

# Sistemas de Computação

## Mestr. Integr. Eng<sup>a</sup>. Informática

1º ano  
2015/16

### Equipa docente:

Alberto Proença, Luís Paulo Santos, João Luís Sobral, André Pereira

AJProença, Sistemas de Computação, UMinho, 2015/16

1



### Sistemas de Computação

Mestr. Integr. Eng<sup>a</sup>. Informática, 1º ano  
2015/2016  
Docente responsável: A.J.Proença



[Direitos de Autor & Copyright](#)

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

(2014/2015)

Última Modificação: 05 Fev 2016

departamento de informática

#### Equipa docente

- Docente responsável pela UC e pela lecionação das aulas teóricas e das sessões práticas com os turnos **PL2, PL3, PL4 e PL9** (terça, quarta e quinta):

Alberto José Proença  
email: aproenca <at> di.uminho.pt  
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00

- Docente responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos **PL6 e PL7** (terça):

Luís Paulo Santos  
email: psantos <at> di.uminho.pt  
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00

- Docente responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos **PL5 e PL10** (segunda e quarta):

João Luís Sobral  
email: jls <at> di.uminho.pt  
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00

- Docente convidado responsável pela lecionação das sessões práticas com os turnos **PL1 e PL8** (segunda e quinta):

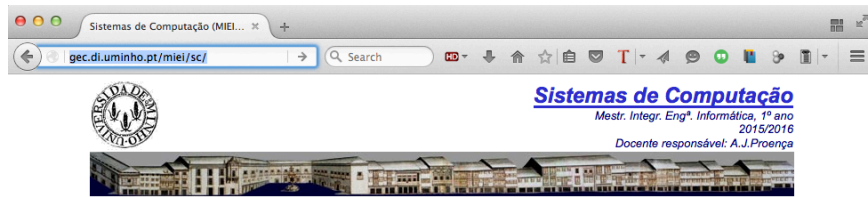
André Pereira  
email: ampereira <at> di.uminho.pt  
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00

departamento de informática

#### Avisos:

- Arranque das aulas:** a 1ª aula desta UC será, a título excepcional, na sexta, 12-fev, às 9h00, no Anf. A4 do CP1, em substituição da aula marcada para terça de Carnaval. 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 LEI/SC. (05-fev-16)
- Ordem de colocação de avisos:** os avisos vão sendo "empilhados" cronologicamente, i.e., os avisos mais recentes encontram-se no topo. (05-fev-16)
- 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 sexta 12-fev-16, às 14h30; 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). Cada estudante só deverá inscrever-se a um turno; caso se engane deverá reportar o sucedido de imediato à equipa docente (por email); caso não o faça, a sua inscrição será removida de todos os turnos em que se inscrever. Para não perder o direito ao turno em que se inscreve, não se poderá faltar mais de 3 vezes a sessões práticas; quando isso acontecer, o docente poderá transferi-lo/a para um turno menos preenchido. (05-fev-16)

| Semana          | Teórica   | Prática e Laboratorial  | TPC                          | Aval                   |
|-----------------|---|---|------------------------------|------------------------|
| 1<br>08-fev-16  | 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 instruction set). |   |                              |                        |
| 2<br>15-fev-16  | Organização de um computador (CPU, memória, I/O, barramentos). Execução de programas num computador: níveis de abstração e mecanismos de conversão.   | Sistemas de numeração e conversão de bases. Representação binária de inteiros positivos e negativos. Exercícios de treino.  | TPC1 ->                      |                        |
| 3<br>22-fev-16  | Execução de instruções num computador. Análise do nível ISA: operações/operandos, registos, acesso a dados.   | Representação binária de inteiros positivos e negativos (cont.). Discussão do TPC1.   | TPC2 ->                      |                        |
| 4<br>29-fev-16  | Análise do nível ISA (cont.): tipos e formatos de instruções, instruções de I/O, ordenação de bytes.  | Discussão do TPC2. Representação de valores reais em vírgula flutuante. Norma IEEE 754. Exercícios de treino.   | TPC3 ->                      |                        |
| 5<br>07-mar-16  | Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux: modelo de programação, operações e acesso a operandos.  | Discussão do TPC3. Exercícios exemplo para preparação do TPC4.  | TPC4 -><br>Guião-1 ->        |                        |
| 6<br>14-mar-16  | Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux (cont.): controlo do fluxo de execução de instruções, suporte e estruturas de controlo.  | "CPU-Mem ao Vivo": ilustração da execução de instruções num computador  |                              |                        |
| 21-mar-16       | Férias da Páscoa  | Férias da Páscoa  |                              |                        |
| 7<br>28-mar-16  | Arquiteturas CISC e RISC. Introdução à otimização de desempenho no hardware: pipeline, superscalaridade, 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. Nota: Como não há aulas na seg (28-mar, Páscoa) haverá uma aula de compensação com data a definir | TPC5 -><br>Guião-2 ->        |                        |
| 8<br>04-abr-16  | Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux (cont.): suporte à invocação/regresso de funções.  | Análise dos níveis de abstração em ambiente laboratorial em Linux/IA32 (gcc, hexdump, gdb).   | TPC6 ->                      |                        |
| 9<br>11-abr-16  | Análise comparativa de dois ISA's: IA-32 (CISC) e MIPS (RISC)   | Análise de código com operações e acessos a operandos. Exercícios de treino.  | TPC7 -><br>Ensaio Guião-3 -> | Teste (quarta à tarde) |
| 10<br>18-abr-16 | Análise detalhada do nível ISA do IA-32 em Linux: acesso e manipulação de dados estruturados.   | Análise laboratorial de código com estruturas simples de controlo. Exercícios de treino.  | TPC8 -><br>Guião-4 ->        |                        |
| 11<br>25-abr-16 | Análise e avaliação de desempenho na execução de programas: objetivos e metodologias; técnicas de otimização independentes da máquina.  | Nota: Como seg (25-abr) é feriado, não haverá aulas práticas esta semana para compensar e equilibrar as turnos  |                              |                        |
| 12<br>02-mai-16 | Análise e avaliação de desempenho na execução de programas (cont.): fatores na arquitetura com impacto no desempenho; técnicas de otimização dependentes da processador.  | Análise laboratorial de código com estruturas de controlo. Exercícios de treino   | TPC9 -><br>Guião-5 ->        |                        |
| 13<br>09-mai-16 | Semana do Enterro da Gata   | Semana do Enterro da Gata   |                              |                        |



## Sumários

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

Última Modificação: 11 Feb 2016

[Avisos](#) | [Equipa docente](#) | [Objectivos](#) | [Resultados da aprendizagem](#) | [Programa](#) | [Bibliografia](#) | [Planificação](#) | [Notas de apoio](#) | [Sumários](#) | [Avaliação](#) | [Autoavaliação](#)  
(2014/2015)

Última Modificação: 05 Feb 2016

departamento de informática

### Avisos:

- Arranque das aulas:** a 1ª aula desta UC será, a título excepcional, na sexta, 12-fev, às 9h00, no Anf. A4 do CP1, em substituição da aula marcada para terça de Carnaval. 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 LEI/SC. (05-fev-16)
- Ordem de colocação de avisos:** os avisos vão sendo "empilhados" cronologicamente, i.e., os avisos mais recentes encontram-se no topo. (05-fev-16)
- 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 sexta 12-fev-16, às 14h30; 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 neste método, senão sofrerão uma **penalização na classificação final** (ver em baixo). Cada estudante só deverá inscrever-se a um turno; caso se engane deverá reportar o sucedido de imediato à equipa docente (por *email*); caso não o faça, a sua inscrição será removida de todos os turnos em que se inscrever. Para não perder o direito ao turno em que se inscreve, não se poderá faltar mais de 3 vezes a sessões práticas; quando isso acontecer, o docente poderá transferi-lo/a para um turno menos preenchido. (05-fev-16)

### 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 objectivo 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 objectivo 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 compreende 2 **componentes** principais:

- uma **avaliação** das **capacidades cognitivas** e das **aptidões intelectuais** realizada através de uma **prova escrita**, realizada no fim 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 13-abril, 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 guiões 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\_modobA = (15%\*Particip + 85%\*Prova\_escrita)**

**Classif\_final\_modobB = Prova\_escrita**

[Topo..](#)

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 cinzento. Sempre que haja documentação a disponibilizar pertinente para uma sessão que ainda não decorreu, essa indicação deixa de estar a cinzento.

**Nota 2:** As referências nos sumários a textos de consulta estão abreviadas para **St** (livro/resumo de Stallings, 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 respectivo 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/miel/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-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



### 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: 9h00; fim: 10h45
- durante as aulas T: *laptops/tablets/iPads...* desligados
- avaliação de conhecimentos: só nas datas definidas; no resto do tempo, todas as intervenções não influenciam a classificação

## Questões?

Mestr. Integr. Eng<sup>a</sup>. Informática

1º ano  
2015/16  
A.J.Proença

**Tema**  
**Introdução aos Sistemas de Computação**

**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

*Noção de computador (1)*

*Noção de computador (2)*

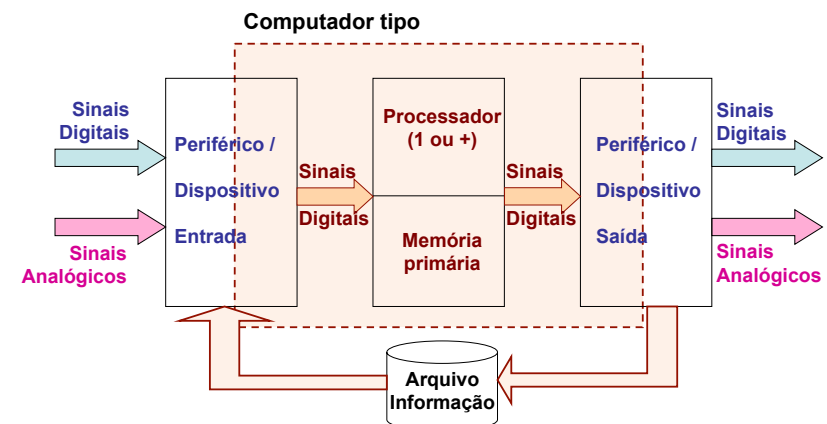
**Um computador é um sistema físico que:**

- 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 ?



- 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...)



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 posicionais**. O nome "dígito" vem do facto de os 9 dígitos (do **latim** *digitum*, "dedo") das mãos corresponderem aos 10 símbolos do sistema de numeração comum de **base 10**, isto é, o decimal (digestivo do latim antigo *decoração*, 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, o 0 (zero) e o 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

**1532.54**<sub>10</sub> (base 10)

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

**1532**<sub>6</sub> (base 6)

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

**1532**<sub>13</sub> (base 13)

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

**110110.011**<sub>2</sub> (base 2)

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





## 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

You can create a 24-bit image in a graphics program such as Paint.

A graphics program saves the image line by line, from the bottom to the top.

Each of the pixel's three-color values, RGB (red-green-blue), are read from left to right.

A graphics program translates the RGB values into palette values. The palette values are a software-specific decision; each program's values are different.

Each palette value, a hexadecimal value in this case, is stored in the same order as displayed in the image.

The pixel values are stored in the bit-mapped file in the same width and depth as the original image.

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.

Compiled by Kyle Schurman  
Graphics & Design by Lori Garris

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| R 250 | R 244 | R 238 |
| G 210 | G 198 | G 182 |
| B 94  | B 69  | B 51  |
| R 242 | R 235 | R 222 |
| G 190 | G 176 | G 160 |
| B 60  | B 42  | B 26  |
| R 228 | R 218 | R 201 |
| G 167 | G 153 | G 148 |
| B 27  | B 17  | B 13  |

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| FAD25E | F4C345 | EEB633 |
| F2BE3C | EBB62A | DEA01A |
| E4A71B | DA9911 | C99435 |



## 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*



```
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)
  - operandos:
    - x: no registo `eax`
    - y: na memória em `[(ebp)+8]`
- Código “objecto” (em hexadecimal)
  - instrução com 3-bytes
  - na memória em `0x401046`



## 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**
  - ...



## 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 ...**



## 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*

Sistemas de Computação  
Mestr. Integr. Eng. Informática, 1º ano  
2015/2016  
Docente responsável: A.J. Proença

Direitos de Autor & Copyright  
Avisos | Equipa docente | Objectivos | Resultados de aprendizagem | Programa | Bibliografia | Planificação | Notas de aula | Sumários | Avaliação | Autoavaliação  
(2014/2015)  
Última Modificação: 11 Fev 2016

departamento de informática

Equipa docente

- Docente responsável pela UC e pela leccionação das aulas teóricas e das sessões práticas com os turnos PL2, PL3, PL4 e PL9 (terça, quarta e quinta):  
Alberto José Proença  
email: ajproenca@is-ii.uminho.pt  
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00
- Docente responsável pela leccionação das sessões práticas com os turnos PL6 e PL7 (terça):  
Luís Paulo Santos  
email: psantos@is-ii.uminho.pt  
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00
- Docente responsável pela leccionação das sessões práticas com os turnos PL5 e PL10 (segunda e quarta):  
João Luís Sobral  
email: jls@is-ii.uminho.pt  
Horário de atendimento: Sexta 15:00 - 17:00
- Docente convidado responsável pela leccionação das sessões práticas com os turnos PL1 e PL8 (segunda e quinta):  
André Pereira  
email: amperreira@is-ii.uminho.pt  
Horário de atendimento: Quarta 14:00 - 16:00

