

# Universidade do Minho

2005/2006	1.º Semestre <input checked="" type="checkbox"/>	2.º Semestre <input type="checkbox"/>	Anual <input type="checkbox"/>
DISCIPLINAS Métodos Formais de Programação I (7007N2) + Opção I — Métodos Formais de Programação I (5307P6) CURSOS LMCC + LESI	DOCENTES J.N. Oliveira - 406006 L.S. Barbosa - 406023		

AULA	SUMÁRIO
Teórica 05.09.22 5.ª-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	Apresentação da disciplina. Equipa docente. Programa da disciplina e seu enquadramento no plano de estudos. Regime de avaliação. Informação electrónica sobre a disciplina: URL: <a href="http://www.di.uminho.pt/~jno/html/mi.html">http://www.di.uminho.pt/~jno/html/mi.html</a> . Bibliografia. Introdução à especificação formal como método de <i>controlo de qualidade</i> em ‘software’. Motivação: especificação formal — porquê e para quê? Introdução ao binómio <i>especificação /implementação</i> . Adopção do ‘standard’ ISO/IEC 13817-1 (VDM-SL).  O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 05.09.29 5.ª-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	Ciclo de vida do desenvolvimento formal de ‘software’. Especificação formal construtiva. Modelação de um problema. Prototipagem e animação. Validação por teste. Importância da verificação formal das propriedades de um modelo. Não-determinismo e parcialidade. Necessidade de modelar com <i>relações</i> . Introdução ao cálculo de relações. Inclusão de relações:  $R \subseteq S \equiv \langle \forall b, a :: bRa \Rightarrow bSa \rangle \quad (1)$ Composição e intersecção de relações:  $b(R \cdot S)c \equiv \langle \exists a :: bRa \wedge aSc \rangle \quad (2)$ $b(R \cap S)c \equiv bRc \wedge bSc \quad (3)$ Monotonia da composição:  $\frac{R \subseteq S \quad T \subseteq U}{(R \cdot T) \subseteq (S \cdot U)} \quad (4)$ O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.10.06 5.ª-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2</p>	<p><i>Cálculo de relações (cont.):</i> Conversa de uma relação</p> $a(R^\circ)b \equiv bRa \quad (5)$ <p>e a propriedade de contravariância</p> $(R \cdot S)^\circ = S^\circ \cdot R^\circ \quad (6)$ <p>Ordens e sua taxonomia:</p> <pre> graph TD     order --- symmetric     order --- reflexive     order --- transitive     order --- anti_symmetric[anti-symmetric]     order --- connected     reflexive --- preorder     transitive --- preorder     symmetric --- equivalence     preorder --- equivalence     preorder --- partial_order[partial order]     transitive --- partial_order     partial_order --- linear     connected --- linear   </pre> <p>As funções vistas como casos particulares de relações:</p> $b f a \equiv b = f a \quad (7)$ <p>como caso particular de</p> $b(f^\circ \cdot R \cdot g)a \equiv (f b)R(g a) \quad (8)$ <p>Formulação de propriedades em notação “pointfree”. Exemplo — injectividade de uma função <math>f</math>:</p> $f^\circ \cdot f \subseteq id \quad (9)$ <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.10.13 5.ª-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2</p>	<p><i>Cálculo de relações (cont.):</i> Os operadores <i>ker</i> e <i>img</i>:</p> $\ker R \stackrel{\text{def}}{=} R^\circ \cdot R \quad (10)$ $\text{img } R \stackrel{\text{def}}{=} R \cdot R^\circ \quad (11)$ <p>(v.s.f.f.)</p>

(cont.)	<p>Relações inteiras (totais), sobrejectivas e simples (funcionais). Taxonomia de relações binárias:</p> <p style="text-align: center;">O DOCENTE _____</p>
---------	---

AULA	SUMÁRIO
Teórica 05.10.20 5. <sup>a</sup> -feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	<p>A igualdade entre relações, “pointwise”</p> $R = S \equiv \langle \forall a, b :: bRa \equiv bSa \rangle \quad (12)$ <p>e “pointfree”:</p> <p>-inclusão cíclica (vulg “ping-pong”):</p> $R = S \equiv R \subseteq S \wedge S \subseteq R \quad (13)$ <p>-igualdade indirecta:</p> $R = S \equiv \forall X.(X \subseteq R \equiv X \subseteq S) \quad (14)$ $\equiv \forall X.(R \subseteq X \equiv S \subseteq X) \quad (15)$ <p style="text-align: right;">(v.s.f.f.)</p>

(cont.)	<p>Funções como casos particulares de relações: estudo do quadro</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Pointwise</td> <td style="padding: 2px;">Pointfree</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">“Left” Uniqueness</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>b f a \wedge b' f a \Rightarrow b = b'</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>\text{img } f \subseteq \text{id}</math></td> <td style="padding: 2px;">(f is simple) (16)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Leibniz principle</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>a = a' \Rightarrow f a = f a'</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>\text{id} \subseteq \text{ker } f</math></td> <td style="padding: 2px;">(f is entire)</td> </tr> </table> <p>e sua equivalência a qualquer uma das propriedades</p> $f \cdot R \subseteq S \equiv R \subseteq f^\circ \cdot S \quad (17)$ $R \cdot f^\circ \subseteq S \equiv R \subseteq S \cdot f \quad (18)$ <p>(ver anexo.) Igualdade de funções:</p> $f \subseteq g \equiv f = g \equiv f \supseteq g \quad (19)$ <p>(ver anexo.)</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>	Pointwise	Pointfree		“Left” Uniqueness			$b f a \wedge b' f a \Rightarrow b = b'$	$\text{img } f \subseteq \text{id}$	(f is simple) (16)	Leibniz principle			$a = a' \Rightarrow f a = f a'$	$\text{id} \subseteq \text{ker } f$	(f is entire)
Pointwise	Pointfree															
“Left” Uniqueness																
$b f a \wedge b' f a \Rightarrow b = b'$	$\text{img } f \subseteq \text{id}$	(f is simple) (16)														
Leibniz principle																
$a = a' \Rightarrow f a = f a'$	$\text{id} \subseteq \text{ker } f$	(f is entire)														

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.10.27 5.<sup>a</sup>-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2</p>	<p>Estruturação do cálculo relacional com base em conexões de Galois (CG):</p> <p style="text-align: center; color: red;">função adjunta superior</p> $\underbrace{f} b \leq a \equiv b \leq \underbrace{g} a$ <p style="text-align: center; color: red;">função adjunta inferior</p> <p>Quadro das principais CG do cálculo relacional (ver pág. ??). As propriedades básicas de uma CG intuídas a partir da que define a divisão inteira de números naturais:</p> $q \times d \leq n \equiv q \leq n/d \quad (20)$ <p>Exemplos: converso, regras de “shunting”, divisão relacional. Intersecção e união. Versões relacionais de <math>\langle R, S \rangle</math> e <math>[R, S]</math> como conexões de Galois.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 05.11.03 5. <sup>a</sup> -feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	Significado de uma especificação via pré/pós-condições em VDM-SL. Semântica relacional de um par <b>pre-</b> / <b>post-</b> : $Spec \stackrel{\text{def}}{=} Post \cdot Pre$ Papel da pre-condição. Representação de predicados unários (conjuntos) por coreflexivas ou por condições: $R \text{ é coreflexiva} \quad \equiv \quad R \subseteq id$ $R \text{ é condição} \quad \equiv \quad R \subseteq !$ Exemplos: $Sqrt = sq^\circ$ e $Sort = IsOrdered \cdot IsPermutation$ . <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 05.11.10 5. <sup>a</sup> -feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	Relações em compreensão. Relações simples finitas e sua representação em VDM-SL (“mappings”). Uso do operador $\ker f$ em pós-condições para especificar relações de equivalência. Exemplo: $isPermutation = \ker seq2bag$ . Semântica relacional dos operadores de VDM-SL. <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO												
Teórica 05.11.17 5. <sup>a</sup> -feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2	Versão relacional do condicional de McCarthy e sua utilização na semântica do operador de sobreposição de funções parciais finitas. Definição de uma relação. Domínio e contradomínio como conexões de Galois: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Descr.</th> <th style="text-align: center;"><math>f = g^\flat</math></th> <th style="text-align: center;"><math>g = f^\sharp</math></th> <th style="text-align: center;">Obs.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">domain</td> <td style="text-align: center;">dom</td> <td style="text-align: center;"><math>(\top \cdot)</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\subseteq</math> inferior restrita a coreflexivas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">range</td> <td style="text-align: center;">rng</td> <td style="text-align: center;"><math>(\cdot \top)</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\subseteq</math> inferior restrita a coreflexivas</td> </tr> </tbody> </table> Significado informal de um <i>invariante</i> em VDM-SL. Preservação de um invariante $inv$ por uma função $Bool \xleftarrow{inv} A$ : $\langle \forall a : inv \ a : inv(f \ a) \rangle$ <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>	Descr.	$f = g^\flat$	$g = f^\sharp$	Obs.	domain	dom	$(\top \cdot)$	$\subseteq$ inferior restrita a coreflexivas	range	rng	$(\cdot \top)$	$\subseteq$ inferior restrita a coreflexivas
Descr.	$f = g^\flat$	$g = f^\sharp$	Obs.										
domain	dom	$(\top \cdot)$	$\subseteq$ inferior restrita a coreflexivas										
range	rng	$(\cdot \top)$	$\subseteq$ inferior restrita a coreflexivas										

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.11.24 5.<sup>a</sup>-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2</p>	<p>Preservação de um invariante por um par pré/pós-condição <math>Spec = (pre, post)</math> em VDM-SL.            Noção de <i>precondição mais fraca</i> que garante uma propriedade. Noção de propriedade como <i>tipo</i>. Noção de invariante como <i>tipo</i>.            Polimorfismo orientado à propriedade. Algumas regras da combinação de especificações que satisfazem propriedades: <i>identidade, composição, inclusão</i>.  <i>A integridade-referencial</i> como uma classe de invariantes sobre relações simples e finitas em bases de dados.            Diagramas Entidades-Relações (ER) e sua semântica <i>pointfree</i> baseada na ordem de definição de relações.            Exemplos: relacionamentos M:M e M:1.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.12.15 5.<sup>a</sup>-feira, 09h00–11h00 Sala DI-A2</p>	<p>Diagramas ER e sua semântica relacional (conclusão): Relacionamentos 1:1.            Preservação de integridade referencial.            Síntese final. Revisão dos sumários. Articulação da disciplina com outras que se lhe seguem no plano de estudos. Preenchimento do questionário de avaliação.            Encerramento da disciplina.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>