**1**

**Introduction**

Improvements in computational power are supporting the birth of new fields such as Machine learning, AI, and data science. The potential for increased productivity and efficiency that these fields can deliver, is allowing technology to break into sectors that have been in the past very reticent to change and progress – 4th Industrial Revolution.

A good example of slow adoption of new technologies is the construction industry, a sector that contributes massively to several pollution indicators such as Air quality, emission of climate change gasses, and Ozone depletion [1].

Over the last two decades talk in the construction industry about new methods and solutions has been increasing, but when compared to other industries, actual implementation of these new methods has been slow. Currently the technology is making its way into the design stage, with technologies such as BIM already widely used (and mandatory in some projects) and with technologies such as Virtual and Augmented Reality and fields of Algorithmic and Computational design rapidly expanding in design practices.

Computational and Algorithmic design have the potential to become the most disruptive change in the design workflow, but currently they work very well in the concept design phase and have reduced value later in the design process as they clash with the often overly conservative design codes that are written in a way that rewards the traditional solutions and leaves little chance for innovative approaches to a design problem.

**1.1. Objectives**

This dissertation assesses the feasibility of implementing these new emerging fields past the concept design phase into the final project. The structural system used to develop this dissertation are high voltage electricity pylons, the choice was made as the design process is simple enough to be developed in the time frame of this present work, when compared to other options, buildings, high rise towers, bridges, etc. Although simple in the design phase the current design norms for such structures are quite strict when it comes to geometry, which provides the main challenge of this thesis, develop an algorithm known to produce organic shapes and make it work according to strict design codes.

If this integration of proves possible, the result will be a software, ready for commercial use, that outputs a final structure, reducing material usage and design time. The engineer’s function will be reduced to the initial input of information and later the detailing of connections in the structure, overall the engineer will be freed to do more creative work.

If the integration is unsuccessful, the present work will at least provide insights about this careful relationship between current design codes and future technology that will be useful in the inevitable future work in this field.

**1.2. Electricity pylons**

The present work is divided in 5 chapters, after this initial introduction to electricity pylons, chapter 2 details the design requirements that this type of structure needs to meet and also details design assumptions that needed to be made to make the development of a program with a high degree of automation.

**1.3. Structure**

The present work is divided in 5 chapters, after this initial introduction to electricity pylons, chapter 2 details the design requirements that this type of structure needs to meet and also details design assumptions that needed to be made to make the development of a program with a high degree of automation.

Chapter 3, starts by giving an overview of what a genetic algorithm is and proceeds to explain the key components present in these types of optimisation solution.

Chapter 4 presents the various components of the software developed in this dissertation, every component is described in detail and with some excerpts of code.

On chapter 5, the results are presented and conclusions attained in the present work are made.

[1]Brown MT, Bardi E. Handbook of energy evaluation. A compendium of data for energy computation issued in a series of folios. Folio #3: Energy of ecosystems. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville; 2001.

**1.2. Regras Principais**

1.2.1. Tipos de Letra e Espaçamentos - segundo nível em Arial 10 pt normal minúsculas pequenas

São admitidos apenas dois tipos de letra: (i) Arial, para títulos, subtítulos, texto em tabelas, legendas de figuras, cabeçalho e números de páginas, com as dimensões indicadas no próprio texto; (ii) Times New Roman 11pt para a generalidade do texto corrente. O espaçamento de linhas é **“Pelo menos” 14pt com espaçamento de 6pt “Depois”**.

Entre o título de Capítulo e o primeiro subtítulo deverão existir duas linhas em branco.

Entre o final de um corpo de texto (dentro de, por exemplo, 1.1. e 1.2. ou 1.2.1. e 1.2.2.) e um novo corpo deverá existir uma linha em branco, exceto entre dois subtítulos sequenciais (como acima, entre 1.2. e 1.2.1. ou abaixo, entre 1.2.3. e 1.2.3.1.). As tabulações estão espaçadas de 1 cm.

1.2.2. Mancha de impressão

As margens de impressão são de **3cm** em cima, em baixo e à esquerda, e **2cm** à direita, devendo as páginas ter **“Margens Simétricas”** para impressão em ambos os lados das folhas. O cabeçalho e rodapé estão a **1,5cm** a partir do limite do papel, tendo o primeiro o Título do Trabalho - Arial 8pt itálico - e o segundo a numeração das páginas - Arial 10pt. A justificação dos cabeçalhos e rodapés será sempre à face exterior da página (direita, nas páginas ímpares, esquerda nas páginas pares).

O texto corrente deverá ser justificado em todas as circunstâncias, exceto no interior de tabelas, em que deverá estar centrado ou justificado a um dos lados, conforme o autor achar mais adequado.

1.2.3. Divisão e Organização do texto

1.2.3.1. Divisão em subcapítulos - terceiro nível em Arial 10 pt normal corrente

A subdivisão do texto dentro de cada capítulo deverá ter, no máximo, 3 níveis (1.1./1.1.1./1.1.1.1.), estando o tipo de letra, tamanho e efeito dos títulos adaptado a essa divisão. Não deverá ser deixado nenhum título isolado no final de página.

1.2.3.2. Organização

Cada **capítulo** (1 / 2 / etc.) deverá iniciar-se em página ímpar. Sugere-se que a escrita do documento seja dividida por ficheiros independentes, indicando qual o número de início da numeração em *Inserir/Números de Página/Formatar/Iniciar em…/Fechar*. Os anexos - se existirem - deverão ter numeração autónoma. Esta divisão por ficheiros deverá ser ainda maior se os elementos gráficos conduzirem a ficheiros muito grandes; recomenda-se que cada ficheiro individual não exceda os 5 Mb.

Na divisão em subcapítulos não deverão surgir situações de apenas um corpo de texto; ou seja, e exemplificando, se surge 1.1.1. terá obrigatoriamente de existir, pelo menos, 1.1.2., senão a especificação de 1.1.1. não faz sentido - o texto ficará subordinado apenas ao primeiro nível 1.1.

**1.3. Elementos gráficos**

1.3.1. Figuras

As figuras deverão ser colocadas centradas, com a legenda **SOB** a mesma. Esta deverá utilizar tipo de letra Arial 9pt. A dimensão da figura deverá ter em conta a sua legibilidade (nem demasiado pequena, nem exageradamente grande, se tal não for necessário). As figuras não poderão exceder as margens pré-definidas para a impressão especificada em 1.2.2.

As figuras deverão ser numeradas sequencialmente (Fig.1 / Fig.2), eventualmente com a associação do capítulo em que surgem (Fig.1.1. / Fig.1.2. etc.). Esta alternativa apenas deverá ser utilizada quando, efetivamente, existam muitas figuras, aconselhando uma referenciação mais pormenorizada (o mesmo se aplicará a quadros/tabelas e a equações).

Poderão ser inseridas figuras em cor mas aconselha-se que sejam tratadas de forma a serem legíveis e corretamente percebidas a preto e branco ou tons de cinzento, uma vez que o controlo sobre o modo de reprodução perde-se a partir da altura em que o documento passar a estar disponível na base bibliográfica da FEUP (nomeadamente por via eletrónica) e existem muitas cores que, quando impressas a p&b ou fotocopiadas, pura e simplesmente desaparecem ou não são diferenciáveis de outras (caso dos tons de azul, amarelo e verde, principalmente).

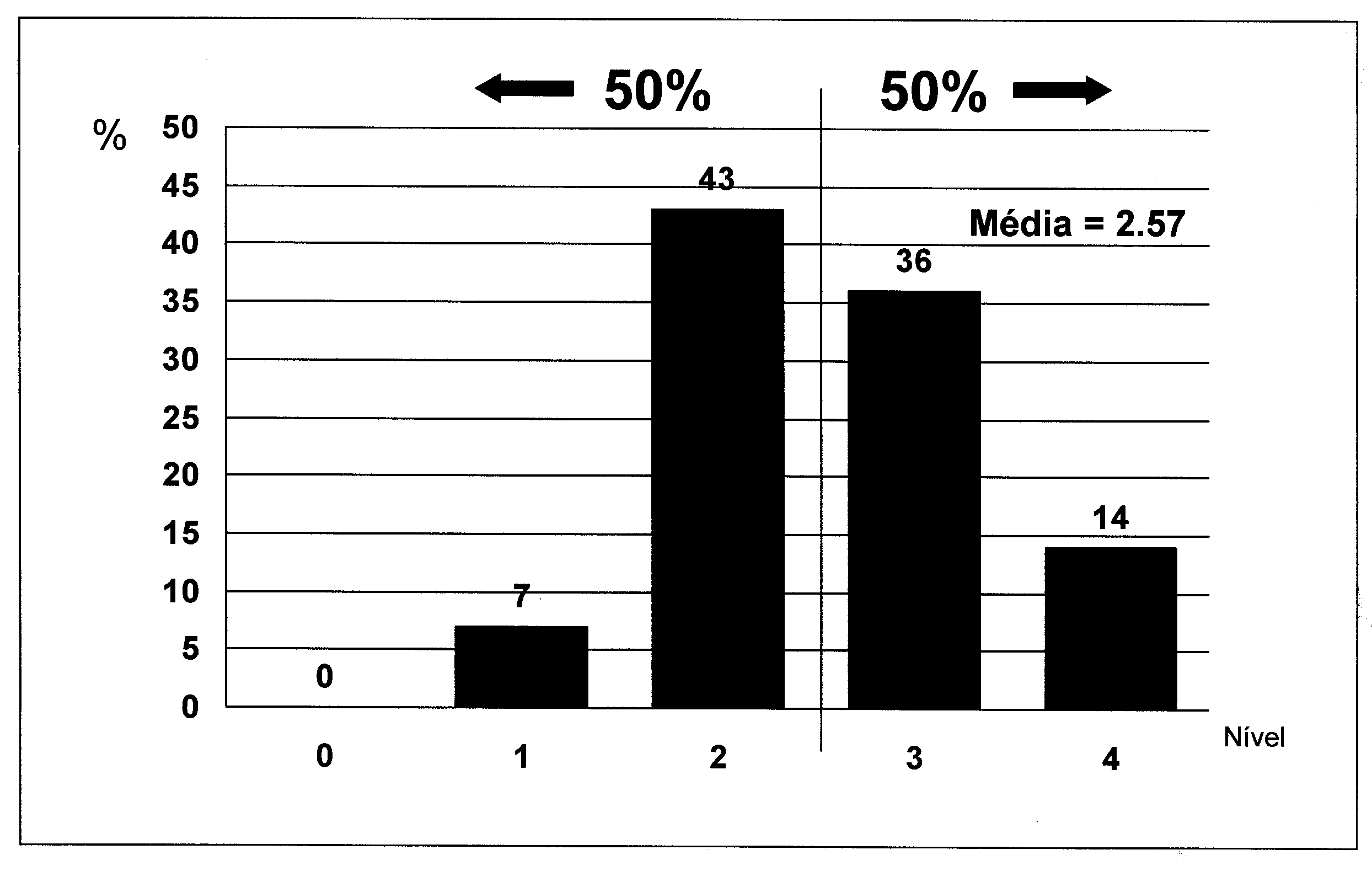


Fig.1 – Legenda Arial 9pt

1.3.2. Quadros ou Tabelas

Os quadros ou tabelas (designação deixada ao critério do autor) deverão igualmente ser inseridos centrados, **apenas com linhas horizontais**, com texto em tipo de letra Arial 10 pt e espaçamento de linhas como no restante texto. Deverão ser numerados sequencialmente (Quadro 1 ou 1.1., etc., conforme referido para as figuras), com o título **SOBRE** o mesmo, com tipo de letra Arial 9pt, tal como nas figuras. Entre o final de um quadro ou da legenda de uma figura e o texto seguinte deverá existir uma linha em branco.

Quadro 1 – Legenda Arial 9pt

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E | F | G |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

1.3.3. Equações

As equações deverão ser inseridas na sequência normal do texto, centradas e numeradas consecutivamente ao longo deste. Esta numeração (Arial 9pt) deverá surgir dentro de parênteses, como no exemplo seguinte. Sugere-se a utilização de um editor de fórmulas matemáticas para a sua correta escrita.

 (1 ou 1.1.)

1.3.4. Listas

As listas com marcadores (*bullets)* deverão utilizar o mesmo tipo de letra que o texto corrente e espaçamento de linhas, exceto o acréscimo “Depois”, que deverá ser 0pt entre todas as linhas exceto a última, onde regressará a 6pt para separar a lista do texto subsequente, como no exemplo seguinte:

* Primeira linha da lista;
* Segunda linha da lista;
* Terceira linha da lista;
* Quarta linha da lista.

O tipo de marcadores a utilizar fica ao critério do autor. No entanto, recomenda-se alguma coerência na sua seleção, limitando os tipos utilizados a dois ou três, no máximo, e apenas no caso de fazer sentido uma distinção entre o contexto das várias listas. Se se tratar de listagens com o mesmo espírito, deverá utilizar-se apenas um tipo de marcador.

Caso se pretenda inserir listas numeradas, sugere-se a adoção de marcadores que não se confundam com a numeração de subcapítulos (por exemplo i. / ii. / … ou a) / b) etc.).

Recomenda-se ainda atenção aos alinhamentos verticais em que são inseridas as diversas listas, de modo a assegurar uma regularidade de imagem.

1.3.5. Efeitos

Apenas deverão ser utilizados os efeitos de **negrito**, *itálico*, ou sombreado em tons de cinzento (sugere-se 20% para melhor reprodução, como no exemplo de quadro apresentado). **Não deverá ser utilizado** o sublinhado, sendo o mesmo reservado para as hiperligações (por exemplo, endereços de páginas web), que deverão ser mantidas uma vez que são reconhecidas pelos tradutores para ficheiros em formato pdf.

1.3.6. Referências Bibliográficas

Existem diversos processos de inserção de referências bibliográficas, pelo que se remete essa escolha para o autor. As duas mais correntes consistem em:

* Referência numérica entre parênteses retos - [1], [2] - surgindo a descrição da fonte no capítulo de Bibliografia, ordenada pela ordem que surge no texto;
* Referência pelo nome de autor ou autores, seguida pelo ano da publicação entre parênteses curvos - Autor1, Autor2 (2000). Trabalhos com mais de dois autores são referenciados apenas pelo nome do primeiro e os restantes pela abreviatura *et al*; trabalhos diversos dos mesmos autores num mesmo ano são distinguidos pela nota *a, b,* etc - Autor1 *et al* (2002b). Na Bibliografia estas referências surgem, em primeiro lugar, por ordem alfabética e, de seguida, por ordem cronológica.

No ficheiro relativo ao formato da Bibliografia são indicados os campos a contemplar para cada tipo de referência bibliográfica.

Existe ainda a possibilidade de utilizar a funcionalidade *EndNote* disponibilizada pela Biblioteca da FEUP. Neste caso, deverá ser selecionado o formato da norma NP405 para a produção da lista bibliográfica.

**1.4. Notas Finais**

Pretende-se, com estas regras, estabelecer um conjunto de princípios que assegurem uma uniformidade adequada aos trabalhos a apresentar como Dissertações. Procurou-se que as mesmas não fossem demasiado rígidas e difíceis de entender mas, fundamentalmente, definir regras que deverão ser aplicadas às situações mais correntes e que possam, com sensatez, ser adaptadas para casos mais particulares.

Espera-se que os estudantes dediquem algum zelo à produção gráfica final dos seus documentos. Trata-se de algo que, ao contrário dos trabalhos produzidos no âmbito das restantes disciplinas cuja divulgação raramente ultrapassa o contexto da avaliação, ficará acessível de forma alargada ao meio científico, técnico e profissional, pelo que, depois do esforço na produção de conteúdos válidos, só fará sentido que estes sejam apresentados de forma profissional e graficamente atraente.