

Sistemas de Computação



Mestrado Integrado Eng^a. Informática

1º ano

2016/17

Equipa docente:

Alberto Proença, Luís Paulo Santos, André Pereira, Rui Silva

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

1

Sistemas de Computação
Mestr. Integr. Eng^a. Informática, 1º ano
2016/2017
Docente responsável: A.J.Proença

[Avisos](#) | [Equipa docente](#) | [Objetivos](#) | [Resultados da aprendizagem](#) | [Programa](#) | [Bibliografia](#) | [Planificação](#) | [Notas de apoio](#) | [Sumários](#) | [Avaliação](#) | [Autoavaliação](#)

gec.di.uminho.pt/mie1/sc/ (2015/2016)

Última Modificação: 06 Fev 2017

departamento de informática

Avisos:

1. **Arranque das aulas:** a 1ª aula desta UC será na terça, 07-fev, às 10h00, no Anf. A4 do CP1. Nesta aula será apresentada a equipa docente e o modelo de funcionamento da UC, alguns conceitos básicos relacionados com a UC (ver a [Planificação](#)) e uma discussão livre com ex-alunos de Eng^a Informática. (03-fev-17)
2. **Ordem de colocação de avisos aqui:** os avisos vão sendo "empilhados" cronologicamente, i.e., os avisos mais recentes encontram-se no topo. (03-fev-17)
3. **Inscrições e frequência em turnos práticos:** as inscrições para os turnos práticos são feitas diretamente no [website](#) da UC na plataforma e-learning da UM, com início na segunda 06-fev-17, às 11H00; cada turno está limitado a **20 inscrições** no método A por ordem de registo. Consultar [aqui](#) a lista dos que já frequentaram o método A em anos anteriores e que não poderão inscrever-se de novo nesse método, senão sofrerão uma penalização na classificação final (ver em baixo).

Sistemas de Computação
Mestr. Integr. Eng^a. Informática, 1º ano
2016/2017
Docente responsável: A.J.Proença

[Avisos](#) | [Equipa docente](#) | [Objetivos](#) | [Resultados da aprendizagem](#) | [Programa](#) | [Bibliografia](#) | [Planificação](#) | [Notas de apoio](#) | [Sumários](#) | [Avaliação](#) | [Autoavaliação](#)

(2015/2016)

Última Modificação: 06 Fev 2017

departamento de Informática

Equipa docente

- Docente responsável pela UC e pela lecionação das aulas teóricas e das sessões práticas com os turnos PL3, PL4, PL5 e PL10 (terça, quinta e sexta):
Alberto José Proença
email: aiproenca@di.uminho.pt
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00
- Docente responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos PL7 e PL8 (sexta):
Luís Paulo Santos
email: lp.santos@di.uminho.pt
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00
- Docente convidado responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos PL1 e PL6 (terça):
André Pereira
email: amperreira@di.uminho.pt
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00
- Docente responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos PL2 e PL9 (quinta e sexta):
Rui Silva
email: ruisilva@di.uminho.pt
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00

Semana	Téorica	Prática e Laboratorial	TPC	Aval
1 06-fev-17	Metodologia de funcionamento da disciplina, incl. avaliação. Conceito de computador e sua organização e estrutura. Representação da informação no computador: texto, audiovisuais, números (inteiros e reais), código (noção de instrução set).	Sistemas de numeração e conversão de bases. Representação binária de inteiros positivos e negativos. Exercícios de treino.	TPC1 >	
2 13-fev-17	Organização de um computador (CPU, memória, I/O, periféricos). Execução de programas num computador: níveis de abstração e mecanismos de conversão.	Representação binária de inteiros positivos e negativos (cont.). Discussão do TPC1.	TPC2 >	
3 20-fev-17	Execução de instruções num computador. Análise do nível ISA: operações/operandos, registos, acesso a dados.	Discussão do TPC2. Representação de valores reais em vírgula flutuante. Norma IEEE 754. Exercícios de treino.	TPC3 >	
4 27-fev-17	Análise do nível ISA (cont): tipos e formatos de instruções, instruções de I/O, ordenação de bytes.	Nota: Como não deverá haver aulas na ter (28-fev, Carnaval) não deverá haver aulas práticas esta semana para compensar e equilibrar as turmas		
5 06-mar-17	Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux: modelo de programação, operações e acesso a operandos.	Discussão do TPC3. Exercício exemplo para preparação do TPC4.	TPC4 > Guia-1 >	
6 13-mar-17	Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux (cont.): controlo do fluxo de execução de instruções, suporte a estruturas de controlo.	Discussão do TPC4. "CPU-Mem ao Vivo": ilustração da execução de instruções num computador		
7 20-mar-17	Arquiteturas CISC e RISC. Introdução à otimização de desempenho no hardware: pipeline, superescalabilidade, hierarquia de memória, cache. Evolução da arquitetura x86 da Intel, incl. multicore e many-core.	"CPU-Mem ao Vivo": ilustração da execução de instruções num computador	TPC5 > Guia-2 >	
8 27-mar-17	Semana reservada para avaliações	Semana reservada para avaliações	Teste Ensaio (28-mar, 9h00)	
9 03-abr-17	Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux (cont.): suporte à invocação/regresso de funções. Análise comparativa de dois ISA's: IA-32 (CISC) e MIPS (RISC)	Análise dos níveis de abstração em ambiente laboratorial em Linux/IA32 (gcc, hexdump, gdb).	TPC6 >	
10-abr-17	Férias da Páscoa	Férias da Páscoa		



Sistemas de Computação

Mestr. Integr. Eng.^a Informática, 1º ano
2015/2016

Docente responsável: A.J.Proença



Sumários

Semana: [1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [8](#) | [9](#) | [10](#) | [11](#) | [12](#) | [13](#) | [14](#) | [15](#)

Última Modificação: 11 Feb 2016

departamento de informática

Nota 1: Os sumários das aulas que já ocorreram estão a preto, enquanto as propostas de sumário para as sessões seguintes estão a cíngulo. Sempre que haja documentação a disponibilizar pertinente para uma sessão que ainda não decorreu, essa indicação deixa de estar a cíngulo.

Nota 2: As referências nos sumários a textos de consulta estão abreviadas para *Sta* (livro/resumo de Stalling, sugerido como complementar em anos anteriores), *Bry* (livro/resumo de Bryant), e *P&H* (livro de Patterson & Hennessy); são normalmente seguidas do respectivo capítulo/secção, e quando existe em formato electrónico é indicado o respetivo link.

Semana 1

08-fev-16 (PL1, PL10)
Não houve aulas ainda.

09-fev-16 (T) (*transferida para 12-fev-16*)
Metodologia de funcionamento da disciplina: princípios básicos, modo de funcionamento, elementos e modelos de avaliação (informação complementar em formato electrónico, e relativo ao ano em curso, em <http://gec.di.uminho.pt/mie1/sc>).

Introdução aos conceitos de "computador" e de "informação" no contexto de um computador.

Introdução à representação da informação no computador utilizando números binários (bits): texto e respectivos alfabetos (análise dos códigos Baudot, Braille, ASCII 7/8 bits e UNICODE), números (referência a inteiros e reais), imagens e codificação dos comandos de controlo de um processador.

(Notas de estudo: cópia dos slides [ISC_1](#) e texto [ISC](#) (Cap.1)).

09-fev-16 (PL3, PL6, PL7, PL9)
Não houve aulas ainda.

Notas finais

Sistemas de Computação

Objetivos principais desta UC:

- desenvolver a capacidade de resolver pb's novos
- estimular o raciocínio crítico individual
- transformar alunos do secundário em jovens com Educação Superior!

Algumas regras

- início da aula T: 10h00; fim: 10h50
- durante as aulas T: *laptops/tablets/iPads... desligados*
- não é permitido nunca o uso de calculadoras
- avaliação de conhecimentos: só nas datas definidas; todas as restantes intervenções não influenciam a classificação!

Mestr. Integr. Eng^a. Informática

1º ano

2016/17

A.J.Proença

Tema

Introdução aos Sistemas de Computação

Avaliação

O funcionamento da UC de Sistemas de Computação está organizado em:

- **aulas teóricas** (2h/sem): são utilizadas para a **exposição, análise e debate de conceitos e exemplos**; o material lecionado nestas aulas é encadeado, pelo que se torna indispensável o seu regular acompanhamento; a frequência às aulas é obrigatória.
- **sessões práticas e laboratoriais** (2h/sem), com 2 modos de funcionamento, **A** e **B**: no modo **A** a inscrição e participação ativa nas sessões práticas é obrigatória e tem impacto na classificação; no modo **B** a presença e participação nas sessões práticas é facultativa (sem controlo de presenças); estas sessões são usadas para:
 - **exercícios de treino**, que têm por objetivo o **desenvolvimento de aptidões intelectuais** - aplicar e/ou aprofundar conceitos adquiridos e o raciocínio crítico - e de **aptidões técnicas** - desenvolvimento de técnicas de aplicação dos conceitos à resolução de problemas, de análise de execução de programas e de programação em linguagem de montagem *assembly*;
 - **exercícios laboratoriais**, têm por objetivo o **desenvolvimento de aptidões técnicas práticas**, nomeadamente o desenvolvimento de técnicas de análise de execução e teste de programas, com ênfase na linguagem de montagem *assembly*.

A avaliação nesta UC comprehende 2 componentes principais:

- uma avaliação das **capacidades cognitivas** e das **aptidões intelectuais** realizada através de uma **prova escrita**, realizada no final do semestre;
- uma avaliação das **aptidões técnicas** e **transversais** realizada durante o semestre, através da **participação** nas sessões práticas (apenas para os inscritos no modo **A**).

Nota1: A **prova escrita** é constituída por 2 partes: (I) a **Prova de Competências Elementares (PCE)**, com um conjunto de 5 questões elementares que avaliam os resultados mínimos de aprendizagem, sendo obrigatório responder satisfatoriamente a 4 dessas questões (esta é uma condição necessária, mas não suficiente, para se ter sucesso na UC) e (II) a **Prova de Reforço de Classificação (PRC)**, cuja pontuação será simplesmente adicionada à obtida na PCE.

Nota2: A meio de semestre, a 28-março, realizar-se-á um ensaio de teste para autoavaliação, contendo apenas a PCE.

Nota3: A **participação** nas sessões práticas inclui a presença nas sessões, a resolução dos TPC's, a leitura prévia dos guões práticos e a participação ativa nas sessões; esta componente é opcional no modo **B**.

Nota4: A **aprovação na UC** exige a classificação mínima de 9,5 valores, de acordo com a fórmula expressa em baixo; a não obtenção deste valor mínimo durante o semestre, permite a repetição da **prova escrita** na época de exames, sendo o cálculo da classificação final feita aplicando a mesma fórmula em baixo.

Nota5: Para obtenção de uma classificação Bom (entre 15 e 18) será necessário realizar uma prova individual extra, a definir; para obtenção de uma classificação Excelente (>18) poderão ser necessários elementos complementares de avaliação.

A **classificação final** nesta UC, para os estudantes **Aprovados**, é dada pela seguinte expressão:

Classif_final_modoA = (15%*Particip + 85%*Prova_escrita)

Classif_final_modoB = Prova_escrita

Estrutura do tema ISC

1. Representação de informação num computador
2. Organização e estrutura interna dum computador
3. Execução de programas num computador
4. O processador e a memória num computador
5. Da comunicação de dados às redes
6. Evolução da tecnologia e da eficiência

Um computador é um sistema físico que:

- recebe informação,
processa / arquiva informação,
transmite informação, e ...
- é **programável**
i.e., a funcionalidade do sistema pode ser modificada,
sem alterar fisicamente o sistema

Quando a funcionalidade é fixada no fabrico do sistema onde o computador se integra, diz-se que o computador existente nesse sistema está “embebido”: ex. *smart phone*, máq. fotográfica, automóvel, ...

Como se representa a informação num computador ?
Como se processa a informação num computador ?

Noção de computador (2)



Noção de computador (3)

- Como se representa a informação num computador ?
– representação da informação num computador ->
- Como se processa a informação num computador ?
– organização e funcionamento de um computador ->

Como se representa a informação?

- com binary digits! (ver sistemas de numeração...)



Algarismo

Um **algarismo** ou **dígito**, é um tipo de representação (um símbolo numérico, como "2" ou "5") usado em combinações (como "25") para representar **números** (como o número 25) em **sistemas de numeração posicional**. O nome "dígito" vem do facto de os 9 dígitos (do latim *digitem*, "dedo") das mãos corresponderem aos 10 símbolos do sistema de numeração comum de **base 10**, isto é, o decimal (digestivo do latim antigo *decorapão*, que significa nove) dígitos.

A palavra "algarismo" tem sua origem no nome do famoso matemático Al-Khwarizmi.

Mais:

- Cada um dos elementos de um numeral é um algarismo ou dígito:
 - Numeral com 3 dígitos: 426.
 - Numeral com 10 algarismos: 1.234.567.890

→ Dígitos Binários: podem ser apenas dois, 0 (zero) e 1 (um)

Como se representa a informação?

- com binary digits! (ver sistemas de numeração...)

Tipos de informação a representar:

- **números (para cálculo)**
 - » inteiros: S+M, Compl. p/ 1, Compl. p/ 2, Excesso
 - » reais (fp): norma IEEE 754
- **textos (caracteres alfanuméricos)**
 - » Baudot, Braille, ASCII, Unicode, ...
- **conteúdos multimédia**
- **código para execução no computador**

Ex.: sistemas de numeração

1532.54₁₀ (base 10)

$$1 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 4 \cdot 10^{-2} = 1532.54_{10}$$

1532₆ (base 6)

$$1 \cdot 6^3 + 5 \cdot 6^2 + 3 \cdot 6^1 + 2 \cdot 6^0 = 416_{10}$$

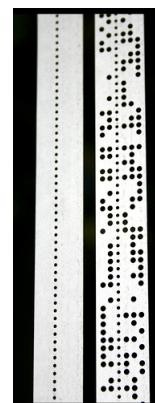
1532₁₃ (base 13)

$$1 \cdot 13^3 + 5 \cdot 13^2 + 3 \cdot 13^1 + 2 \cdot 13^0 = 3083_{10}$$

110110.011₂ (base 2)

$$1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 54.375_{10}$$

• Baudot,



	V	IV	I	II	III	V	IV	I	II	III	
A	/	●				●	●	P%	●	●	
B	●	8		●		●	●	Q/	●	●	
C	●	S	●			●	●	R-	●	●	
D	●	O	●	●	●	●	●	S;	●	●	
E	2	●	●	●	●	●	●	T!	●	●	
F	●	E	●	●	●	●	●	U4	●	●	
G	●	G	●	●	●	●	●	W?	●	●	
H	●	H	●	●	●	●	●	X,	●	●	
I	●	●	●	●	●	●	●	Y3	●	●	
J	●	J	●	●	●	●	●	Z:	●	●	
K	●	K	●	●	●	●	●	£.	●	●	
L	●	L	●	●	●	●	●	Erasure	●	●	
M	●	M	●	●	●	●	●	Figure Blank	●	●	
N	●	N	●	●	●	●	●	Letter Blank	●	●	
O	●	O	●	●	●	●	●				
S	●	S	●	●	●	●	●				

Fig 1. The Baudot code

	V	IV	I	II	III	V	IV	I	II	III	
A	/	●				●	●	-.	●	●	
E	2					●	●	X%	●	●	
Y	3					●	●	S%	●	●	
Z	●					●	●	Z:	●	●	
U	4					●	●	W?	●	●	
O	5					●	●	T	●	●	
V	●					●	●	U	●	●	
J	6					●	●	Z:	●	●	
K	●					●	●	£.	●	●	
M	●					●	●	Erasure	●	●	
F	●					●	●	Figure Blank	●	●	
C	9					●	●	Letter Blank	●	●	
D	0					●	●				
B	8					●	●				
H	1					●	●				
F	9					●	●				
C	0					●	●				
D	0					●	●				



*Ex.: codificação de texto em relevo,
código Braille com 6-bits*

- Baudot, Braille,

Alfabeto Braille

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
.	:
k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
.
u	v	x	y	z	ç	é	á	è	ú
.
â	ê	í	ô	û	à	í	ü	ó	w
.
í	ó	ã	sinal numérico		grifo maiúscula caixa alta		.	.	.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

AJProença, Sistemas de Computação,

*Ex.: codificação universal de texto,
UTF-8 no Unicode*

- Baudot, Braille, ASCII, Unicode, (UTF-8)

binary	hex	decimal	notes
00000000-01111111	00-7F	0-127	US-ASCII (single byte)
10000000-10111111	80-BF	128-191	Second, third, or fourth byte of a multi-byte sequence
11000000-11000001	C0-C1	192-193	Overlong encoding: start of a 2-byte sequence, but code point ≤ 127
11000010-11011111	C2-DF	194-223	Start of 2-byte sequence
11100000-11101111	E0-EF	224-239	Start of 3-byte sequence
11110000-11110100	F0-F4	240-244	Start of 4-byte sequence
11110101-11110111	F5-F7	245-247	Restricted by RFC 3629: start of 4-byte sequence for codepoint above 10FFFF
11111000-11111011	F8-FB	248-251	Restricted by RFC 3629: start of 5-byte sequence
11111100-11111101	FC-FD	252-253	Restricted by RFC 3629: start of 6-byte sequence
11111110-11111111	FE-FF	254-255	Invalid: not defined by original UTF-8 specification

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

19

*Ex.: representação de texto
com ASCII (7 bits)*

Tabela ASCII 7 bits

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1 DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2 SP	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	
3 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4 @	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5 P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	
6 `	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7 p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL

H	e	l	l	o	w	o	r	l	d	!	
48	65	6c	6c	6f	20	77	6f	72	6c	64	21

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

18

*Representação da informação
num computador (1)*

Como se representa a informação?

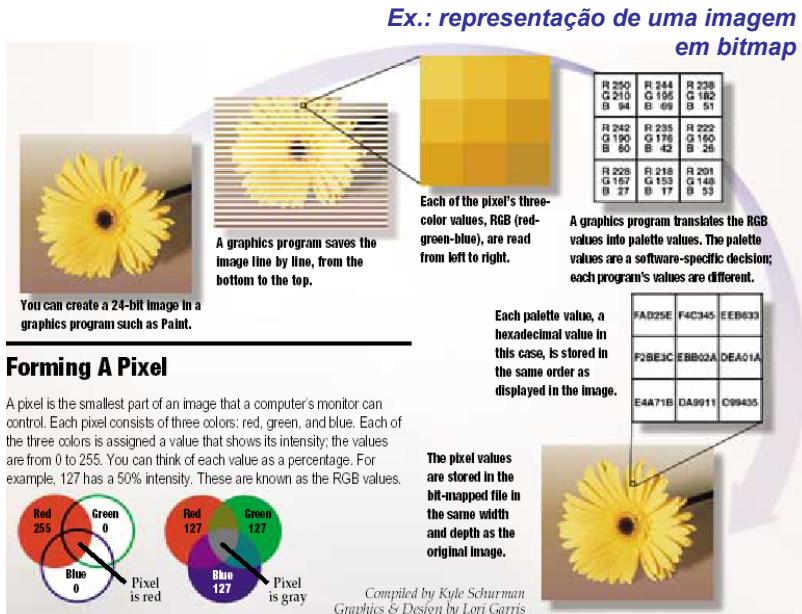
- com binary digits! (ver sistemas de numeração...)

Tipos de informação a representar:

- números (para cálculo)
 - » inteiros: S+M, Compl. p/ 1, Compl. p/ 2, Excesso
 - » reais (fp): norma IEEE 754
- textos (caracteres alfanuméricos)
 - » Baudot, Braille, ASCII, Unicode, ...
- conteúdos multimédia
 - » imagens fixas: BMP, JPEG, GIF, PNG, ...
 - » audio-visuais: AVI, MPEG/MP3, ...
- código para execução no computador

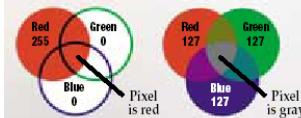
AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

20



Forming A Pixel

A pixel is the smallest part of an image that a computer's monitor can control. Each pixel consists of three colors: red, green, and blue. Each of the three colors is assigned a value that shows its intensity; the values are from 0 to 255. You can think of each value as a percentage. For example, 127 has a 50% intensity. These are known as the RGB values.



Ex.: representação de código para execução num PC

```
int x = x+y;
```

```
addl 8(%ebp), %eax
```

Idêntico à expressão
 $x = x + y$

```
0x401046: 03 45 08
```

- Código numa linguagem de programação
 - somar 2 inteiros
- Código numa linguagem mais próxima do processador
 - somar 2 inteiros (de 4-bytes)
 - operando:
 - x: no registo eax
 - y: na memória em [(ebp)+8]
- Código “objecto” (em hexadecimal)
 - instrução com 3-bytes
 - na memória em 0x401046

Como se representa a informação?

- com **binary digits!** (ver sistemas de numeração...)

Tipos de informação a representar:

- números (para cálculo)
 - » inteiros: S+M, Compl. p/ 1, Compl. p/ 2, Excesso
 - » reais (fp): norma IEEE 754
- textos (caracteres alfanuméricos)
 - » Baudot, Braille, ASCII, Unicode, ...
- conteúdos multimédia
 - » imagens fixas: BMP, JPEG, GIF, PNG, ...
 - » audio-visuais: AVI, MPEG/MP3, ...
- código para execução no computador
 - » noção de instruction set

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

22

Caracterização dos ficheiros com documentos electrónicos (1)



Elementos num documento electrónico:

- **texto codificado** (ASCII, Unicode, ...)
- **especificação de formatação** (margens, estilos, ...)
- **tabelas e gráficos** (directas, importadas, ligadas, ...)
- **audiovisuais**
 - desenhos e imagens
 - sons
 - vídeos
 - ...

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

24

Tipos de ficheiros de acordo com o conteúdo:

- apenas texto
 - tipo de ficheiro: ***.txt**
 - formato do ficheiro: puro texto codificado em ASCII, Unicode, ...
 - aplicação para o manusear/editar: editor de texto (NotePad, ...)
- texto, mas com especificações para formatação
 - tipos de ficheiro:
 - Rich Text Format (***.rtf**), proprietário (Microsoft)
 - Hyper-Text Markup Language (***.html**), standard
 - formato do ficheiro: puro texto codificado em ASCII
 - aplicações para o manusear/editar: processador de texto (Word, ...), editor de páginas Web (FrontPage, ...)
- texto e imagens, apenas imagens ...

Página da disciplina em HTML:

- interpretada pelo browser

The screenshot shows a web browser window with the URL pcd.dl.uminho.pt/mestrado/dossier.html. The page title is "Sistemas de Computação". It features the University of Minho logo and a banner image of a classical building. The main content area contains text about the Mestrado Integrado em Informática (1º ano 2015/2016) and the responsible professor, AJProenca. Navigation links include "Avisos", "Equipa docente", "Objetivos", "Resultados de aprendizagem", "Programa", "Bibliografia", "Pluricurricular", "Notas de apoio", "Sumários", "Análise", and "Autoavaliação". A footer note indicates the page was last modified on 11 Feb 2016.

Tipos de ficheiros de acordo com o conteúdo (cont.):

- texto e imagens com codificação binária proprietária
 - exemplos de tipos de ficheiro:
 - documentos Microsoft Word/Excel (***.doc / *.xls**)
 - documentos/slides Microsoft PowerPoint (***.ppt / *.pps**)
 - documentos Acrobat (***.pdf**)
- apenas imagens com codificação específica
 - exemplos de tipos de ficheiro / aplicações:
 - desenhos esquemáticos: qualquer aplicação de Office
 - gráficos a partir de tabelas: em folhas de cálculo (Excel, ...)
 - desenhos em formato vectorial (FreeHand, AutoCad, ...)
 - desenhos orientados ao pixel (CorelDraw, Photoshop, ...)

Exemplos de documentos...

Página da disciplina em HTML:

- interpretada pelo browser

The screenshot shows a web browser window with the URL pcd.dl.uminho.pt/mestrado/dossier.html. The page title is "Sistemas de Computação". It features the University of Minho logo and a banner image of a classical building. The main content area contains text about the Mestrado Integrado em Informática (1º ano 2015/2016) and the responsible professor, AJProenca. Navigation links include "Avisos", "Equipa docente", "Objetivos", "Resultados de aprendizagem", "Programa", "Bibliografia", "Pluricurricular", "Notas de apoio", "Sumários", "Análise", and "Autoavaliação". A footer note indicates the page was last modified on 06 Feb 2017.

The screenshot shows a web browser window with the URL pcd.dl.uminho.pt/mestrado/dossier.html. The page title is "Sistemas de Computação". It features the University of Minho logo and a banner image of a classical building. The main content area contains text about the Mestrado Integrado em Informática (1º ano 2015/2016) and the responsible professor, AJProenca. Navigation links include "Avisos", "Equipa docente", "Objetivos", "Resultados de aprendizagem", "Programa", "Bibliografia", "Pluricurricular", "Notas de apoio", "Sumários", "Análise", and "Autoavaliação". A footer note indicates the page was last modified on 06 Feb 2017.

Caracterização dos ficheiros com documentos electrónicos (Ex. 1)

Página da disciplina em HTML:

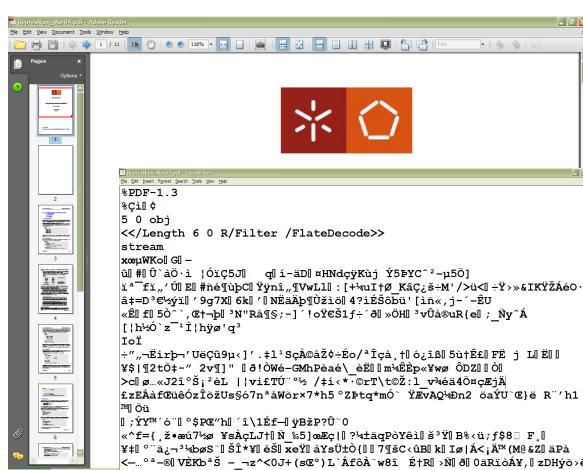
- interpretada pelo *browser*

AJProençá, Sistemas

Caracterização dos ficheiros com documentos electrónicos (Ex. 2)

Ficheiro com Notas de Estudo em PDF:

- visualizada com Acrobat Reader
 - visualizada por um editor de texto



The screenshot shows a PDF document in Adobe Reader. A large rectangular area in the center of the page has been redacted with a solid red color. The rest of the page contains standard text and a logo.

```
%PDF-1.3
%>[REDACTED]
5 0 obj
<</Length 6 0 R/Filter /FlateDecode>>
stream
xmpWkOko {G=-
[REDACTED]
5 0 obj
<</Length 6 0 R/Filter /FlateDecode>>
stream
xmpWkOko {G=-
[REDACTED]
```

Caracterização dos ficheiros com documentos electrónicos (Ex. 2)

Ficheiro com Notas de Estudo em PDF:

- visualizada com Acrobat Reader

AIProenca - Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17

A screenshot of Microsoft Word showing a presentation slide. The slide has a dark blue header bar with the Microsoft Word logo and a title bar. The main content area contains a red square with a white stylized sun-like symbol, an orange square with a white pentagon symbol, and the text "Universidade do Minho" and "Departamento de Informática". Below this is the title "Representação Binária de Números" and the subtitle "Notas de estudo". At the bottom right is the author information "Alberto José Proença" and the date "01-Mar-04". On the left, there is a vertical navigation pane showing a list of slides numbered 1 through 8, each with a thumbnail preview. The status bar at the bottom shows file names like "Universidade do Minho.ppt", "Microsoft Word", and "Word - Last".

AJProenca, Sistemas de Computação, UMinho, 2016/17