidade permita atrair um maior número de alunos do 1º ciclo do MEEC para este perfil.
- Por último, mas talvez mais importante, o facto da estrutura do perfil estar alinhada com as recomendações da mais reputada organização internacional na área da engenharia informática, poderá contribuir para um acréscimo significativo do interesse dos alunos por um perfil, que a nível internacional e sobretudo na Europa tem uma posição muito sólida e revela grande procura (a área de *Cyber-Physical Systems* é uma das grandes áreas de topo do Horizonte 2020).

De referir que há a nível nacional, e não só, um défice grande de profissionais nesta área da informática, nomeadamente nas áreas do desenvolvimento de software para sistemas embebidos. Empresas como a Novabase, Efacec, Glintt, Synopsys, Brisa, Critical, etc., têm tido dificuldade em preencher os seus quadros nesta área, pelo que as ofertas aos, infelizmente poucos, alunos que escolhem este perfil são em geral muito competitivas.

3.5 Especialização em Robótica Inteligente

Sistemas Robóticos tem claramente problemas, um dos quais é praticamente não ter intervenção lectiva do DEI, uma vez que é exclusivamente composto por disciplinas do DEEC e do DEM. Na proposta de reformulação este é um dos pontos essenciais a corrigir através de uma maior ligação ao DEI, em particular à área de Inteligência Artificial. Por outro lado, não sendo a Robótica um tema que no DEI tenha um peso significativo em termos de investigação, o seu desenvolvimento académico deve ter por objectivo uma complementaridade com as ofertas do DEEC e do DEM.

UC reformuladas

- Processamento de Imagem e Visão - DEEC
- Controlo e Decisão Inteligente - DEM
- Robótica Avançada para Ambientes Industriais - DEM

UC propostas:

- Introdução à Robótica – UC conjunta DEEC e DEI
- Agentes Autónomos e Sistemas Multiagente
- Aprendizagem e Decisão Inteligente
- Robôs Sociais e Interação Humana
- Projecto em Sistemas Autónomos – DEEC e DEI

Racional

Os sistemas robóticos têm vindo a progredir numa miríade de direcções cujo denominador comum aponta para o aumento da autonomia e da inteligência artificial, bem como para um aumento da interacção com humanos. O sucesso de projectos como o Google *driverless car*, da empresa KIVA Systems (comprada pela Amazon), ou a aposta da Google com a compra da Boston Dynamics, demonstram a importância desta combinação. Desde cedo, a área de inteligência artificial tem reconhecidamente um papel central na robótica, nomeadamente no sentido de dotar os robôs de algoritmos e modelos de inteligência que lhes permitam exibir comportamento inteligente e imitar os humanos.

Assim sendo, a especialização em Robótica Inteligente tem por objectivo ensinar conceitos básicos da área de robótica e habilitar os alunos do MEIC. para a criação de sistemas computacionais autónomos capazes de interagir com humanos no mundo físico. Esta área de especialização surge na sequência da anterior oferta em Sistemas Robóticos, mas tem agora um foco claro na exploração da autonomia e inteligência em robôs, estando assim mais enquadrada com o corpo de conhecimento que os alunos terão adquirido durante a licenciatura. A actual proposta inclui um conjunto de 8 unidades curriculares que contam com a participação não só do Departamento de Engenharia Informática, mas também com os Departamentos de Engenharia Electrotécnica e Computadores e de Engenharia Mecânica.

As disciplinas propostas para integrar esta especialização têm a seguinte justificação:

- Introdução à Robótica (I.R.) - Adaptação/reestruturação da actual U.C. de Robótica (em discussão), oferecida no M.E.E.C., por forma a melhor se adaptar ao background dos alunos do MEIC.
- Agentes Autónomos e Sistemas Multiagente (A.A.S.M.A.) - UC actualmente da área de Sistemas Inteligentes e que cobre não só os diversos tipos de arquitecturas de agentes, mas também aspectos de cooperação e coordenação entre agentes/robôs.
- Aprendizagem e Decisão Inteligente (A.D.I.) – UC incluída na nova proposta do MEIC pela área de Sistemas Inteligentes, que aborda a incerteza na tomada de decisão em agentes e robôs, bem como a aprendizagem em robôs.
- Robôs Sociais e Interacção Humano-Robô (H.R.I) – UC incluída na nova proposta do MEIC. pela área de Sistemas Inteligentes, que visa o estudo da criação de inteligência social no robô, de forma a permitir a interacção entre o robôs e humanos.
- Processamento de Imagem e Visão (P.I.V.) - disciplina actualmente oferecida na área de especialização de Sistemas Robóticos e que se foca na percepção do mundo através de visão.
- Projecto em Sistemas Autónomos (P.S.A.) - Actualmente Sistemas Autónomos, oferecida no MEEC, mas com um foco na componente de projecto. Complementa as cadeiras de agentes autónomos e decisão inteligente, com foco em agentes, sendo orientada para agentes físicos/robôs.
- Controlo e Decisão Inteligente (C.D.I.) - UC oferecida pelo DEM que se foca nos sistemas e controlo dinâmico, e na modelação e controlo neuronal, dando exemplos práticos de aplicações de modelação, controlo, classificação, decisão e optimização inteligentes.
- Robótica Avançada para Ambientes Industriais (R.A.A.I.) - unidade nova oferecida pelo DEM que faz uma aplicação em ambientes industriais, em particular na modelação, simulação, desenvolvimento e implementação de sistemas de produção robotizados em rede.

4 O MEIC nos dois campi

Uma proposta de grande relevância na organização do Mestrado é a criação de um **Mestrado Único** comum aos dois campi do IST. As vantagens do modelo são óbvias em termos de imagem externa para os empregadores, mobilidade interna de alunos sem carga burocrática desnecessária, flexibilidade de gestão das UC e especializações. Acresce que do ponto de vista legal tal não deve levantar problemas, uma vez que o processo de ingresso é controlado pelo IST.

A principal objecção que pode ser levantada é a descaracterização das ofertas dos pólos, levando a que a maior atractividade da Alameda crie um fluxo de alunos para esse campus. Em relação a este ponto a primeira constatação factual é que no MEIC actual o movimento de alunos tem sido, em valor líquido, favorável ao TagusPark.

A forma de evitar a descaracterização é procurar na gestão das especializações definir conjuntos diferentes de especializações para os dois campi, tendo nessa atribuição a preocupação de criar um quadro coerente com a situação actual, com os grupos de investigação do TagusPark e, nos casos de UC de outros departamentos, com os locais onde são leccionadas.

A distribuição prevista é a seguinte:

Especialização	Alameda	TagusPark
Engenharia de Software		
Sistemas Empresariais		
Tecnologia dos Sistemas Informáticos		
Algoritmos e Programação		
Sistemas Distribuídos		
Sistemas Inteligentes		
Interação e Visualização		
Sistemas de Informação		
Processamento e Análise de Dados		
Ciber-segurança		
Jogos		
Tecnologia para Processamento de Informação e Linguagem		
Bioinformática e Biologia Computacional		
Robótica Inteligente e Social		
Sistemas Computacionais		
Totais	9	6

Tabela 7 – Distribuição das especializações por campus

Esta distribuição obedece a vários racionais:

- Manter as especializações existentes nos pólos onde têm maior sucesso

- Repartir pelos dois pólos as especializações que têm fortes componentes de uma área científica
- Colocar as duas especializações leccionadas com o DEEC e o DEM na Alameda

5 Lista das UC do MEIC

A tabela de todas as UC e a respectiva contribuição para as AE é a seguinte:

Disciplinas	Algoritmos e Programação	Bioinformática e Biologia Computacional	Ciber-segurança	Engenharia de Software	Jogos	Processamento e Análise de Dados	Robótica Inteligente	Sistemas Computacionais	Sistemas de Informação	Sistemas Distribuídos	Sistemas Empresariais	Sistemas Inteligentes	Tec Processamento de Informação e Linguagem	Tecnologia dos Sistemas Informáticos	Visualização e Interação	Total
Administração de Dados e Sistemas de Informação									1					1		2
Administração e Gestão de Infraestruturas de IT											1			1		2
Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente					1		1					1				3
Algoritmos Avançados	1	1											1			3
Algoritmos para Lógica Computacional	1															1
Ambientes Inteligentes								1								1
Análise e Integração de Dados		1				1			1							3
Animação e Visualização Tridimensional															1	1
Aplicações para Sistemas Embebidos								1								1

Aprendizagem e Decisão Inteligente						1					1	1			3
Arquitecturas de Alto Desempenho							1								1
Arquitecturas de Software				1											1
Arquitetura Empresarial										1					1
Biologia Computacional		1													1
Ciber Segurança Forense			1												1
Computabilidade e Complexidade	1														1
Computação em Nuvem e Virtualização						1			1				1		3
Computação Gráfica para Jogos					1										1
Computação Móvel e Ubiqua									1						1
Computação Paralela e Distribuída	1					1		1							3
Comunicação Visual Interactiva														1	1
Concepção Centrada no Utilizador														1	1
Controlo e Decisão Inteligente						1									1
Co-projecto de Hardware/software								1							1
Criptografia e Protocolos de Segurança			1												1
Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas									1				1		2
Design de Jogos					1										1

Engenharia e Tecnologia dos Processos de Negócio										1					1
Especificação de Software				1							6				1
Fundamentos de Sistemas de Informação										1					1
Gestão de Projectos Informáticos				1						1					2
Informática Biomédica		1													1
Integração Empresarial								1					1		2
Inteligência Artificial para Jogos					1										1
Introdução à Robótica						1									1
Língua Natural											1	1			2
Linguagens de Programação	1														1
Metodologia de Desenvolvimento de Jogos					1										1
Organização e Gestão da Função Informática										1					1
Processamento da Fala												1			1
Processamento de Imagem e Visão						1							8		1
Processamento Digital de Sinais							1							9	1
Processamento e Recuperação da								1				1			2

Informação																	
Procura e Planeamento												1					1
Produção de Conteúdos Multimedia					1										1		2
Programação 3D															1		1
Programação Avançada				1													1
Projecto de Sistemas Autónomos							1										1
Projecto de Sistemas Digitais								1									1
Redes Complexas	1	1															2
Redes de Sensores								1									1
Representação do Conhecimento e Raciocínio												1					1
Robôs Sociais e Interação Humano-Robô							1										1
Robótica Avançada para Ambientes Industriais							1										1
Segurança em Software			1														1
Segurança Informática em Redes e Sistemas			1							1				1			3
Sistemas de Apoio à Decisão		1				1						1					3
Sistemas de Elevada Confiabilidade			1														1
Teste e Validação de Software				1													1
Visualização de Informação						1										1	2
Total	6	6	5	5	6	5	8	8	4	4	6	6	5	6	6		

Tabela 8- UC do MEIC e especializações para que contribuem

Plano de estudos anterior	Plano de estudos 2015
Qualidade de Software	Especificação de Software
Arquitetura Organizacional de Sistemas de Informação	Fundamentos de Sistemas de Informação
Arquitetura, Processos e Ferramentas de Sistemas de Informação	Arquitetura Empresarial
Sistemas Empresariais Integrados	Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio ou Integração Empresarial
Gestão e Tratamento de Informação	Análise e Integração de Dados
Ambientes Virtuais de Execução	Computação em Nuvem e Virtualização
Plataformas para Aplicações Distribuídas na Internet	Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas
Computação Móvel	Computação Móvel e Ubíqua
Sistemas Distribuídos Tolerantes a Falhas (EMDC apenas)	Sistemas de Elevada Confiabilidade
Programação 3D para Simulação de Jogos	Programação 3D
Recuperação e Gestão de Informação	Processamento e Recuperação de Informação

Tabela de equivalências

Cabe ao Coordenador do Curso analisar todos os casos omissos, currículo a currículo, de acordo com as opções do aluno.

Disciplina - Novo MEIC	Sigla UC	Semestre
Administração de Dados e Sistemas de Informação	ADSI	2
Administração e Gestão de Infraestruturas de IT	AGI IT	1
Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente	AASM	2
Algoritmos Avançados	AA	2
Algoritmos para Lógica Computacional	ALC	1
Ambientes Inteligentes	AI	2
Análise e Integração de Dados	AID	1
Animação e Visualização Tridimensional	AVT	1
Aplicações para Sistemas Embebidos	ASE	1
Aprendizagem e Decisão Inteligente	ADI	2
Arquitetura Empresarial	AE	2
Arquiteturas Avançadas de Computadores	AAC	2
Arquiteturas de Software	AS	1
Biologia Computacional	BC	1
Ciber Segurança Forense	CSF	1
Computabilidade e Complexidade	CC	1
Computação em Nuvem e Virtualização	CNV	2
Computação Gráfica para Jogos	CGJ	1
Computação Móvel e Ubíqua	CMU	2
Computação Paralela e Distribuída	CPD	2
Comunicação Visual Interativa	CVI	2
Conceção Centrada no Utilizador	CCU	1
Controlo e Decisão Inteligente	CDI	1
Co-Projeto Hw/Sw	CP H/S	2
Criptografia e Protocolos de Segurança	CPS	2
Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas	DAD	1
Design de Jogos	DJ	1
Engenharia e Tecnologia de Processos de Negócio	ETPN	2
Especificação de Software	ES	1

Fundamentos de Sistemas de Informação	FSI	1
Gestão de Projetos Informáticos	GPI	1
Informática Biomédica	IB	2
Integração Empresarial	IE	2
Inteligência Artificial para Jogos	IAJ	1
Língua Natural	LN	1
Linguagens de Programação	LP	2
Metodologia de Desenvolvimento de Jogos	MDJ	2
Organização e Gestão da Função Informática	OGFI	2
Processamento da Fala	PF	2
Processamento de Imagem e Visão	PIV	1
Processamento Digital de Sinais	PDS	2
Processamento e Recuperação da Informação	PRI	1
Procura e Planeamento	PP	1
Produção de Conteúdos Multimédia	PCM	2
Programação 3D	P3D	2
Programação Avançada	PA	2
Projeto de Sistemas Digitais	PSD	1
Redes Complexas	RC	1
Representação do Conhecimento e Raciocínio	RCR	2
Robôs Sociais e Interação Pessoa Robô	RSIPR	1
Robótica	ROB	2
Robótica Avançada para Ambientes Industriais	RAAI	2
Segurança em Software	SS	1
Segurança Informática em Redes e Sistemas	SIRS	1
Sistemas Autónomos	SA	1
Sistemas de Apoio à Decisão	SAD	1
Sistemas de Elevada Confiabilidade	SEC	2
Sistemas Embebidos em Redes	SER	2
Teste e Validação de Software	TVS	2
Visualização de Informação	VI	1