



**Universidade do Minho**

**Escola de Engenharia**

Departamento de Produção e Sistemas

Licenciatura em Engenharia Informática

Elementos de Engenharia de Sistemas

## **Projeto de Simulação**

**“Nome do projeto”**

***(AUTOR 1***

***AUTOR 2***

***AUTOR 3***

***AUTOR 4)***

Luís Dias, Bruno Gonçalves e Telmo Pinto

Braga, Outubro de 2014

## Resumo

Este documento contém instruções para a redação de relatórios e enunciados para o projeto de simulação.

Sugere-se um formato de página específico para facilitar a leitura no ecrã do computador.

Incluem-se algumas instruções simples, mas muito eficazes, para melhorar a qualidade de trabalho no editor de texto MS-Word.

Enumeram-se os tópicos a abordar no relatório.

Termina-se com as instruções de entrega, via eletrónica.

## Índice (em duas ou uma colunas)

### Resumo ..... 2

### 1 Relatório ..... 4

1.1.. Modelo e formatações ..... 4

1.2.. Conceitos “chave” de MS-Word ..... 4

1.3.. Colocação de Figuras ..... 5

1.4.. Orientações para o conteúdo ..... 6

### 2 Instruções para entrega ..... 7

### 3 Enunciados de Projetos ..... 8

3.1.. Lavandaria ..... 9

3.2.. Aeroporto ..... 10

3.3.. Hipermercado ..... 11

3.4.. Pizzaria ..... 12

3.5.. Posto do Pedal ..... 13

3.6.. Cantina ..... 14

3.7.. Cervejaria – Controlo do Stock de Cerveja ..... 15

3.8.. CDE - Compactação Dermo-Estática, S.A ..... 16

## Figuras

Figura 1 Energia *in loco* ..... 5

Figura 2 Energia Química ..... 5

Figura 3 Leitura "página a página" no PDF reader ..... 7

# 1 Relatório

Para a elaboração do relatório devem respeitar as instruções seguintes.

## 1.1 Modelo e formatações

Devem utilizar este modelo, documento do MS-Word (ou utilizar outro editor, desde que produzam um resultado idêntico, em pdf). A melhor forma será escrever diretamente neste documento.

Este Documento está no formato **A5** paisagem (**landscape**), devendo usar no corpo do relatório **duas colunas** para facilitar a leitura. Podem usar ocasionalmente apenas uma coluna, nomeadamente para colocar screenshots de ecrã completo, selecionando a respetiva região e escolhendo **colunas>uma** (**columns>one**) no friso *Layout*.

Este formato - **A5L**, foi concebido por Luís Dias em 2008, para desmotivar a impressão de documentos em papel, favorecendo a leitura no computador, especialmente através do PDF correspondente (em *full screen*).

Para facilitar a edição, no MS-Word, durante a escrita do relatório, sugere-se a utilização de uma forma alternativa

de ver o documento: view > **Web Layout**, reservando a utilização de **Print Layout**, para a formatação final.

Na primeira página (folha de rosto) devem constar os nomes e números mecanográficos dos autores (todos os elementos da equipa de trabalho). Atualizar também o cabeçalho do documento com os vossos dados.

## 1.2 Conceitos “chave” de MS-Word

Nos documentos Word devem usar, para os títulos, os **Estilos: Título 1 a Título 3** (ou *Heading* em inglês) e o estilo **texto** para o corpo do texto (definido neste documento).

Usando os estilos de título, a geração/atualização do **índice**, é automática. (em Referências»Índice).

Para garantir que determinado **texto** fica **junto** na mesma página, nunca devem inserir várias linhas em branco. Para isso, selecionem o texto que pretendem manter junto e ativem as propriedades necessárias (em Base » Parágrafo » Quebras de Linha e de Página » {Manter com o seguinte + manter linhas juntas}).

Devem usar legendas automáticas para as **figuras** (em Referências » Legendas » Inserir Legenda » Nome:Figura). Dessa forma podem fazer **referência automática** às

mesmas no corpo do texto (em Referências » Legendas » Referência Cruzada » Tipo de referência:Figura). Adicionalmente e sem esforço extra o Word produz o **Índice das figuras**, no local onde estiver o cursor (em Referências » Legendas » Inserir índice de ilustrações).

### 1.3 Colocação de Figuras

Nesta secção incluem-se duas imagens, que nada estando relacionadas com o trabalho, servem apenas para ilustrar o uso e referência de figuras. A

Figura 1, em que não se faz referência à fonte da mesma, e a Figura 2 ([olhares.aeiou.pt/ta\\_na\\_hora\\_foto2956490.html](http://olhares.aeiou.pt/ta_na_hora_foto2956490.html)), que está aqui referida e indicada a sua fonte.



**Figura 1 Energia *inloco***



**Figura 2 Energia Química**

## 1.4 Orientações para o conteúdo

Na introdução e conclusão não se deve falar da unidade curricular, mas sim, apenas do projeto em causa que está a ser documentado. É um hábito comum utilizar esse espaço “nobre” para fazer autoavaliação ou comentários sobre a unidade curricular. Se o desejarem, esses comentários serão bem-vindos, e podem fazê-lo numa secção (estilo *Título 2*), dentro do capítulo das conclusões com o nome “observações (ou comentários) da equipa”.

Sugere-se que o relatório contenha o seguinte:

**Folha de Rosto** (incluindo: Título, Nomes e Nºs dos Autores, Nº da equipa, Contexto (Universidade, Unidade Curricular, docente(s)/Orientadores).

**Resumo** (Falar abreviadamente do trabalho, sem esquecer o essencial. *Note-se que a maioria dos leitores lê apenas o Resumo e Conclusões!*)

**Índice, Introdução** (incluir enunciado/objetivos, redigidos pela própria equipa)

Resolução na ferramenta de simulação (com *screenshots* do modelo, legíveis sempre que possível), cingindo a explicação a detalhes que considerem relevantes.

Análise do **desempenho** (balanceamento – vários cenários/opções, com indicação dos recursos e desempenho para cada caso)

**Conclusões** (Em que poderão indicar qual o melhor cenário, com a quantidade de recursos que consideram adequada para o melhor desempenho do vosso sistema, e o que vos leva a tirar essa conclusão). As conclusões são um capítulo essencial de qualquer trabalho devendo conter apenas texto que seja relevante para o “cliente” do projeto. Se, por hipótese, o texto for também adequado para outro projeto então, provavelmente, não deve ser incluído por ser demasiado genérico.

No **Cabeçalho**, incluir Autores ou Número da equipa.

No final do relatório. **Identificação** dos autores [com fotos], emails (e resumos biográficos, com data e local de nascimento, escola(s) por onde passou, e atuais áreas de interesse).

Cada equipa deve indicar claramente as opções tomadas, principalmente no caso de terem alterado algumas das características iniciais do enunciado.

## 2 Instruções para entrega

O projeto será entregue via plataforma de e-learning, num ficheiro compactado do tipo **ZIP**(e não outro), com o seguinte **nome**:

`SIM_Nome_do_Projeto_EXX_@AAMMDD.ZIP`

Em que:

**XX** é o número da Equipa (ou o Nº Mecanográfico de um autor);

**AA** = Ano; **MM** = Mês; **DD**=Dia

Colocar dentro do **ZIP**:

**1** – Este relatório em **PDF**. (para produzir o ficheiro pdf pode fazê-lo no Word em “Guardar Como”, escolhendo pdf. É provável, que ao produzir o PDF, o WORD alerte que há elementos fora da área de impressão, uma vez que este layout contém margens muito reduzidas, mas, em princípio, nada fica cortado no PDF). *Nota: Posteriormente, no pdf reader, para melhor ler os documentos pdf no formato A5L, deverá visualizar uma página de cada vez, pressionando o botão ilustrado na Figura 3. Sugere-se ler em “Full Screen” pressionando **Ctrl+L**.*

**2** – O Ficheiro com o modelo de Simulação (**apenas o ficheiro com a extensão .DOE, os outros são redundantes**)

**3** – **Opcionalmente** podem produzir um **mini-filme**, da execução do Arena. Sugere-se Flash ou AVI. Deverá ser inferior a 2 minutos e a 10MB. Exemplos de programas de captura de vídeo: [www.camstudio.org](http://www.camstudio.org) e [www.fraps.com](http://www.fraps.com). O video deve ser colocado no Youtube (ou afim) e colocado um link no relatório para o mesmo. Marque o video com tags como “simulação”, “simulation”, “engenharia de sistemas”, “systems engineering”, “arena”, “university of minho”, “universidade do minho”, ...



Figura 3 Leitura "página a página" no PDF reader

### 3 Enunciados de Projetos

Todos os pressupostos considerados na modelação do sistema (ex.: tipo de distribuições utilizadas e respectivos parâmetros) deverão ser claramente indicados e, se possível, justificados no relatório.

O não respeitar do prazo de entrega implicará necessariamente uma penalização que será progressivamente maior, proporcionalmente ao atraso na entrega.



### 3.1 Lavandaria

Pretende-se simular o funcionamento de uma Lavandaria, utilizando para a implementação, O ARENA

Vamos considerar uma Lavandaria em que os clientes fazem entregas em sacos com várias peças de roupa (no máximo cerca de uma dúzia de peças em cada entrega).

Os funcionários fazem a receção da roupa e posteriormente a separação da mesma por três tipos (lavagem a seco; lavagem com água a baixa temperatura; lavagem com água a alta temperatura)

Existe uma máquina para lavagem a seco e uma ou mais para lavagem com água.

A secagem é realizada em máquina de tambor, em sala com desumidificação ou ao ar livre.

Após a secagem, a maioria da roupa é engomada, sendo selecionada peça a peça, independentemente do tipo de lavagem.

Depois de engomada a roupa é acondicionada em cabide individual ou em saco reutilizável.

Os tempos e percentagens serão arbitrados pela equipa de trabalho, que deverá fazer uma pesquisa breve para obter esses valores.

Estude todos os aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema com vista à sua optimização nas condições indicadas (custo mínimo total com os colaboradores, equipamentos e espaço).

*Se conseguirem concluir o projeto atempadamente, podem considerar a hipótese da contratação de um estafeta para recolha e/ou entrega ao domicílio de roupa.*

## 3.2 Aeroporto

Pretendem-se estudar os aspectos relacionados com as chegadas e partidas de aviões de um Aeroporto.

Os aspectos relevantes a incluir no modelo são:

- . Chegadas/Saídas de aviões com uma determinada cadência ao aeroporto
- . Aviões com determinada carga útil (passageiros e bagagens respectivas)
- . Procedimento de check-in e check-out dos passageiros e bagagens
- . Descarga, carga, reabastecimento, assistência, limpeza, etc. do avião depois de imobilizado, depois de um voo e antes do próximo
- . Meios utilizados nos diferentes procedimentos associados a cada voo, i.e., na parte relacionada com os passageiros (e suas bagagens), com as cargas e descargas e finalmente com o avião

Sugere-se que partindo de uma determinada taxa de chegada e partida de aviões ao aeroporto e de um sistema base bem definido, se tente otimizar o mesmo, estudando simultaneamente todos os aspectos relevantes relacionados com o seu normal funcionamento.

Alternativamente ou adicionalmente poder-se-á fazer o estudos do comportamento do sistema para diferentes níveis de solicitação.

### 3.3 Hipermercado

Pretende-se estudar o funcionamento de um hipermercado.

Neste sistema, os clientes vão chegando em diferentes meios de transporte, com diferentes taxas de chegada e em diferente número (ex.: a chegada de um autocarro origina mais clientes que uma chegada individual).

Cada cliente terá um determinado perfil. O perfil de um cliente determina o tipo de serviço/atendimento que ele pretende na sua visita ao hipermercado. Entre as diferentes tarefas / serviços potenciais para cada cliente que visita o hipermercado estão:

- Compra de mercearia / artigos do ramo alimentar
- Compra de artigos de bazar ligeiro
- Compra de artigos de bazar pesado
- Compra de artigos de Electrónica de consumo / Informática
- Compra de artigos de Talho/Charcutaria
- Compra de artigos de Peixaria

- Pedido de esclarecimento sobre produtos á venda
- Solicitação de serviço de atendimento/apoio ao cliente (garantias, reclamações, guarda de objectos, etc.).
- Pagamento das compras (nos diferentes tipos de caixas de saída que poderão existir e estar em funcionamento em determinada altura)

Pretende-se que, além do estudo de todos os aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema com base em pressupostos que deverão ser claramente especificados, se indiquem uma ou mais configurações do mesmo em relação a todos os meios necessários á sua operação, bem como se estude a sua optimização para diferentes níveis de solicitação. Podem ser acrescentadas ao estudo dados relativos ao espaço necessário, layouts de implementação, etc.

### 3.4 Pizzaria

Pretende-se simular o funcionamento de uma Pizzaria, utilizando para a implementação, O Arena

Vamos considerar uma Pizzaria em que os clientes fazem pedidos de pizzas pelo telefone ou pela Internet e recebem as pizzas no domicílio.

O registo de encomendas por telefone é feito por um funcionário.

Existe um forno com uma capacidade para várias pizzas em simultâneo.

Para a entrega existe um conjunto de estafetas, com a respectiva mota, que transporta a pizza até ao cliente e regressa à pizzaria.

Estabeleceram-se objectivos para o tempo médio de entrega das pizzas, que deverá ser inferior a 30\* minutos, desde a recepção do pedido até à chegada ao cliente.

O tempo médio de espera de cada pizza pelo transporte, após cozedura, também não deverá exceder 10\* minutos, para não arrefecer.

\*Os tempos indicados podem ser alterados pelo grupo, desde que justifique.

Estude todos os aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema com vista à sua optimização nas condições indicadas (custo mínimo total com os colaboradores e equipamentos).

*Se conseguirem concluir o programa atempadamente, podem considerar a hipótese de abertura de balcão não pizzaria para satisfazer também entrega local de pizzas.*

### 3.5 Posto do Pedal

Para este trabalho prático, propõe-se a implementação em Arena de uma estação de serviço de apoio ao ciclista. Este sistema consiste na implementação de, pelos menos<sup>1</sup>, os seguintes serviços:

- Mecânico
- Ar (encher pneus)
- Lavagem
- Abastecimento de Combustível (Bebidas energéticas)
- Loja Conveniência (roupas justas coloridas, capacetes furados e afins)
- Reparar pneus furados (tapar buracos)

---

<sup>1</sup> Aqui a equipa que implementa o projeto poderá imaginar e representar outros serviços que deverão estar disponíveis neste tipo de negócio “visionário”.

#### Entidades

- BTT (Bicicletas Todo o Terreno)
- BDC (Bicicletas De Corrida)

Cada ciclista tem atributos que determinam a quantidade de combustível que necessita.

#### Funcionários

- Caixas
- Mecânicos
- Lavadores

#### Recursos

- Maquinas de vending de bebidas energéticas
- Oficina
- Máquina Lavagem
- Máquina de Ar
- Caixas de Pagamento

### 3.6 Cantina

Pretendem-se estudar os aspectos relacionados com o funcionamento do serviço de refeições de uma cantina (Fábrica de refeições confeccionadas, para consumo nas próprias instalações).

Este estudo incide apenas sobre a secção de distribuição de refeições, a face visível do sistema do ponto de vista do cliente da cantina.

Deverá considerar-se a aquisição de senhas, recolha individualizada de cada elemento da refeição, desde o tabuleiro ao guardanapo, passando obviamente pelo prato principal.

Pode tomar-se como referência a cantina de Gualtar da UM. Deverá fazer parte deste projecto uma breve visita à referida cantina, com recolha de alguns tempos esporádicos, apenas para poder utilizar valores não muito afastados dos reais.

Nessa cantina, apenas uma parte dos cliente adquire senha antes da refeição. A refeição é constituída essencialmente pelos seguintes elementos: Tabuleiro; Talheres; Pão; Sobremesa; Bebida; Prato Principal; Guardanapo. A sequência da recolha deve ser observada nas instalações.

Após a recolha da refeição, o cliente entrega a senha para ter acesso à sala onde consumirá essa refeição. No final entrega o tabuleiro, antes de se ausentar da sala.

O sistema é composto por duas réplicas do procedimento acima descrito, usualmente designadas por “rampas”.

Sugere-se que partindo de uma determinada taxa de chegada de clientes à cantina e de um sistema base bem definido, se tente otimizar o mesmo, estudando simultaneamente todos os aspectos relevantes relacionados com o seu normal funcionamento.

### 3.7 Cervejaria – Controlo do Stock de Cerveja

Pretende-se simular o funcionamento de uma Cervejaria, utilizando para a implementação, O Arena.

Vamos considerar uma Cervejaria em que os clientes chegam, esperam até ser servidos, bebem uma cerveja, e fazem o respectivo pagamento.

Considere-se um stock inicial de cervejas.

Sempre que o stock atingir um nível mínimo, o funcionário deverá encomendar uma quantidade fixa de cervejas (múltiplo de 24), que será entregue após 3 a 7 dias.

Cada encomenda deve considerar um custo associado ( $x$ ).

O custo de posse de stock ( $y$ ), considerando custos financeiros, espaço e refrigeração, deverá ser de um cêntimo por cerveja por dia.

Quando um cliente chegar e não houver cervejas em stock, devemos considerar um prejuízo fixo ( $z$ )\*.

Determine a quantidade a encomendar de cada vez, de forma a minimizar os custos operacionais. Estude todos os aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema com vista à sua optimização nas condições indicadas, justificando também o número de empregados sugeridos.

\*Em alternativa ao custo fixo pela não satisfação de um cliente, podemos penalizar a função de chegada de clientes, usando uma variável para o efeito. Por exemplo, considerando o tempo médio entre chegadas =  $t$ . Pode aumentar-se  $t$  em 0.01, quando um cliente não é satisfeito e reduzir  $t$  em 0.0001, quando um cliente é satisfeito (até atingir um limite mínimo de  $t$ ).

### 3.8 CDE - Compactação Dermo-Estática, S.A

Uma conhecida rede de Clínicas de esteticismo e beleza – CDE – pretende instalar-se em Portugal.

Para o efeito, encomendou ao prestigiado e imparcial DPS/UM, um estudo c/ a dupla vertente de auxiliar na localização e no dimensionamento do investimento a realizar.

Em concreto, na região do Minho pretende fazer-se um estudo que permita decidir sobre a localização mais adequada para o investimento (Braga ou Guimarães), bem como o tipo e quantidade dos recursos a afectar em cada alternativa, por forma a fornecer um nível de serviço que se equipare ao elevado prestígio e forte imagem de marca do grupo. Por outro lado este estudo deverá igualmente fornecer dados relativos ao retorno do investimento.

Além de se conhecerem alguns dados relevantes que deverão ser utilizados para melhor caracterizar a população autóctone em cada local avaliado (ver Tabela 1), sabe-se igualmente que na perspectiva de atrair este investimento, cada edil está disponível para, através de subsídios à exploração, apoiar o investimento necessário.

| Local/Item | Clientes <sup>2</sup> | F1000H <sup>3</sup> | Apoio da Câmara Municipal <sup>4</sup> |
|------------|-----------------------|---------------------|--|
| Guimarães  | 30/dia                | 20                  | 15.0%                                  |
| Braga      | 50/dia                | 10                  | 12.5%                                  |

**Tabela 1 - Dados de Cada Local**

Em relação ao tipo de funcionamento da clínica, sabe-se que apenas disponibiliza alguns tipos de tratamento (ver Tabela 2 - caracterização de cada tratamento), nomeadamente:

- ❖ LCTA – Lipo-Chupagem Turbo Assistida
- ❖ MTT – Massagem Tailandesa com corrente Trifásica.
- ❖ GTTM – Ginástica Tipo Tortura Medieval
- ❖ MI5/95 – Musculação Instantânea, c/ 5% de esforço e 95% de Esteróides Anabolizantes.

---

<sup>2</sup> Através de um estudo preliminar determinou-se que este número de clientes frequentará diariamente o estabelecimento, admitindo-se repetições

<sup>3</sup> F1000H = Índice de Ferraris por 1000 Habitantes

<sup>4</sup> Percentagem do investimento total



- ❖ TBGM – Transplante de Bochechas Geneticamente Manipuladas (obtidas por clonagem) com vista à sua optimização nas condições indicadas, se indique o local que deve ser escolhido e em que condições, bem como outras informações relevantes

| Tratamento / Item | Custo de Cada Equipamento | Utilizações Simultâneas de cada equipamento | Custo Mínimo / Tratamento | Incremento Admissível | Duração Mínima (h) | Duração Máxima (h) |
|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| <b>LCTA</b>       | 24.939,89 €               | 2   | 748,20 €                  | 374,10 €              | 3                  | 5                  |
| <b>MTT</b>        | 7.481,97 €                | 1   | 99,76 €                   | 24,94 €               | 1                  | 1,5                |
| <b>GTTM</b>       | 49.879,79 €               | 5   | 24,94 €                   | 12,47 €               | 2,5                | 3                  |
| <b>MI5/95</b>     | 4.987,98 €                | 1   | 149,64 €                  | 37,41 €               | 0,5                | 1                  |
| <b>TBGM</b>       | 62.349,74 €               | 1   | 2.493,99 €                | 997,60 €              | 8                  | 12                 |

**Tabela 2 - Caracterização dos Tratamentos Disponíveis**

Além disso, pelos estudos realizados, admite-se que o universo dos clientes se incluirá nos seguintes perfis:

relativas ao investimento, como a previsão de *break-even* e estimativas de lucros de exploração.

- ❖ Perfil 1 (20% dos casos) – os que realizam todos os tratamentos.
- ❖ Perfil 2 (50% dos casos) – os que realizam apenas MTT, GTTM e MI5/95.
- ❖ Perfil 3 (restantes) – os que realizam apenas LCTA e TBGM.

Pretende-se que, além do estudo de todos os aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema