

Universidade do Minho							
Mestrados de Informática e de Eng.^a Informática							
Ano lectivo de 2008/09							
Sumários da UCE30 de <i>Métodos Formais em Engenharia de Software</i> (MFES)							
Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
1	2008.10.02	9h00-12h00	CSI	Apresentação da UCE aos alunos. Regras de funcionamento. Regime de avaliação. Necessidade de métodos formais e de modelação abstracta de problemas. O problema da (falta de) qualidade no software. Leitura comentada do artigo <i>Dependable Software by Design</i> por Daniel Jackson (Scientific American, Junho de 2006)	Todos	3	
		13h00-15h00	PI	Exercício de diagnóstico sobre modelação de software: sistema de controlo de versões.	M.A. Cunha	5	
		15h00-18h00	AMT	Introdução à linguagem de modelação Alloy: apresentação geral da linguagem e das técnicas de verificação associadas; assinaturas e comando run; exercícios.	M.A. Cunha	8	
2	2008.10.09	9h00-12h00	CSI	Ciclo de vida de Balzer. Modelos e seu papel na concepção de soluções. Protótipos. Captação de requisitos e sua relação com a interpretação gramatical. Exemplo: análise de um fragmento de um cadernos de encargos referente a software para telemóveis. Substantivos e verbos versus tipos de dados e operações. Limites da tipagem estática. Necessidade de invariantes de tipo. Significado de um invariante. Primeira <i>obrigação de prova</i> : preservação de invariantes. Recurso a quantificações universais e existenciais em invariantes.	J.N. Oliveira	11	
		13h00-15h00	PI	Apresentação dos projectos e definição das milestones	M.A. Cunha	13	
		15h00-18h00	AMT	Introdução à linguagem de modelação Alloy: composição de relações; factos e propriedades; o comando check; exercícios.	M.A. Cunha	16	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
3	2008.10.16	9h00-12h00	CSI	<p><i>Background:</i> breve estudo do cálculo de quantificadores de Eindhoven e da relação de pertença. Limites à definição de funções. Funções parciais. Necessidade de <i>pre-condições</i>. Recurso a <i>pós-condições</i> para (a) especificação implícita de funções; (b) modelar o indeterminismo da realidade; (c) modelar relações; (d) permitir liberalidade ao especificador. Exemplos de especificação de relações: relação prefixo, relação de permutação entre listas, especificação da ordenação de listas. Resolução de exercícios sobre cálculo de quantificadores.</p>	J.N. Oliveira	19	
		13h00-15h00	PI	Esclarecimento de dúvidas sobre os enunciados dos projectos	M.A. Cunha	21	
		15h00-18h00	AMT	Introdução à linguagem de modelação Alloy: fechos transitivo e reflexivo de relações; definição de funções; especificação baseada em estado - invariantes, definição de operações com pré e pós-condições; exercícios.	M.A. Cunha	24	
4	2008.10.23	9h00-12h00	CSI	<p>A obrigação de prova associada aos pares pre/post: satisfiabilidade. Obrigações de prova: necessidade de uma transformada para a lógica e teoria de conjuntos. Exemplos. Transformada PF: eliminação de quantificadores por introdução de relações binárias. Introdução ao cálculo de relações binárias. Composição relacional. Inclusão de relações. Igualdade relacional por antissimetria da relação de inclusão. Noção de converso (R^o) de uma relação R. Exemplos de conversão PF-PW e PW-PF. O padrão f^o. R . g. Exercícios.</p>	J.N. Oliveira	27	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso	M.A. Cunha	29	
		15h00-18h00	AMT	Especificação baseada em estado: análise de casos de estudo. Exercícios	M.A. Cunha	32	
5	2008.10.30	9h00-12h00	CSI	<p>Conceitos de núcleo e imagem de uma relação. Taxonomia de relações binárias: reflexivas, coreflexivas, inteiras, simples, sobrejectivas, injectivas. Papel das funções na taxonomia relacional. Ordens e sua taxonomia (preordens, equivalências, ordens parciais, etc). Provas construtivas. Exemplo: demonstração de bijectividade por cálculo de conversos. Resolução de exercícios.</p>	J.N. Oliveira	35	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>milestone 1</i>)	M.A. Cunha	37	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
		15h00-18h00	AMT	Utilização do Alloy para especificação baseada em traços de execução	M.A. Cunha	40	
6	2008.11.06	9h00-12h00	CSI	União e intersecção de relações. Propriedades universais. <i>Split</i> de duas relações e dedução da sua propriedade universal a partir de $\langle R, S \rangle = n1 \circ R \cap n2 \circ S$. Primeira apresentação das leis de <i>shunting</i> . Relações também como estruturas de dados. Exemplos: listas; tabelas relacionais com chaves primárias. Modelação relacional da operação (a:) em listas e sua conversão para notação com variáveis. Exercício: cálculo da condição necessária e suficiente para que a união de duas relações seja simples.	J.N. Oliveira	43	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>milestone 1</i>)	M.A. Cunha	45	
		15h00-18h00				48	
7	2008.11.13	9h00-12h00	CSI	Exercícios: demonstração da primeira lei de <i>shunting</i> como exemplo de prova por implicação cíclica. Cálculo da pré-condição mais fraca para que a operação (c:) preserve o invariante de não-duplicação de elementos numa lista.	J.N. Oliveira	51	
		13h00-15h00	PI	Milestone 1 : entrega e apresentação dos projectos em Alloy (PI-1)	Todos	53	
		15h00-18h00	AMT	Design by Contract and Java Modeling Language: apresentação do conceito e clausulas básicas do JML (requires, ensures, invariant). Universo de ferramentas para JML. Características do ESC/Java2 e da verificação de asserções em tempo de execução (jmlc/jmlrac). Teórico-prática: exercício de utilização do plugin Eclipse do ESC/Java2 (análise estática simples).	J.C. Bacelar	56	
8	2008.11.20	9h00-12h00	CSI	Abordagem do problema da sessão anterior em Alloy, com recurso à sua notação <i>pointfree</i> . Transformação-PF do argumento de satisfiabilidade de uma função. Exemplo: o tipo <i>Even</i> e a função <i>twice</i> . Generalização: predicados como tipos. Tipo predicativo de uma função. Recurso a relações coreflexivas.	J.N. Oliveira	59	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>milestone 2</i>)	M.A. Cunha	61	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
		15h00-18h00	AMT	JML - <i>beyond the basics</i> : especificação de casos múltiplos e de comportamento excepcional; invariantes de ciclo; <i>frame-conditions</i> ; dificuldades com <i>aliasing</i> de referências. Componente teórico-prática: exercício de modelação em JML.	J.C. Bacelar	64	
9	2008.11.27	9h00-12h00	CSI	Estudo das relações simples e das relações correflexivas. Duas coreflexivas úteis: domínio e contradomínio de uma relação. Leis de <i>shunting</i> para relações simples e coreflexivas. Outras propriedades. Representação de conjuntos por coreflexivas. Exercício: cálculo da transformada-PF da noção de dependência funcional em bases de dados. Preordem de injectividade entre relações. Operações de projecção e de selecção relacional.	J.N. Oliveira	67	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>milestone 2</i>)	M.A. Cunha	69	
		15h00-18h00	AMT	<i>Abstract modeling in JML</i> : herança de especificações; <i>datagroups</i> e abstracção; campos " <i>ghost</i> " e " <i>model</i> "; tipos abstractos para modelação. Componente teórica-prática: acompanhamento do projecto JML.	J.C. Bacelar	72	
10	2008.12.04	9h00-12h00	CSI	Apresentação de um caso de estudo em verificação estática estendida: VFS (Verified File System). Tipos de dados e seus invariantes, e suas transformações-PF. Análise da especificação da função <i>FS_DeleteFileDir</i> . Exercício: conversão para variáveis da versão PF do invariante de integridade referencial entre as suas estruturas do modelo. Invariantes expressos por rectângulos em diagramas relacionais.	J.N. Oliveira	75	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>preparação para a milestone 2</i>)	M.A. Cunha	77	
		15h00-18h00	AMT	Unit Testing and JmlUnit: objetivos e características dos testes unitários; utilização do JUnit; integração com verificação de asserções JML e ferramenta JML-Unit. Componente teórica-prática: acompanhamento do projecto JML.	J.C. Bacelar	80	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
11	2008.12.11	9h00-12h00	CSI	Continuação do caso de estudo em verificação estática estendida: VFS (Verified File System): cálculo da obrigação de prova correspondente à verificação da função <i>FS_DeleteFileDir</i> relativa ao invariante de integridade referencial. Apresentação do calculador PF/ESC pela doutoranda Cláudia Necco (Univ. San Luis, Argentina)	J.N. Oliveira	83	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>preparação para a milestone 2</i>)	M.A. Cunha	85	
		15h00-18h00	AMT	Apresentação da linguagem de especificação formal VDM-SL: Utilização dos tipos de dados: "sets", "sequences", "mappings" e "records". Definição de invariantes de tipos. Definição de funções vs. Definição de operações. Especificação funcional implícita e explícita. Especificação com estado. Polimorfismo. Funções de ordem superior. Modelação em VDM-SL de diversos exemplos.	O.M. Pacheco	88	
12	2008.12.18	9h00-12h00	PI	Milestone 2: entrega e apresentação dos projectos em JML (PI-1)	Todos	91	
		13h00-15h00	CSI	Propriedades expressas sob a forma de conexões de Galois. Propriedades genéricas destas últimas. Eithers relacionais e sua propriedade universal. A fórmula $[R, S] = R \cdot i1^{\circ} \cup S \cdot i2^{\circ}$. Produtos e somas de relações.	J.N. Oliveira	93	
		15h00-18h00	AMT	Continuação da discussão de alguns exemplos em VDM-SL. Obrigações de prova. Apresentação da documentação sobre VDM++.	O.M. Pacheco	96	
12	Férias do Natal					96	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
13	2009.01.08	9h00-12h00	AMT	<p>Apresentação da SIG e do seu core business em análise de software. Aspectos gerais da análise de software: Análise estática versus análise estática (teste). Análise versus construção. Impacto da modificação. Impacto económico da análise de código. Teste: modelo-V. A automação de testes como consolidação de um investimento. Teste unitário. Os 5 níveis de maturidade do teste unitário (nenhum, algum, medida de cobertura, obtenção de cobertura). Teste aleatório com QuickCheck. Some simple test metrics. Padrões: estilo e standards. Regras de codificação. Detecção de erros. Prática em laboratório: prática com o JUnit (plug-in do Eclipse IDE). Criação de testes unitários para detecção de comportamento normal ou excepcional. Prática com EMMA (plug-in de Eclipse) para cobertura de testes. Criação de testes unitários para melhorar a cobertura.</p>	Joost Visser	99	
		13h00-15h00		<p>Metrics & Quality: Bermuda triangle of Software Quality. Capability Maturity Model Integration (CMMI). ISO 9126 International Standard for Software Product Quality. Technical and functional quality. Software metrics (LOC, FPA, McCabe, Duplication). Quality profiles. The SIG quality model. Three case studies. Reverse engineering: Terminology. Relations and graphs. Slicing and chopping. Type reconstruction. Formal concept analysis. Practice. Use the JavaNCSS tool to compute metrics. Create quality profiles on the basis of JavaNCSS output. Compute various simple test metrics. Compare outcomes with those of other groups.</p>		101	
		15h00-18h00				104	
		9h00-12h00		<p>Introdução ao teste de software. Técnicas de concepção de casos de teste: caixa branca e caixa preta. Resolução de exercícios. Introdução ao processo de teste baseado em modelos (MBT): como é que MBT se integra no ciclo de vida típico de software; quais as diferenças entre MBT e outras abordagens de teste; discussão dos benefícios e limitações assim como as pré-condições necessárias para a adopção de MBT. Discussão sobre aspectos relacionados com a construção do modelo do software a testas, tais como, o nível adequado de abstracção, a análise de diferentes modelos</p>		107	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
14	2009.01.15	13h00-15h00	AMT	a usar para geração de casos de teste. Diferentes critérios de cobertura/adequação (para guiar a geração de casos de teste, para decidir quando parar de testar e para avaliar a adequação dos casos de teste). Abordagens para diminuir a distância entre os casos de teste concretos e os casos de teste abstractos com vista à automação dos testes. Apresentação da ferramenta de teste baseado em modelos Spec Explorer .	Ana Paiva	109	
		15h00-18h00		Exercícios de especificação em Spec# e teste baseado em modelos com a ferramenta Spec Explorer		112	
15	2009.01.22	9h00-12h00	CSI	Polimorfismo funcional visto do ponto de vista da disciplina de ESC. Tipos vistos como relações. Cálculo da relação associada a um tipo polimórfico. Teorema grátis de uma função polimórfica (ou teorema de Reynolds-Wadler. Seta de Reynolds) expresso em notação-PF. Noção de <i>relator</i> e suas propriedades. Exemplos: teoremas grátis de várias funções sobre listas (eg <i>sort</i>), do combinador " <i>cata</i> ", etc .	J.N. Oliveira	115	
		13h00-15h00	PI	Acompanhamento dos projectos em curso (<i>preparação para a milestone 3</i>)	M.A. Cunha	117	
		15h00-18h00	CSI	Resolução de exercícios sobre o teorema de Reynolds-Wadler. Exemplos: <i>filter</i> , <i>serial</i> , <i>split</i> . Interpretação dos resultados da ferramenta disponível em http://linux.tcs.inf.tu-dresden.de/~voigt/ft à luz do cálculo (<i>pointfree</i>) do teorema. Papel das leis de <i>shunting</i> na conversão <i>pointfree-pointwise</i> .	J.N. Oliveira	120	
16	2009.01.29	9h00-12h00	CSI	"ESC for free": Regras do cálculo de obrigações de prova	J.N. Oliveira	123	
		13h00-15h00	CSI	Exercícios sobre cálculo de pre-condições mais fracas em problemas de verificação estática de modelos de requisitos de software	J.N. Oliveira	125	
		15h00-18h00				128	
17	2009.02.05	9h00-12h00	Preparação para as provas de avaliação individual: revisões e dúvidas		J.N. Oliveira, M.A. Cunha	131	
		13h00-15h00				133	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
		15h00-18h00				136	
18	2009.02.12	9h00-12h00	PI	PI -1 (3 ^a milestone, VDM/VDM++)	Todos	139	
		13h00-15h00		Workshop PI-2 com parceiros da indústria		141	
		15h00-18h00				144	
19	2009.02.19	9h00-12h00	AMT	Prova de avaliação individual	M.A. Cunha	147	
		13h00-15h00	PI	Análise dos projectos propostos e sua alocação a grupos	Todos	149	
		15h00-18h00				152	
20	2009.02.26	9h00-12h00	CSI	Prova de avaliação individual	J.N. Oliveira	155	
		13h00-15h00	PI	Início efectivo de PI-2	M.A. Cunha	157	
		15h00-18h00	PAS	Introdução ao refinamento de modelos. Refinamento de especificações pre/post. Definição de ordem de refinamento: aumento de definição e de determinismo. Introdução ao refinamento dos dados. A ordem de refinamento $A \leq B$. Noção de par abstracção-representação. Princípio da invertibilidade à direita.	J.N. Oliveira	160	
21	2009.03.05	9h00-12h00	PAS	Refinamento de dados: Cálculo de isomorfismos. Operadores de transposição (relações vistas como funções). <i>Currying</i> relacional. Propriedades e exemplos. Refinamento de dados: Cálculo de leis- \leq conducentes ao modelo relacional da informação (SQL). Remoção de coprodutos.	J.N. Oliveira	163	
		13h00-15h00	PI	PI-2	Todos	165	
		15h00-18h00	VFS	Introdução à verificação formal. A verificação no contexto dos métodos formais. Motivação para o estudo da semântica das linguagens de programação. Estudo de uma linguagem imperativa simples. Semântica operacional de transições dada por uma máquina abstracta. Semântica operacional estrutural. Semântica de avaliação. Propriedades e relação entre semânticas.	J.S. Pinto	168	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
22	2009.03.12	9h00-12h00	PAS	Refinamento de dados: Remoção de atributos multivalor. Lei da remoção da recursividade. Exemplo: cálculo do esquema da base de dados relacional que implementa o modelo PTree . Diagramas relacionais como generalização dos de E-R. A relação de pertença estrutural e sua utilização na formulação de invariantes de integridade referencial. Apresentação da ferramenta 2LT . Considerações finais sobre refinamento.	J.N. Oliveira	171	
		13h00-15h00	PI	PI-2	Todos	173	
		15h00-18h00	VFS	Pré-condições e pós-condições. Noções de correcção parcial e total face a uma especificação. Semântica axiomática da linguagem imperativa simples estendida com asserções: triplos de Hoare e sua interpretação. Validade de asserções e de especificações. Lógica de Hoare. Propriedades indesejáveis do sistema de inferência: ambiguidade na aplicação de regras. Sistema de inferência alternativo, sem ambiguidade. Resolução de exercícios.	J.S. Pinto	176	
23	2009.03.19	9h00-12h00	VFS	Apresentação e revisão de conceitos básicos da lógica. A interacção entre a lógica e as ciências da computação. Perspectiva clássica versus intuicionista. Lógica Proposicional e Lógica de Primeira Ordem: sintaxe, semântica, e dedução natural. Os problemas de decisão SAT e a sua complexidade. Sistemas de prova automática e sistemas de prova assistida.	M.J. Frade	179	
		13h00-15h00	PI	PI-2	Todos	181	
		15h00-18h00	VFS	A propriedade de sub-fórmula e a sua ausência na lógica de Hoare. Estratégia para a construção de árvores de prova com base na noção de "pré-condição mais fraca". Uma arquitectura para a verificação de programas: geração de condições de verificação. Algoritmo VCGen. Resolução de exercícios.	J.S. Pinto	184	
		9h00-12h00	PI	PI -2 (1ª milestone)	Todos	187	
		13h00-15h00	PI	PI-2: supervisão dos projectos em curso	Todos	189	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
24	2009.03.26	15h00-18h00	VFS	Estudo do <i>plugin</i> "Jessie" para verificação dedutiva. O VCGen genérico "Why" e interface gráfica "Gwhy". Sua utilização com múltiplas ferramentas de prova automática. A linguagem de anotações ACSL; verificação baseada em contratos. Exemplos: tabulação da função factorial; determinação do máximo de um vector. Exercícios: função "swap". Partição de um array.	J.S. Pinto	192	
25	2009.04.02	9h00-12h00	VFS	Expressividade da lógica de primeira ordem. Lógica de segunda ordem. Lambda calculus simplesmente tipado. Lógica de ordem superior (formulação de Church). Expressividade do sistema lógico mínimo. Introdução ao sistema de prova assistida Coq. Princípio de indução, indução bem-fundada e indução estrutural. Sessão laboratorial no sistema Coq.	M.J. Frade	195	
		13h00-15h00	PI	PI-2: supervisão dos projectos em curso	Todos	197	
		15h00-18h00	VFS	1. Extensão da linguagem de programação simples com inclusão de <i>arrays</i> . Regra da lógica de Hoare para <i>arrays</i> . Uma teoria lógica de <i>arrays</i> . Condições de verificação para <i>arrays</i> . 2. Condições de segurança (<i>safety</i>) na execução de programas da linguagem imperativa simples. Adequação da semântica: erros na avaliação de expressões aritméticas e no acesso a posições <i>out of bounds</i> de <i>arrays</i> . Interpretação modificada dos triplos de Hoare: exclusão da ocorrência de erros. Lógica de Hoare sensível a erros, ou segura. Modificação do algoritmo VCGen com a geração de condições de segurança. 3. Extensão da linguagem de programação simples com programas constituídos por múltiplos procedimentos mutuamente recursivos, sem parâmetros. Regra da lógica de Hoare e condições de verificação para a invocação de procedimentos anotados com contratos. Verificação de procedimentos com contratos. Verificação programas multi-procedimento.	J.S. Pinto	200	
Férias da Páscoa						200	
		9h00-12h00	VFS	JSP 6	J.S. Pinto	203	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
26	2009.04.16	13h00-15h00	PI	PI-2: supervisão dos projectos em curso	Todos	205	
		15h00-18h00	VFS	(1) Fundamentos da lógica intuicionista. Dedução natural para Lógica Proposicional Intuicionista e a sua correspondência com o lambda calculus simplesmente tipado. A analogia "proposições como tipos". Abordagem à prova via teoria de tipos e problemas de decisão associados. (2) Questões de confiança nos demonstradores automáticos: o critério de Brouwer. Sistemas de prova baseados em teoria de tipos. (3) O isomorfismo de Curry-Howard em Lógica de Ordem Superior. Um sistema de tipos para a Lógica de Ordem Superior Intuicionista. A noção de pseudo-termo, tipos Pi, universos e dependências na formação de tipos. Tipos dependentes. Exemplos de derivações nesta lógica. Principais propriedades desta teoria. (4) Abordagens à codificação da lógica em teoria de tipos: codificação directa (profunda) versus codificação superficial ("logical Frameworks"). Exemplos. (5) Sessão laboratorial no sistema Coq .	M.J. Frade	208	
27	2009.04.23	9h00-12h00	VFS	Aula de introdução ao UPPAAL: a Lógica Temporal e a sua utilização em Model Checking	M.A. Cunha	211	
		13h00-15h00	PI	PI-2: supervisão dos projectos em curso	Todos	213	
		15h00-18h00	VFS	Pure Type Systems (PTS) como suporte para a descrição de uma classe de lambda calculi tipados. PTS - caracterização da meta-teoria: sintaxe, especificação, regras de tipagem e principais resultados. Breve descrição do lambda cubo. Apresentação do sistema de tipos de suporte ao sistema Coq: "Calculus of Inductive Constructions" (CIC). Descrição do CIC como PTS. Análise das dependências de tipos admitidas neste sistema. Tipos indutivos: análise do conceito e das condições para a sua boa fundação. Recursor do tipo indutivo como codificação do princípio de indução estrutural sobre os seus elementos, e regras de computação associadas. Recursividade geral e análise de casos: regras de tipagem e computação associadas. Observações sobre a terminação das funções assim definidas. Exemplos em Coq de diversas definições indutivas e análise dos recursos gerados pelo sistema. Sessão laboratorial sobre o sistema Coq.	M.J. Frade	216	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
28	2009.04.30	9h00-12h00	PI	PI -2 (2ª milestone)	Todos	219	
		13h00-15h00		PI-2: supervisão dos projectos em curso		221	
		15h00-18h00	VFS	Continuação da apresentação do sistema Coq. Coq no desenvolvimento de programas certificados Abordagens à correcção funcional de programas. Extracção de programas a partir de objectos de prova. Sessão laboratorial sobre o sistema Coq	M.J. Frade	224	
29	2009.05.06 (aula extra-ordinária)	15h00-18h00	VFS	Esta aula sobre UPPAAL esteve dividida em 4 partes: 1) Os conceitos e a problemática própria à modelação de sistemas informáticos com base em autómatos (autómatos, autómatos com variáveis, autómatos com canais de comunicação, redes de autómatos, noção de execução, o problema da explosão do espaço de estados). 2) Especificação de propriedades de sistemas dinâmicos: Lógica temporal, lógica CTL*, CTL e LTL. Considerações sintácticas, e sua semântica com base em autómatos (semântica de Kripke). 3) Limitações das lógicas temporais clássicas na expressão de problemas para sistemas de tempo real. Introdução de uma extensão que permite lidar com prazos: a lógica temporal temporizada, em particular a TCTL. Autómatos Temporizados. Especificação de sistemas de tempo real ou de sistemas computacionais que tomam em conta prazos. 4) Componente prática: introdução à ferramenta UPPAAL que suporta a definição de autómatos temporizados e a verificação de propriedades TCTL. Resolução de exercícios em UPPAAL.	S.M. Sousa	227	
	2009.05.07	9h00-12h00	PAS	A escolaridade deste módulo neste dia consistiu na participação dos alunos na workshop CIC'09	Todos	230	
		13h00-15h00				232	
		15h00-18h00				235	
30	2009.05.14	9h00-12h00	VFS	Não houve aula (tolerância do Enterro da Gata)		235	
		13h00-15h00	PI	Não houve aula (tolerância do Enterro da Gata)		235	
		15h00-18h00	PAS	Não houve aula (tolerância do Enterro da Gata)		235	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
31	2009.05.21	9h00-12h00	PAS	Introdução a Reo (pelo convidado David Costa, CWI)	D. Costa,L.S. Barbosa	238	
		13h00-15h00	PAS	Prática com Reo (pelo convidado David Costa, CWI)	D. Costa,L.S. Barbosa	240	
		15h00-18h00	PAS		D. Costa,L.S. Barbosa	243	
32	2009.05.28	9h00-12h00	VFS	Apresentação pelos alunos de um conjunto de ferramentas de análise de código, que foram propostas no início do módulo.	M.J. Frade. J.S. Pinto, J.N. Oliveira	246	
		13h00-15h00	PI	PI-2: supervisão dos projectos em curso	Todos	248	
		15h00-18h00	PAS	Não houve aula	L.S. Barbosa	251	
33	2009.06.04	9h00-12h00	PAS	Introdução à Arquitectura de Software. Desenho arquitectural, interação e coordenação de software.	L.S. Barbosa	254	
		13h00-15h00	PI	PI-2	Todos	256	
		15h00-18h00	PAS	Fundamentos: sistemas, comportamento e coindução	L.S. Barbosa	259	
33	2009.06.11	Feriado (Corpo de Deus)				259	
34	2009.06.18	9h00-12h00	PI	PI -2 (3ª milestone)	Todos	262	
		13h00-15h00	PAS	Introdução a Orc	L.S. Barbosa	264	
		15h00-18h00	PAS		L.S. Barbosa	267	
35	2009.06.25	9h00-12h00	VFS	Preparação para as provas de avaliação individual: revisões e dúvidas	J.S. Pinto, M.J. Frade	270	
		13h00-15h00	PI	PI-2	Todos	272	
		15h00-18h00	VFS	Preparação para as provas de avaliação individual: revisões e dúvidas	J.S. Pinto, M.J. Frade	275	
36	2009.07.02	9h00-12h00	VFS	Resolução prática de exercícios	L.S. Barbosa	278	
		13h00-15h00	VFS	Apresentação de trabalhos (JSP+MJF)	J.S. Pinto, M.J. Frade	280	
		15h00-18h00			J.S. Pinto, M.J. Frade	283	

Semana	Dia	Sessão	Módulo	Sumário	Docente(s)	Horas total	Assinatura(s)
37	2009.07.09	9h00-12h00	VFS	Prova de avaliação individual	J.S. Pinto, M.J. Frade	286	
		13h00-15h00	PAS	Discussão da resolução dos mini-projectos propostos	L.S. Barbosa	288	
		15h00-18h00				291	
38	2009.07.09	11h00-13h00	PI	PI -2 (4ª milestone) - Projectos SIG	J.N. Oliveira	293	
39	2009.07.16	9h00-12h00	CSI	Sessão de dúvidas para exames de recurso (inc correção dos testes)	J.N. Oliveira	296	
40	2009.07.21	14h30-18h30	PI	PI -2 (4ª milestone) - Projectos CriticalSoftware	J.S. Pinto, M.J. Frade, J.N. Oliveira	300	
	2009.07.23	9h30-11h30	CSI	Exame	J.N. Oliveira	302	
	2009.07.23	14h30-16h30	AMT	Exame	M.A. Cunha	304	
41	2009.07.27	16h00-19h00	PI	PI -2 (4ª milestone) - Projectos SIG e Galois	M.A. Cunha, M.J. Frade, J.N. Oliveira	307	
	2009.07.23	9h30-11h30	VFS	Exame	J.N. Oliveira	309	