

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**



# **Ferramentas de apoio à gestão de dados para a construção de linhas de muito alta tensão**

**Bernardo Maia e Costa Vaz-Pires**

**Dissertação realizada no âmbito do  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores**

Orientador: Prof. Doutor Adriano da Silva Carvalho

Julho, 2023





# Resumo

A presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à gestão de projetos na área de construção de linhas de muito alta tensão (MAT).

Face ao desafio lançado pela empresa Proef, o principal objetivo é o de automatizar os processos de gestão, recorrendo ao *software Microsoft Office Excel* para satisfazer as necessidades dos membros da equipa do departamento de Redes de Transporte da Proef. Assim, é necessário automatizar tarefas e criar um sistema integrado de gestão de processos, com o objetivo de aumentar a eficiência e a qualidade dos processos de gestão, reduzindo falhas humanas e custos.

Esta ferramenta teve por base as necessidades específicas da equipa na Proef; contudo, poderá ser utilizada, no futuro, em qualquer ambiente de trabalho em linhas MAT.



# **Abstract**

Given the challenge presented by the company Proef, this dissertation aimed to develop a project management support tool in the construction of very high voltage (VHV) power lines.

The main objective was to automate management processes using Microsoft Office Excel to meet the needs of the team members in Proef transport networks department. Therefore, it was necessary to automate tasks and create an integrated process management system to increase efficiency and quality of management processes while reducing human errors and costs.

This tool was based on the Proef team needs, but it can be used in any working environment in VHV lines.



# Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio, sacrifício e orientação em todo o percurso. A educação de qualidade, a estabilidade e ambição que me transmitiram não têm valor e foram fatores determinantes neste percurso.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à Proef pela oportunidade de realizar este trabalho nas suas instalações. Agradeço especialmente aos membros da equipa que me receberam e me forneceram acesso aos recursos necessários. A vossa colaboração e apoio foram inestimáveis para o avanço deste projeto.

Em terceiro lugar, desejo expressar o meu agradecimento à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, ao meu orientador Prof. Doutor Adriano Carvalho e ao Prof. Doutor António Machado e Moura. Agradeço a orientação valiosa e os conselhos preciosos ao longo desta jornada académica.

Em quarto lugar, desejo expressar o meu agradecimento aos meus colegas José Miguel e João Pereira por todo o companheirismo, estudo e amizade durante todos estes anos.

Quero também deixar uma palavra ao meu avô Horácio que me fez apaixonar pelas ciências exatas, ensinando-me e mostrando-me a beleza e a importância da matemática e da física; sem ele o percurso certamente teria sido diferente.

Por fim, quero expressar o meu profundo agradecimento à minha namorada Matilde, ao resto da minha família, amigos e a todos aqueles que contribuíram, ao longo dos anos, diretamente ou indiretamente para a conclusão deste mestrado.

Bernardo Maia e Costa Vaz-Pires





# Índice

<b>Resumo .....</b>	<b>iv</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>vi</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice .....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de abreviaturas.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Motivação .....</i>	<i>2</i>
1.2 <i>Objetivos.....</i>	<i>2</i>
1.3 <i>Estrutura.....</i>	<i>3</i>
1.4 <i>Proef.....</i>	<i>3</i>
1.4.1 <i>História .....</i>	<i>3</i>
1.4.2 <i>Gestão dos dados técnicos do transporte da energia elétrica.....</i>	<i>4</i>
<b>Linhas de muito alta tensão.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Introdução.....</i>	<i>5</i>
2.2 <i>Visual Basic para Aplicações.....</i>	<i>5</i>
2.3 <i>Constituição de uma linha MAT .....</i>	<i>6</i>
2.3.1 <i>Cabos condutores.....</i>	<i>6</i>
2.3.2 <i>Cabos de guarda.....</i>	<i>7</i>
2.3.3 <i>Apoios.....</i>	<i>8</i>
2.3.3.1 <i>Apoios reticulados .....</i>	<i>9</i>
2.3.3.2 <i>Apoios tubulares.....</i>	<i>9</i>
2.3.4 <i>Fundações.....</i>	<i>10</i>
2.3.5 <i>Isoladores.....</i>	<i>10</i>
2.3.5.1 <i>Disposição de cadeias de isoladores.....</i>	<i>12</i>
2.3.5.2 <i>Acessórios de cadeias de isoladores.....</i>	<i>14</i>
2.3.6 <i>Acessórios de cabos.....</i>	<i>16</i>

2.3.6.1	<i>Amortecedores</i>	16
2.3.6.2	<i>Sinalização para balizagem</i>	17
2.3.6.2.1	<i>Balizagem diurna</i>	17
2.3.6.2.1.1	<i>Balizagem Aérea</i>	17
2.3.6.2.1.2	<i>Pintura dos apoios</i>	18
2.3.6.2.2	<i>Balizagem noturna</i>	19
2.3.6.3	<i>Dispositivos de sinalização para avifauna</i>	20
2.3.6.3.1	<i>Espirais</i>	20
2.3.6.3.2	<i>Rotativos</i>	21
2.3.6.3.3	<i>Dispositivos de condicionamento da construção de ninhos</i>	22
2.3.6.4	<i>Acessórios de fixação</i>	23
2.3.6.5	<i>Acessórios de ligação e reparação</i>	23
2.3.7	<i>Acessórios OPGW</i>	24
2.3.7.1	<i>Abraçadeiras</i>	24
2.3.7.2	<i>Caixas de junção e derivação</i>	24
2.4	<i>Etapas de construção de uma linha de MAT</i>	25
2.4.1	<i>Escolha do local do estaleiro</i>	25
2.4.2	<i>Piquetagem e marcação de covas</i>	26
2.4.3	<i>Abertura de caboucos</i>	26
2.4.4	<i>Regulação das bases</i>	26
2.4.5	<i>Betonagem</i>	26
2.4.6	<i>Terraplanagem e ligação à terra</i>	27
2.4.7	<i>Assemblagem</i>	27
2.4.8	<i>Levantamento</i>	27
2.4.9	<i>Reaperto</i>	27
2.4.10	<i>Desenrolamento dos cabos</i>	27
2.4.11	<i>Regulação e fixação dos cabos</i>	28
2.5	<i>Conclusões</i>	29
	<b>Desenvolvimento da ferramenta de apoio à gestão de construção de linhas MAT</b>	<b>30</b>
3.1	<i>Processo de gestão de dados corrente</i>	30

3.2	<i>Grandezas e equipamentos de uma obra MAT</i> .....	31
3.2.1.1	<i>Coordenadas e ângulo</i> .....	31
3.2.1.2	<i>Tipo de fixação</i> .....	31
3.2.1.3	<i>Fundações</i> .....	31
3.2.1.4	<i>Cadeias de isoladores</i> .....	32
3.2.1.5	<i>Pinças</i> .....	32
3.2.1.6	<i>Amortecimento</i> .....	33
3.2.1.7	<i>Balizagem</i> .....	33
3.3	<i>Desenvolvimento da ferramenta de apoio à gestão de linhas MAT</i> .....	33
3.3.1	<i>Considerações gerais e formato da ferramenta</i> .....	33
3.3.2	<i>Criação do mapa justificativo correspondente aos elementos gerais</i> .....	35
3.3.2.1	<i>Apagar linhas em branco</i> .....	38
3.3.2.2	<i>Ocultar colunas desnecessárias</i> .....	38
3.3.2.3	<i>Comparar Memória Justificativa</i> .....	38
3.3.2.4	<i>Remover Comparação</i> .....	38
3.3.2.5	<i>Ocultar folhas</i> .....	39
3.3.3	<i>Criação do Mapa de Gestão</i> .....	39
3.3.4	<i>Introdução de modificações no projeto</i> .....	44
3.3.5	<i>Atualização dos dados do mapa de gestão consoante modificações no projeto</i> .....	48
3.3.5.1	<i>Excedente de equipamentos</i> .....	48
3.3.5.2	<i>Falta de equipamentos</i> .....	48
3.3.5.3	<i>Aditamento de encomendas</i> .....	49
3.3.5.4	<i>Equipamentos excluídos</i> .....	49
3.3.5.5	<i>Atualização dos dados do mapa de gestão</i> .....	49
3.3.6	<i>Criação de resumos temporais</i> .....	55
3.3.6	<i>Cálculo dos desvios do projeto</i> .....	57
3.3	<i>Análise das funcionalidades da ferramenta</i> .....	60
	<b>Conclusões</b> .....	<b>61</b>
4.1	<i>Utilidade das ferramentas desenvolvidas</i> .....	61
4.2	<i>Impacto no trabalho da empresa</i> .....	62

4.3	<i>Principais dificuldades encontradas</i> .....	62
4.4	<i>Soluções encontradas</i> .....	62
4.5	<i>Continuação do desenvolvimento da ferramenta</i> .....	62
4.5.1	Expansão das bases de dados auxiliares .....	63
4.5.2	Desenvolvimento de novas funcionalidades úteis para a empresa .....	63
<b>Bases de dados utilizadas</b> .....		<b>64</b>
A.1	<i>Base de dados dos apoios</i> .....	64
A.2	<i>Base de dados das fundações</i> .....	65
A.3	<i>Base de dados das cadeias de isoladores</i> .....	66
A.4	<i>Base de dados dos valores dos pesos das pernas</i> .....	67
<b>Referências</b> .....		<b>68</b>

# Lista de figuras

Figura 1 - Cabo AAAC [9].	6
Figura 2 - Cabo ACSR [10].	7
Figura 3 - Cabo OPGW [12].	8
Figura 4 - Acidente em Apoio Reticulado [13].	8
Figura 5 - Apoio Reticulado [15].	9
Figura 6 - Apoio Tubular [16].	10
Figura 7 - Isolador de vidro de calota e haste [19].	11
Figura 8 - Cadeia de isoladores de vidro [20].	12
Figura 9 - Isoladores em amarração [fotografia do autor].	13
Figura 10 - Cadeias em suspensão [22].	14
Figura 11 - Constituição de uma cadeia de amarração [23].	15
Figura 12 - Constituição de uma cadeia de suspensão [24].	16
Figura 13 - Amortecedor de vibração [26].	17
Figura 14 - Balizagem Aérea [29].	18
Figura 15 - Apoio Balizado [31].	19
Figura 16 - Balizores e esferas presentes nos apoios [32].	20
Figura 17 - Bird Flight Diverter em espiral [35].	21
Figura 18 - Bird Flight Diverter Rotativo [37].	21
Figura 19 - Plataformas de nidificação [38].	22
Figura 20 - Shunt em Cadeia de Amarração [39].	23
Figura 21 - Abraçadeira dupla [39].	24
Figura 22 - Localização das caixas de junção numa linha [40].	25
Figura 23 - Flecha em vãos nivelados (figura superior) e em vão desnivelados (figura inferior).	28
Figura 24 - Sequência das operações realizadas pela ferramenta.	34
Figura 25 - Elementos gerais da linha a utilizar.	35
Figura 26 - Folha "Template".	36
Figura 27- Mapa justificativo inicial (apoios e fundações).	37
Figura 28 - Mapa justificativo inicial (acessórios de cabos e cadeias).	37
Figura 29 - Mapa de gestão introdutório (apoios).	40
Figura 30 - Mapa de Gestão Dinâmico (Apoios).	41
Figura 31 - Mapa de Gestão Dinâmico (Bases e Armaduras).	42
Figura 32 - Mapa de Gestão Dinâmico (Acessórios de cabos e cadeias).	43
Figura 33 - Introdução dos novos elementos gerais na folha "Modificações".	44
Figura 34 - Mapa justificativo após primeira modificação (Apoios e Fundações).	45
Figura 35 - Mapa justificativo após primeira modificação (Acessórios de cabos e cadeias).	46
Figura 36 - Mapa justificativo após a segunda modificação (Apoios e Fundações).	47
Figura 37 - Mapa justificativo após a segunda modificação (Acessórios de cabos e cadeias).	47
Figura 38 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à primeira alteração do projeto. (Acessórios de cabos e cadeias).	50
Figura 39 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à segunda alteração do projeto (Apoios).	52
Figura 40 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à segunda alteração do projeto (Armaduras e bases).	53
Figura 41 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à segunda alteração do projeto (Acessórios de cabos e cadeias).	54
Figura 42 - Resumo temporal das encomendas em que a previsão de receção ocorre no mês de Julho.	56
Figura 43 - Desvios do projeto.	58
Figura 44 - Elementos inutilizados.	59

Figura 45 - Cálculo da diferença entre os pesos teóricos e reais dos apoios. ....	59
Figura 46 - Excerto da base de dados dos apoios. ....	64
Figura 47 - Excerto da base de dados das bases. ....	65
Figura 48 - Excerto da base de dados das fundações.....	66
Figura 49 - Excerto da base de dados das cadeias de isoladores .....	67
Figura 50 - Excerto da base de dados com os valores dos pesos das pernas dos apoios. ....	67

# Lista de abreviaturas

BFD - *Bird Flight Diverter*

CC - Cabos Condutores

CG - Cabos de Guarda

DAC - Diagrama de Abertura de Covas

DRB - Diagrama de Regulação de Bases

*EDS - Every Day Stress*

*FBF - Firefly Bird Flapper*

FO - Cabos de Fibra Ótica

*LED - Light Emitting Diode*

MAT - Muito Alta Tensão

MG - Mapa de Gestão

MJ - Memória Justificativa

*OPGW - Optical Ground Wire*

*PVC - Polyvinyl chloride*

REN - Redes Elétricas Nacionais

RND - Rede Nacional de Distribuição

RNT - Rede Nacional de Transporte

*VBA - Visual Basic for Applications*



# Capítulo 1

## Introdução

A energia elétrica é fundamental no quotidiano e, dada a elevada complexidade do sistema elétrico, é essencial que sejam criadas todas as condições e infraestruturas para que o fornecimento da energia elétrica seja acessível, contínuo e seguro. Sendo o foco desta dissertação o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à gestão de construção de linhas de muito alta tensão (MAT), será necessário contextualizar a integração deste tipo de linhas no panorama elétrico.

A rede elétrica está dividida em três partes fundamentais: a produção, a rede de transporte e a rede de distribuição.

A produção de energia elétrica é um processo complexo que envolve a conversão de energia primária em eletricidade. Atualmente, com o desenvolvimento das fontes de energia renovável, a produção é cada vez mais descentralizada, o que confere maior flexibilidade à rede elétrica, aliviando a produção de energia em grandes centros de produção.

Após a produção de energia elétrica, é necessário proceder ao seu transporte. Para isso é utilizada a rede de transporte, que é responsável pela transmissão de energia a grandes distâncias. A rede de transporte é constituída por linhas de muito alta tensão. Para que estes valores de tensão sejam atingidos é necessária a existência de subestações elevadoras de tensão, localizadas a jusante dos centros de produção.

As linhas MAT são essenciais para o transporte da energia elétrica. A utilização de tensões elevadas permite a transmissão de quantidades elevadíssimas de energia a longas distâncias de forma mais eficiente, minimizando as perdas em todo o percurso.

A empresa REN (Redes Energéticas Nacionais) é a concessionária responsável pela rede nacional de transporte de energia elétrica em Portugal, assumindo diversas responsabilidades cruciais para garantir o funcionamento eficiente e seguro do sistema elétrico.

A REN tem a responsabilidade de operar e manter toda a infraestrutura da rede nacional de transporte, incluindo linhas de transmissão, subestações e equipamentos de controlo e monitorização. Um dos encargos consiste em monitorizar constantemente a rede, realizando manutenções preventivas para garantir que a rede está nas condições de funcionamento ideais.

Outra responsabilidade importante da REN é o planeamento e a expansão da rede. É responsável por identificar necessidades da infraestrutura, avaliar opções de expansão, projetar novas linhas de transmissão e subestações, bem como obter as licenças e autorizações necessárias para as obras. O objetivo é assegurar que a rede nacional de transporte consiga acompanhar a crescente procura de energia elétrica e garantir a sua segurança e fiabilidade.

Além disso, a REN desempenha um papel fundamental na integração de energias renováveis no sistema elétrico. Isto inclui a ligação de parques eólicos, parques solares e outras instalações de energia renovável à rede de transporte, bem como a adoção de soluções técnicas para lidar com a variabilidade e intermitência dessas fontes.

A segurança e a proteção do sistema elétrico são também uma prioridade para a REN. A empresa deve

implementar medidas de segurança, realizar inspeções e manutenções regulares, detetar e responder a falhas e emergências, e elaborar planos de contingência para assegurar a integridade e fiabilidade da rede nacional de transporte.

Adicionalmente, a REN desempenha um papel importante na promoção da eficiência energética, na integração de mercados energéticos e no cumprimento das regulamentações e normas aplicáveis ao setor elétrico.

Para que a energia elétrica chegue de forma segura a todos os utilizadores, é necessário articular a rede de transporte com a rede de distribuição. Para isso, é necessário diminuir a tensão elétrica, processo que é garantido através da implantação de subestações e postos de transformação.

As redes de distribuição asseguram o trânsito de energia elétrica entre a rede nacional de transporte e os consumidores e faz recurso a linhas de baixa, média e alta tensão [1]. Os operadores da rede de distribuição são obrigados a fornecer energia elétrica a todos os clientes que a requisitem nas condições comerciais aprovadas pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) [2].

A articulação da produção, da rede de transporte e da rede de distribuição constitui um sistema robusto essencial para a disponibilização de energia elétrica de forma segura, económica e contínua. De forma a garantir a celeridade dos processos da construção de linhas MAT, é proposto o desenvolvimento de uma ferramenta que auxilie os processos de gestão deste tipo de linhas. Esta ferramenta é de grande utilidade para a equipa responsável pela construção de redes de transporte da Proef, pois será parte integrante de qualquer projeto de linhas MAT.

## **1.1 Motivação**

A motivação para este trabalho surge da necessidade de uma gestão mais eficiente na construção de linhas (MAT), que desempenham um papel crucial na transmissão de energia elétrica em larga escala. A operação segura e confiável dessas linhas é fundamental para garantir um fornecimento contínuo de energia elétrica às indústrias, empresas e residências.

Atualmente, a gestão das linhas MAT é um desafio complexo devido à sua extensão, à quantidade de dados gerados e à necessidade de uma manutenção preventiva adequada. As falhas ou interrupções nessas linhas podem ter um impacto significativo, como a interrupção do fornecimento de energia, danos em equipamentos elétricos sensíveis, ou até representar um risco para a segurança das pessoas envolvidas.

No sentido de responder a estes desafios, propõe-se o desenvolvimento de uma ferramenta inovadora para a gestão mais eficaz e expedita do processo de construção de linhas MAT.

A ferramenta desenvolvida contribuirá para o avanço da pesquisa e desenvolvimento no campo da gestão da construção deste tipo de linhas. Dessa forma, poderá servir como base para futuras melhorias e inovações no setor elétrico.

## **1.2 Objetivos**

O trabalho proposto pela Proef tem como objetivo melhorar e automatizar a gestão de dados aplicados à construção de linhas MAT. A automatização de processos repetitivos e prolongados constitui uma mais-valia significativa na gestão de qualquer projeto.

Outro dos objetivos propostos é que seja possível, através de uma ferramenta inovadora, obter de forma rápida e expedita todos os elementos que constituem um projeto, bem como as mudanças técnicas que ocorrem como consequência de eventuais alterações.

Para completar estas ferramentas, é proposto que se criasse uma forma automática de calcular todos os desvios do projeto, de forma a ser possível monitorizar facilmente o seu desenvolvimento integral.

Com todas estas funcionalidades conjugadas, obtém-se um sistema integrado de gestão com elevada robustez e de extrema utilidade para os desafios da equipa responsável pelas redes de transporte da Proef.

## **1.3 Estrutura**

A estrutura desta dissertação está organizada em 4 capítulos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução, onde se pretende dar a conhecer a motivação para a escolha do tema e as áreas de estudo e trabalho da empresa colaboradora.

No segundo capítulo são abordadas todas as questões teóricas aplicadas à projeção e construção de linhas MAT, tais como os elementos constituintes e etapas de construção.

No terceiro capítulo são apresentados todos os métodos e resultados do desenvolvimento da ferramenta de gestão de linhas MAT, incluindo um exemplo prático para efeitos de ilustração do funcionamento da ferramenta utilizando um exemplo de uma linha MAT.

No quarto capítulo são dadas a conhecer as principais conclusões deste trabalho e são feitas algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros sobre o tema.

## **1.4 Proef**

### **1.4.1 História**

Eurico Ferreira em 1964 fundou uma empresa unipessoal dedicada às instalações elétricas. Após 20 anos, em 1984, foi fundada a empresa Eurico Ferreira Lda. Em 1991, a empresa expandiu as suas atividades para o setor das telecomunicações, que se tornou uma das áreas mais importantes para a empresa atualmente. Em 2005 foi criado o grupo Proef e em 2007 iniciou a construção de linhas MAT.

Atualmente, a Proef possui quatro principais áreas de estudo e trabalho. Na área das telecomunicações, oferece soluções de planeamento, construção e manutenção de linhas e equipamentos de telecomunicações. Na transmissão e distribuição de eletricidade, desde baixa a muito alta tensão, a empresa oferece soluções para geração, gestão, operação e manutenção de redes elétricas. Também desenvolve soluções inteligentes para otimização de processos em áreas como água, comunicações, segurança, transporte, gestão de resíduos e tráfego. Além disso, atua na otimização de edifícios e sistemas empresariais, utilizando técnicas inteligentes e eficientes nas áreas de comunicações, energias, segurança, software e infraestrutura de TI. A Proef também se dedica à instalação e manutenção de unidades de geração de energia elétrica renovável.

A Proef possui um histórico de sucesso na execução de projetos, garantindo a qualidade e confiabilidade das suas instalações. A empresa conta com uma equipa qualificada de profissionais e utiliza tecnologias avançadas para projetar, construir e manter todas as instalações seguras e eficientes, contribuindo para o desenvolvimento e a expansão de todos os setores.

### **1.4.2 Gestão dos dados técnicos do transporte da energia elétrica**

Aquando da criação de uma linha MAT é necessário fazer o projeto tendo em conta fatores económicos, técnicos, ambientais e sociais. Dada a envergadura deste tipo de instalações, o projeto e cálculo mecânico devem ser realizados com precisão e rigor elevados, já que um erro pode comprometer toda a segurança da instalação. Ao conjunto de dados resultantes da execução do projeto dá-se o nome de elementos gerais.

Após a finalização de todo o projeto, os elementos gerais da linha são recebidos por parte da Proef de forma a iniciar as etapas de construção. É necessário tratar os dados de forma a obter todos os elementos necessários. Alguns dos elementos necessários terão de ser calculados ou consultados com apoio de tabelas técnicas auxiliares. Este cálculo/consulta pode ser extremamente demorado e extenso se não for realizado de forma dinâmica e automatizada. Além da economia temporal resultante da automatização destes processos há também outras vantagens como o evitamento de erros grosseiros resultantes do alto volume de trabalho exigido em cada linha e a possibilidade da expansão dos documentos técnicos auxiliares consoante a evolução do panorama elétrico. Durante e após a realização da obra é necessário ter indicadores económicos e técnicos para o acompanhamento e gestão da mesma. Para isso é necessário ter uma base de dados flexível que permita de forma dinâmica introduzir alterações no projeto corrente.

# Capítulo 2

## Linhas de muito alta tensão

### 2.1 Introdução

A energia elétrica é de extrema importância na sociedade moderna. Ela é essencial para alimentar residências, empresas e indústrias, fornecendo iluminação, aquecimento, refrigeração, comunicação e alimentação de equipamentos [3]. Além disso, a energia elétrica favorece o desenvolvimento econômico, impulsionando diversos setores e facilitando o cotidiano da população. De forma a poder transportar energia de forma segura, sustentável e garantindo continuidade e qualidade de serviço, é necessária a criação de uma rede elétrica robusta, desde os locais de produção até aos locais de consumo [4].

Uma linha aérea MAT é um elemento fundamental para o transporte de altos volumes de energia elétrica entre dois pontos distintos. A rede nacional de transporte (RNT) está organizada para que se façam chegar grandes quantidades de energia a vários pontos do território sem perdas significativas, garantindo o abastecimento de energia independentemente da distância aos centros de produção [5]. Dadas as dificuldades no armazenamento de energia elétrica, a produção em cada um dos centros tem de acompanhar, em tempo real, o consumo que é controlado pelo operador da rede de transporte. Esta tarefa é complexa, tem o nome de gestão global do sistema e exige tecnologias e equipas de grande especificidade.

### 2.2 Visual Basic para Aplicações

*Visual Basic para Aplicações (Visual Basic for Applications em inglês)* é uma linguagem extremamente completa e robusta que serve como ferramenta auxiliar para a manipulação e automatização de qualquer projeto desenvolvido através de aplicações *Microsoft Office* [6]. Neste trabalho é utilizada esta linguagem aplicada ao *software Microsoft Office Excel*.

Esta linguagem apresenta diversas vantagens, tais como a automatização de tarefas repetitivas, a simplicidade da construção de algoritmos e a flexibilidade de utilização [7]. Sabendo que o projeto de uma linha MAT pode conter centenas de apoios (vulgarmente designados por “postes”), a automatização de tarefas é extremamente importante no processo de gestão deste tipo de linhas.

A escolha deste *software* deveu-se à sua robustez e versatilidade, já que as tarefas propostas requerem uma capacidade de processamento elevada e de apresentação de resultados constante. Para além disso, as bases de dados com as listas e características dos equipamentos já se encontravam neste formato, o que evita a modificação das mesmas.

## 2.3 Constituição de uma linha MAT

### 2.3.1 Cabos condutores

São os condutores ativos, responsáveis pela condução da energia elétrica. Normalmente, são utilizados condutores multifilares nus compostos por:

- Ligas de alumínio (AAAC – *All Aluminium Alloy Conductor*) (fig.1)

Os cabos do tipo AAAC são condutores cablados concêntricos, compostos por várias camadas de fios de liga de alumínio. Estes conferem uma maior resistência mecânica em comparação aos cabos de alumínio e uma maior resistência à corrosão em relação aos cabos ACSR.[8]



*Figura 1 - Cabo AAAC [9].*

- Alumínio-aço (ACSR-*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) (fig.2)

Os cabos do tipo ACSR são condutores cablados concêntricos, compostos por várias camadas de alumínio e um núcleo de aço galvanizado de alta resistência, conferindo-lhes uma maior resistência mecânica. É viável realizar diversas combinações na quantidade de fios de aço utilizados na construção desses cabos, o que possibilita ajustar a capacidade de transmissão em detrimento da resistência mecânica e vice-versa. [8]



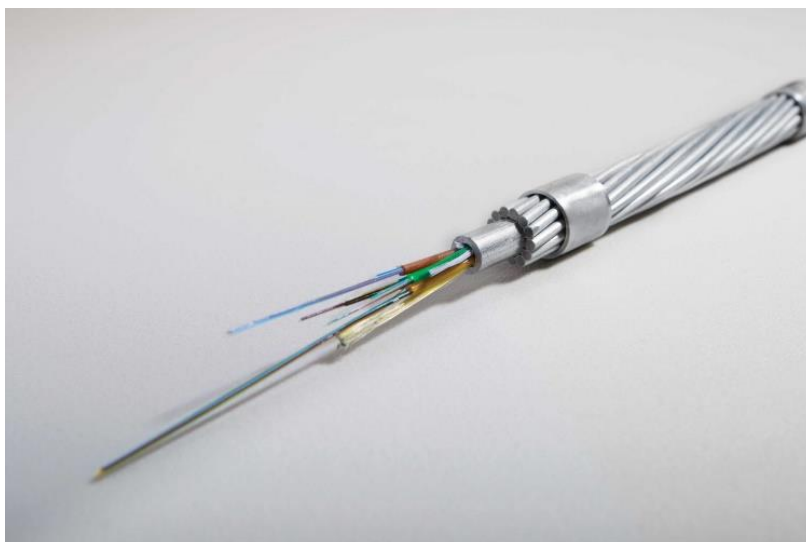
*Figura 2 - Cabo ACSR [10].*

### **2.3.2 Cabos de guarda**

Os cabos de guarda têm a função de proteger os cabos condutores de eventuais descargas atmosféricas. A existência dos cabos de guarda faz reduzir a possibilidade de haver uma interrupção no fornecimento de energia elétrica, já que, ao serem atingidos por uma descarga atmosférica, têm a capacidade de escoar a onda de corrente através dos eletrodos terra presentes nos apoios. Para além da função principal de proteção dos cabos condutores, alguns destes cabos também podem ser utilizados para comunicação com as subestações, sendo, para este fim, necessário que contenham um cabo de fibra ótica no seu interior.

Outra característica, extremamente importante, é que os cabos de guarda reduzem, entre 15 e 25 %, a indução eletromagnética em circuitos de telecomunicações vizinhos [11].

Quando é também necessária a função de transferência de dados, o cabo utilizado no centro designa-se por *Optimal Ground Wire (OPGW)*. Este tem estrutura tubular com revestimento de camadas de aço, fitas de alumínio e fibras óticas no seu interior (fig. 3).



*Figura 3 - Cabo OPGW [12].*

### **2.3.3 Apoios**

Os apoios constituem um dos elementos mais importantes numa linha de MAT, porque são responsáveis por suportar os cabos, isoladores e outros acessórios.

São dimensionados de forma a garantir que todas as distâncias entre elementos da linha sejam as adequadas, de forma a não existirem interferências no funcionamento normal da linha. Os apoios têm de ser estáveis face às condições climáticas extremas, de modo a garantir a continuidade de serviço e a evitar acidentes graves (fig. 4).



*Figura 4 - Acidente em Apoio Reticulado [13].*

Os apoios utilizados na rede de transporte diferem de país para país. A rede nacional de transporte utiliza apenas apoios em aço de construção reticulada ou tubular [14].



### 2.3.3.1 Apoios reticulados

Apoios reticulados são apoios constituídos por elementos em cantoneira associados por aparafusamento, divididos em módulos. A divisão em módulos permite facilitar a sua montagem e transporte. Podem ser protegidos contra a corrosão através do processo de galvanização. Um apoio é normalmente constituído por bases, pernas, fuste e cabeça (fig.5).



*Figura 5 - Apoio Reticulado [15].*

### 2.3.3.2 Apoios tubulares

Apoios tubulares são caracterizados pela sua silhueta delgada, que diminui o seu impacto visual, e pela sua elevada robustez, sendo necessária uma área de implementação total mais reduzida do que um apoio reticulado. São constituídos por módulos que são montados no local de implementação do apoio (fig.6).



*Figura 6 - Apoio Tubular [16].*

#### **2.3.4 Fundações**

Os apoios, por serem estruturas com peso e altura elevados, necessitam de uma fixação adequada ao solo. Esta fixação assegura a estabilidade do apoio, em função da natureza do solo e das forças atuantes sobre o apoio. Esta fixação é constituída por fundações ou maciços em betão. De uma forma geral, o seu dimensionamento depende das características do terreno e dos esforços mecânicos máximos transmitidos por toda a estrutura metálica, em que cada maciço deve ser dotado de um circuito de terra que se interligará com a estrutura da linha. No caso de apoios reticulados, a fundação deve ter quatro maciços separados, um por cada uma das pernas, que se interligarão com a estrutura metálica do apoio. No caso de apoios tubulares, existirá apenas uma fundação que é constituída por um maciço onde existirá um ponto de fixação ao apoio [8].

Como há apoios que se encontram em zonas de acesso ao público, é necessário dimensionar os circuitos de terra de forma a respeitar os limites estipulados para a tensão de contacto e de passo.

#### **2.3.5 Isoladores**

Os isoladores são elementos constituídos por materiais que oferecem elevada resistência à passagem de corrente elétrica e têm como função evitar a passagem de corrente dos cabos condutores para os apoios, sustentar mecanicamente os cabos e garantir o afastamento correto dos condutores ao apoio [17]. Os isoladores são de dois tipos:

Compósito/Rígido - Em que, num corpo apenas, se assume o isolamento dos condutores face ao apoio. Nesta situação, os isoladores encontram-se fixados rigidamente aos apoios e são amplamente utilizados em zonas muito poluídas, porque os isoladores de vidro estão mais sujeitos à acumulação de poeiras na sua superfície [18].

Vidro - Os isoladores de vidro de calote e haste permitem a sua interligação com outros isoladores de forma a formar cadeias. A utilização de isoladores de vidro confere resistência mecânica, resistência ao envelhecimento e desempenho elétrico superiores em comparação aos isoladores compósitos [18] (fig.7).



*Figura 7 - Isolador de vidro de calota e haste [19].*

Cadeias de isoladores - A montagem dos isoladores em cadeia apresenta a vantagem de permitir a formação de conjuntos flexíveis, adaptados às necessidades específicas de acordo com a tensão nominal e outros critérios. Dessa forma, é possível utilizar a quantidade necessária de isoladores, proporcionando maior versatilidade na sua utilização e aplicação. Uma vantagem das cadeias de isoladores de vidro em comparação com cadeias de isoladores rígidos é a possibilidade de substituir um isolador danificado sem a necessidade de substituir todos os outros. Isso significa que, em caso de dano em um isolador específico, é possível realizar uma substituição pontual, reduzindo custos e esforços em comparação com a substituição de toda a cadeia de isoladores rígidos. Essa flexibilidade proporciona uma maior eficiência e economia na manutenção e reparação do sistema [18] (fig.8).



*Figura 8 - Cadeia de isoladores de vidro [20].*

### **2.3.5.1 Disposição de cadeias de isoladores**

As cadeias de isoladores podem estar dispostas em dois tipos:

**Amarração** - Este tipo de disposição das cadeias de isoladores é utilizado face à necessidade de introduzir ângulos no traçado da linha. A amarração resulta um aumento da tração mecânica do cabo e é utilizada para que se consiga garantir a distância aos elementos que passam sob a linha (fig.9). De forma a amarrar os cabos à cadeia de isoladores, os cabos têm de ser cortados e presos em cada lado do apoio através de pinças de amarração [21].



*Figura 9 - Isoladores em amarração [fotografia do autor].*

Suspensão - Neste tipo de disposição, as cadeias de isoladores encontram-se numa posição vertical e os cabos condutores e de guarda estão suspensos (fig. 10). Os esforços imputados a este tipo de configuração são maioritariamente verticais. Em situações onde o desvio do traçado corresponde a ângulos muito pequenos, as cadeias de isoladores podem estar ligeiramente inclinadas, o que implica esforços mais elevados no apoio e na cadeia de isoladores utilizada [21].

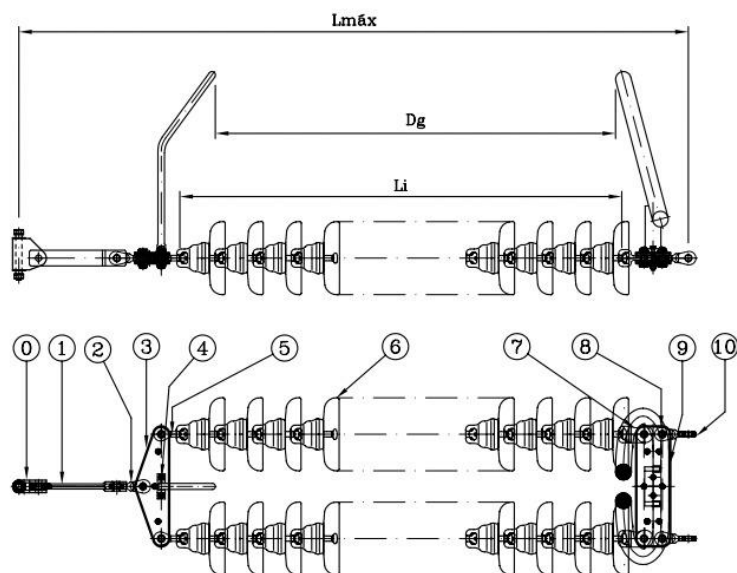


*Figura 10 - Cadeias em suspensão [22].*

### **2.3.5.2 Acessórios de cadeias de isoladores**

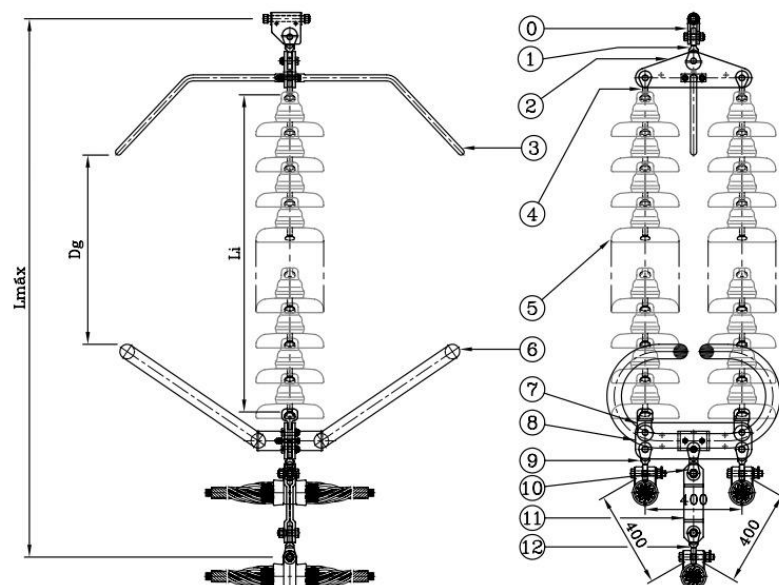
De modo a garantir a fixação da cadeia às pinças e para proteção das cadeias de isoladores, são utilizados acessórios, que devem garantir a resistência térmica e suportar os esforços mecânicos. Como equipamento de proteção, podem ser utilizados anéis e hastes de descarga em diferentes configurações: hastes de descarga na parte superior e inferior da cadeia, anéis na parte superior e inferior ou uma combinação mista de anéis e hastes.

Os acessórios de fixação são diferentes para as cadeias de amarração e suspensão e podem ser consultados nas figuras seguintes.



Posição	Comp. Útil (mm)	2 D 4 H 2 M 150 N 4	2 D 4 H 2 F 150 N 4
(0)	75	CHARNEIRA CH 300	
(1)	300	PROLONGO PF 300	
(2)	100	LIGADOR CRUZADO LC 300	
(3)	70	BALANCEIRO BT 300	
(4)	----	HASTE DE DESCARGA SUPERIOR HD 25A1	
(5)	70	OLHAL COM BOLA (2xOB 150 - Norma CEI 60120 $\phi$ 20mm)	
(6)	----	2x14 * U160BS	2x12 * Antipoluição 160 kN
(7)	85	BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 - Norma CEI 60120 $\phi$ 20mm)	
(8)	70	BALANCEIRO BR 300	
(9)	----	ANEL DE PROTECÇÃO INFERIOR AP60 C1	
(10)	100	LIGADOR CRUZADO 2xLC 300	
Lmáx		2914 mm	2910 mm
Li		2044 mm	2040 mm
Dg		1884 mm	1880 mm
Carga rotura		300 kN	300 kN
Peso aprox.		228 Kg	251 Kg

Figura 11 - Constituição de uma cadeia de amarração [23].



Posição	Comp. Útil (mm)	4 T 4 K 2 M 150 L 5
(0)	75	CHARNEIRA CH 300
(1)	100	LIGADOR CRUZADO LC 300
(2)	70	BALANCEIRO BT 300
(3)	----	HASTE DE DESCARGA SUPERIOR HD 25C2
(4)	70	OLHAL COM BOLA (2xOB 150 - Norma CEI 60120 ø20mm)
(5)	----	2x23 * U160BS
(6)	----	ANEL DE PROTECÇÃO INFERIOR AP60 N2
(7)	85	BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 - Norma CEI 60120 ø20mm)
(8)	70	BALANCEIRO BR 300FT
(9)	100	LIGADOR CRUZADO 2xLC 150
(10)	100	LIGADOR DIREITO LD 150
(11)	246	PROLONGO PDF 300/246
(12)	100	LIGADOR CRUZADO LC 150

Figura 12 - Constituição de uma cadeia de suspensão [24].

## 2.3.6 Acessórios de cabos

Os acessórios de cabos desempenham o papel de integrar todos os outros elementos, garantindo o funcionamento desejado do sistema. Esses acessórios possuem a função de assegurar a estabilidade e a continuidade das conexões, garantindo a eficiência e a confiabilidade do sistema de cabos, bem como a segurança do tráfego aéreo e a proteção da avifauna.

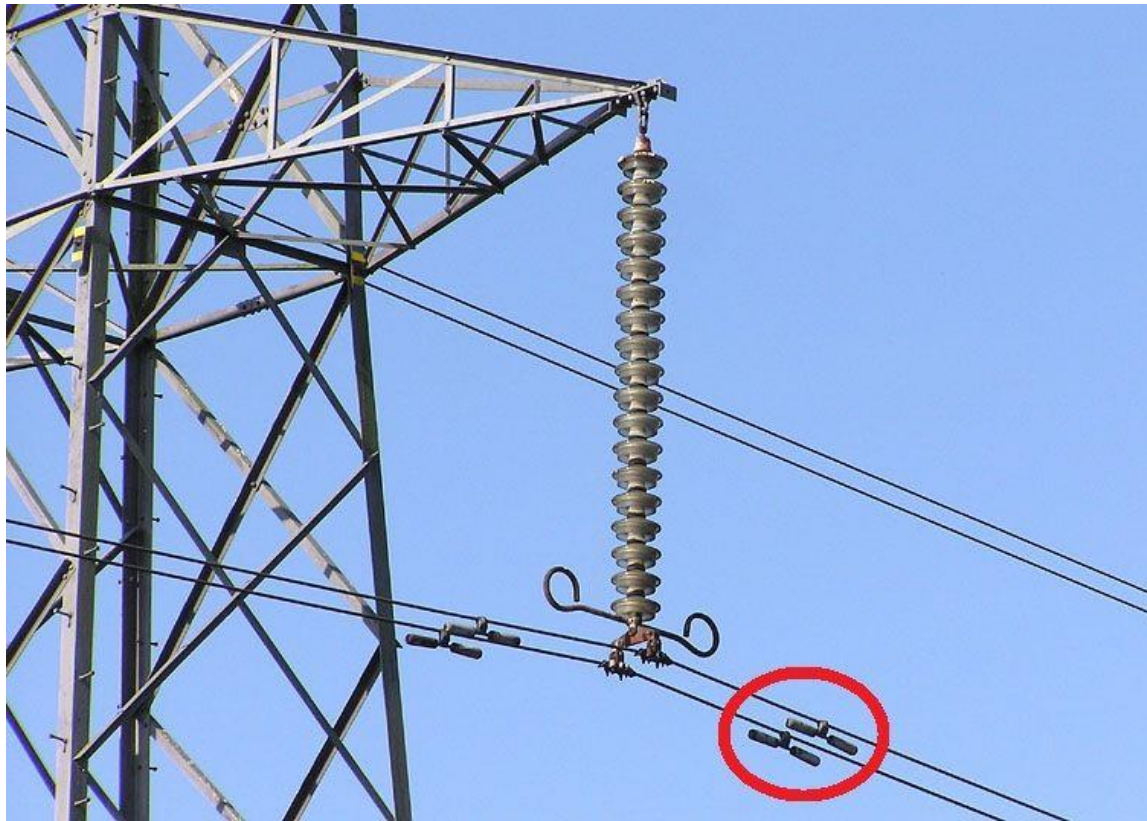
### 2.3.6.1 Amortecedores

Já que uma linha elétrica pode ser considerada um sistema ressonante, os equipamentos oscilam com uma determinada vibração. Para mitigar este efeito e evitar fenômenos indesejados, são utilizados amortecedores.

Estes, em norma, são instalados imediatamente após as pinças de suspensão e de amarração, nos cabos condutores e de guarda.

É realizado um estudo de amortecimento, de forma a determinar a necessidade de amortecedores em cada cabo, bem como a quantidade e a sua posição [25] (fig. 13).





*Figura 13 - Amortecedor de vibração [26].*

### **2.3.6.2 Sinalização para balizagem**

A balizagem de linhas elétricas é essencial, porque tem um papel fundamental na segurança aérea e prevenção de acidentes. Como as linhas de MAT são caracterizadas pela sua grande distância ao solo, é necessário ter elementos na linha que sirvam de sinalizadores, para que o tráfego aéreo seja o mais seguro possível [27]. Há várias técnicas de balizagem aérea: diurna e noturna.

#### **2.3.6.2.1 Balizagem diurna**

A balizagem diurna tem como finalidade tornar as linhas visíveis durante o dia. Para cumprir esta finalidade são utilizadas duas técnicas principais:

##### **2.3.6.2.1.1 Balizagem Aérea**

A balizagem aérea dos apoios é feita com recurso a esferas que podem ser de cor branca, vermelha ou laranja e estão instaladas nos cabos de guarda. (fig.14)

O objetivo principal da utilização de esferas é aumentar a visibilidade das linhas elétricas, para que haja menor probabilidade de ocorrência de acidentes nas linhas para o tráfego aéreo [28].



*Figura 14 - Balizagem Aérea [29].*

#### **2.3.6.2.1.2 Pintura dos apoios**

Para que os apoios se tornem visíveis durante o dia, estes são pintados em faixas, com as cores vermelha e branca. As faixas a pintar correspondem a troços modulares das estruturas, de forma a realçar a sua silhueta e dimensões [30] (fig.16).



*Figura 15 - Apoio Balizado [31].*

#### **2.3.6.2.2 Balizagem noturna**

A integração de dispositivos de iluminação LED nas linhas elétricas desempenha um papel fundamental ao complementar o uso de esferas, menos eficazes durante a noite. Estes dispositivos têm a função de sinalizar os apoios, fornecendo informações às aeronaves sobre a sua localização e altura durante a noite. Normalmente, estas luminárias emitem luz vermelha contínua. A alimentação é garantida por um sistema reversível de bateria e painéis solares incorporados no dispositivo [28] (fig.16).



*Figura 16 - Balizores e esferas presentes nos apoios [32].*

### **2.3.6.3 Dispositivos de sinalização para avifauna**

Com o propósito de reduzir o impacto ambiental e prevenir colisões de aves com os cabos, são instalados dispositivos denominados *Bird Flight Diverter (BFD)*. Estes dispositivos têm como finalidade aumentar a visibilidade dos cabos condutores, para prevenir o contato das aves com os mesmos. O objetivo dessa medida é minimizar os possíveis impactos ambientais e preservar a vida da avifauna [33].

#### **2.3.6.3.1 Espirais**

Os BFD em espiral têm como finalidade tornar a linha mais visível para as aves. Normalmente, são de cor branca, amarela ou vermelha, e são instalados nos cabos de guarda. O material constituinte deste tipo de elemento é normalmente polipropileno ou PVC [33,34] (fig.17).



Figura 17 - Bird Flight Diverter em espiral [35].

### 2.3.6.3.2 Rotativos

Também designados como *Firefly Bird Flapper (FBF)*. Têm a mesma função que os BFD em espiral, mas em vez de estacionários, rodam 360°. Contém uma placa de matéria plástica que tem a capacidade de refletir a radiação ultravioleta, mesmo em condições de luminosidade reduzida. São mais eficazes que as espirais, portanto devem ser utilizados em zonas críticas onde predomine a problemática da colisão [36] (fig.18).



Figura 18 - Bird Flight Diverter Rotativo [37].

### 2.3.6.3.3 Dispositivos de condicionamento da construção de ninhos

Em zonas protegidas, são disponibilizadas plataformas de poiso e de nidificação. As aves que mais utilizam estas plataformas são as cegonhas brancas, as aves de rapina e os corvídeos. Para que a segurança das aves seja garantida, são instalados dispositivos anti pouso em parte críticas da linha e são instaladas plataformas em apoios dedicados. A escolha destes apoios tem em vista diminuir colisões e riscos de eletrocussão [36] (fig.19).



*Figura 19 - Plataformas de nidificação [38].*

#### 2.3.6.4 Acessórios de fixação

São os acessórios que garantem a fixação dos condutores às cadeias de isoladores e estas aos apoios. Nos apoios em que a fixação é feita por amarração, a continuidade da linha é assegurada através da utilização de um *shunt* (fig.20). As pinças de amarração contemplam um mecanismo que permite fixar o condutor à cadeia de isoladores e ao fiador, Este é preso às duas pontas criadas pelo corte efetuado nos cabos.



Figura 20 - Shunt em Cadeia de Amarração [39].

Neste caso, as pinças são utilizadas para unir o condutor, o *shunt* e a cadeia de isoladores.

#### 2.3.6.5 Acessórios de ligação e reparação

Depois da fase de montagem dos apoios estar concluída, é necessário fazer o desenrolamento dos cabos. Considerando que as bobines de cabo têm um comprimento limitado, é necessário colocar uniões de forma a obter a continuidade do circuito. Estas uniões também são utilizadas como forma de reparação quando um cabo está danificado. Esta união é feita através de compressões do material envolvente de forma a garantir a continuidade de serviço e conferir resistência mecânica ao cabo.

## 2.3.7 Acessórios OPGW

### 2.3.7.1 Abraçadeiras

As abraçadeiras são utilizadas para garantir a fixação dos cabos de fibra ótica do tipo OPGW quando descem desde o topo do apoio até à caixa de derivação. Estas abraçadeiras fixam o cabo ao apoio (fig.21).



*Figura 21 - Abraçadeira dupla [39].*

### 2.3.7.2 Caixas de junção e derivação

As caixas de junção têm a função de proteção atmosférica dos equipamentos que permitem a continuação do circuito de telecomunicações em fibra ótica e a junção/separação de cabos de fibra ótica (fig. 22).



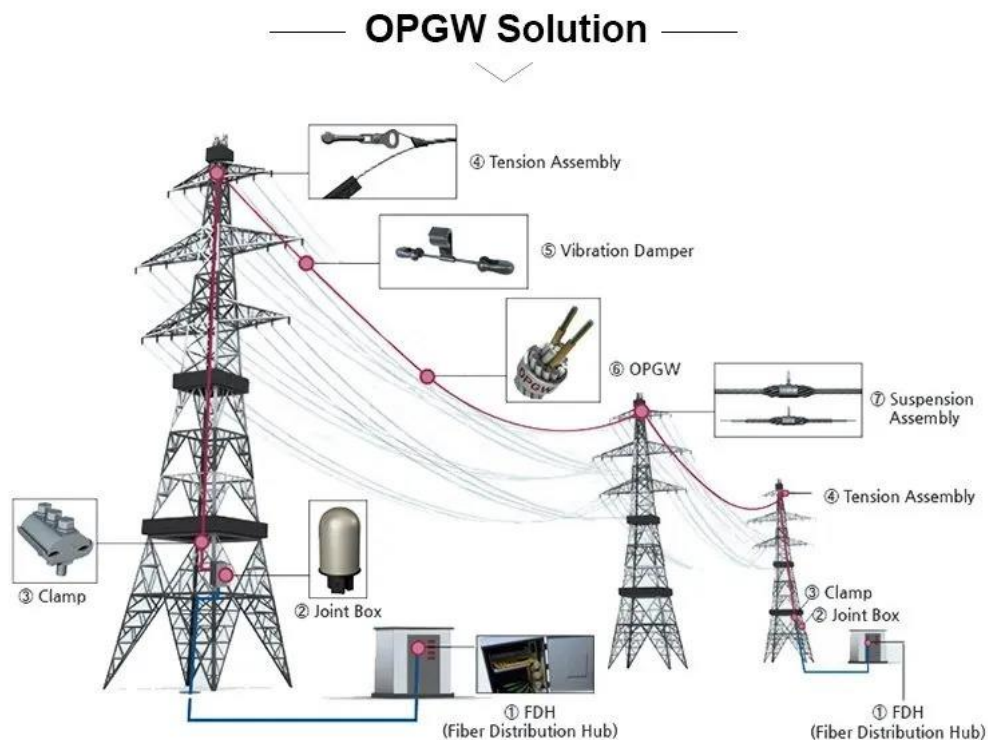


Figura 22 - Localização das caixas de junção numa linha [40].

## 2.4 Etapas de construção de uma linha de MAT

### 2.4.1 Escolha do local do estaleiro

A primeira etapa na construção de uma linha de MAT é a instalação de um estaleiro, que deve ter capacidade para armazenar materiais e equipamentos necessários de forma organizada, promovendo o fluxo de trabalho e a segurança de todos os trabalhadores envolvidos. Uma das primeiras tarefas consiste em definir a localização do estaleiro, que deve ser otimizada de forma a facilitar o transporte de equipamentos, considerando vias de ligação como autoestradas e a proximidade com os apoios a serem construídos. Para a instalação do estaleiro, deve-se escolher um local onde não seja necessária escavação nem movimentação de terras, que não possua relevância ecológica ou paisagística, e que esteja afastado pelo menos 50 metros de linhas de água e 500 metros de aglomerados populacionais. Se possível, devem ser utilizados armazéns já existentes de uso industrial [41].

## **2.4.2 Piquetagem e marcação de covas**

Uma das primeiras etapas a realizar é a piquetagem, que consiste em demarcar o terreno por meio de estacas ou marcas, sinalizando com exatidão os pontos de implantação dos apoios e o alinhamento dos mesmos. Esse processo é realizado por equipas especializadas, que utilizam técnicas de topografia e medição para garantir a correta localização e alinhamento das estruturas. Esta etapa é essencial para garantir a segurança da instalação, já que vai permitir que todos os apoios estejam posicionados adequadamente, evitando interferências com outras infraestruturas existentes, como estradas, edifícios e outras linhas de telecomunicações e distribuição de energia.

## **2.4.3 Abertura de caboucos**

Nesta fase, e já depois de ter sido concluída a piquetagem dos apoios, são escavados os caboucos do apoio, cumprindo o diagrama de abertura de caboucos (DAC). O responsável pela marcação dos caboucos deve estar familiarizado com a representação de cada estaca, para que seja possível uma correta orientação dos caboucos. Para a execução do diagrama, são necessários os dados do tipo de apoio, do tipo de fundação, dos desníveis do terreno e do tipo de terreno no qual o apoio é implementado [42].

## **2.4.4 Regulação das bases**

A regulação das bases é uma etapa fundamental na preparação do levantamento do apoio e é realizada através do diagrama de regulação de bases (DRB). Esta etapa vai assegurar a estabilidade do apoio em questão, devendo ser realizada cuidadosamente, tendo em atenção o posicionamento em relação ao centro do apoio e ao eixo da linha.

Para que o posicionamento correto possa ser garantido, são realizadas medições de distâncias frontais, laterais e de cruzamento entre o topo e as bases e das inclinações das respetivas faces, de forma a cumprir com os valores presentes no DRB [43].

## **2.4.5 Betonagem**

Uma vez terminadas as etapas anteriores, é necessário betonar as covas para que a estrutura fique sólida e resistente. Durante a betonagem, é importante garantir que o betão seja compactado adequadamente para evitar a formação de vazios ou bolhas de ar. Isso pode ser feito usando vibradores para remover o ar aprisionado e garantir uma distribuição uniforme do betão. Também é necessário observar o tempo de endurecimento do betão, que pode variar dependendo das condições climatéricas e da composição do betão utilizado. Durante a betonagem, também é importante realizar medições para assegurar que a estrutura está na posição correta e que todas as distâncias estão dentro das tolerâncias. Estas medições são essenciais para garantir precisão e conformidade com as especificações do projeto [43].

## **2.4.6 Terraplanagem e ligação à terra**

Terraplanagem é o processo de preparação do terreno para a montagem e instalação dos apoios. O aterro das covas é feito através de camadas, para que possa ser feita uma compactação adequada do terreno, o que constitui uma condição fundamental para que haja cumprimento da resistência necessária ao arrancamento da fundação.

A ligação à terra é feita durante esta etapa de terraplanagem e tem como objetivo fornecer um caminho seguro para a passagem de corrente elétrica de defeito para a Terra, assegurando a segurança da instalação e dos meios envolventes [44].

## **2.4.7 Assemblagem**

A assemblagem de um apoio de MAT consiste na montagem de todas as peças que constituem um apoio. Estes são agrupados por troços nas proximidades das coordenadas do apoio, de forma a facilitar o levantamento posterior. Para facilitar a assemblagem e levantamento do apoio sem causar danos à estrutura, é necessário conferir flexibilidade aos seus módulos constituintes. Para conseguir aumentar a sua flexibilidade, os parafusos que constituem o apoio são apertados apenas parcialmente.

## **2.4.8 Levantamento**

Uma vez concluída a fase de assemblagem do apoio no solo, a etapa seguinte é o seu levantamento. Para o levantamento de apoios são utilizados dois métodos:

Levantamento com auto grua - Neste método é utilizada uma auto grua para levantamento dos diversos módulos que constituem o apoio. Um dos desafios quando utilizado este método é a falta de acessos para um veículo pesado nos locais de levantamento dos apoios.

Levantamento com recurso a mastro de carga - Neste método é utilizado um mastro de carga, que servirá de estaca para a montagem e levantamento dos módulos que constituem o apoio. Este mastro é dotado de várias roldanas, para que possa ser feita a elevação de cada módulo com segurança. É utilizado um guincho de tração que tem força necessária para efetuar a elevação dos módulos correspondentes. Esta solução é utilizada em locais de acesso mais difícil, onde seria impossível aplicar o levantamento com o auxílio de um camião-grua ou “autogrua”.

## **2.4.9 Reaperto**

Como é mencionado no capítulo 2.4.7, opta-se pelo aperto parcial dos parafusos constituintes do apoio para conferir flexibilidade à estrutura. Concluída a fase do levantamento, procede-se ao reaperto de todos os parafusos presentes no apoio com o devido torque, de forma a garantir a sua estabilidade.

## **2.4.10 Desenrolamento dos cabos**

Depois de todos os elementos constituintes do apoio estarem montados, procede-se ao desenrolamento dos cabos. Os cabos são fornecidos numa bobine e são desenrolados utilizando roldanas que estão fixas nos apoios. Começa-se por passar uma corda, denominada corda-guia, que é transportada pelo solo, e é posteriormente transposta para

as roldanas que se encontram fixadas nas cadeias de isoladores. Esta etapa deve ser realizada com o máximo de precaução, para que não se provoquem danos mecânicos nos cabos. São utilizados, para o desenrolamento do cabo, um guincho e um freio. O guincho tem como função puxar o cabo, enquanto o freio garante a velocidade de desenrolamento do cabo. As duas pessoas que se encontram nestes dois dispositivos devem estar munidas de um equipamento de rádio, para contacto permanente no decorrer do desenrolamento [45].

### 2.4.11 Regulação e fixação dos cabos

A regulação dos cabos consiste em aplicar a tração e alinhamento determinados no cálculo mecânico em cada apoio. Este processo é essencial porque garante que a distância dos cabos aos elementos que passam sob a linha. Chama-se flecha à distância entre a linha reta que passa pelos dois pontos de fixação de um condutor em dois apoios consecutivos e o ponto mais baixo deste mesmo condutor.

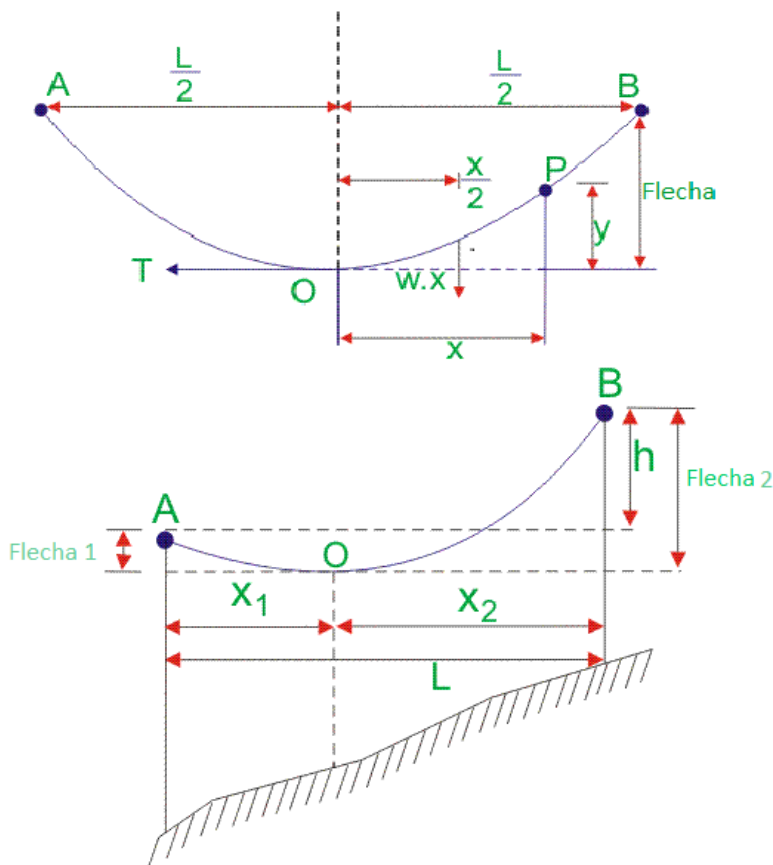


Figura 23 - Flecha em vãos nivelados (figura superior) e em vão desnivelados (figura inferior).

De forma a regular os cabos com o valor da flecha determinado no cálculo mecânico, é necessário instalar material topográfico nos apoios, nomeadamente uma luneta e um alvo. A medição é feita através da linha tangente ao ponto mais baixo da flecha.

Uma vez concluída a regulação das tensões e alinhamento, procede-se à fixação dos cabos às cadeias dos isoladores através de pinças [46].

## **2.5 Conclusões**

Dada a grande quantidade de elementos e etapas diferentes que constituem a construção de uma linha MAT, é possível concluir que projetos desta dimensão têm de envolver um grau de rigor elevadíssimo. Este rigor deve-se à importância e perigo que estas linhas podem trazer à população no caso de um erro técnico.

É imprescindível que todos os intervenientes no projeto e na construção de uma linha de MAT possuam conhecimentos sobre o funcionamento e os cuidados necessários com o equipamento em cada etapa da obra.

Apesar do custo, segurança e exigência técnica, as linhas de MAT constituem um equipamento fundamental no transporte de energia elétrica a grandes distâncias, indispensável para as necessidades energéticas existentes.

## Capítulo 3

# Desenvolvimento da ferramenta de apoio à gestão de construção de linhas MAT

Para dar início ao processo de desenvolvimento da ferramenta, é essencial adquirir um conhecimento detalhado sobre o processamento de todos os dados previamente à sua conceção. É necessário compreender como são calculadas todas as quantidades de cada equipamento e identificar os objetivos e funções que a ferramenta deve abranger.

### 3.1 Processo de gestão de dados corrente

Aquando do início do desenvolvimento da ferramenta, é necessário conhecer como são processados e armazenados todos os dados que dizem respeito à construção de uma linha MAT. Neste processo, é possível conhecer o formato da memória justificativa, do mapa de gestão e de todas as bases de dados utilizadas. Como já existiam vários automatismos presentes em diferentes ficheiros, é necessário condensar e enriquecer todo o processo de gestão de dados.

O mapa justificativo era dotado de alguns automatismos que permitiam fazer o cálculo dos elementos necessários, tal como é demonstrado no capítulo 3.2. De forma a enriquecer este mapa justificativo, foram desenvolvidas funções auxiliares de cálculo e apresentação que estão explicitadas no capítulo 3.3.2. Para além disso, é desenvolvida a funcionalidade de poder criar uma versão do mapa justificativo consoante possíveis alterações ao projeto. Antes do desenvolvimento desta funcionalidade, era necessário aceder ao mapa justificativo e alterar manualmente todos os campos que teriam sofrido alterações.

O mapa de gestão era dotado de algumas funcionalidades, tais como a funcionalidade de resumo e de compactação do mapa. De forma a enriquecer os algoritmos deste ficheiro, é criada a possibilidade de fazer resumos consoante datas relevantes, bem como a atualização automática do mapa em função das alterações ao projeto. Antes de ser criada esta funcionalidade, era necessário aceder ao mapa de gestão e manualmente gerir as encomendas que teriam sido modificadas em função das alterações ao projeto.

As bases de dados utilizadas não têm de sofrer alterações de forma a contemplar todos os automatismos desenvolvidos. Excertos destas bases de dados podem ser consultadas nos anexos.

Para o cálculo dos desvios do projeto, eram comparados, de forma manual, os totais presentes no mapa de gestão com os totais presentes na primeira versão da memória justificativa do projeto. De forma a enriquecer este processo de cálculo, foram automatizadas todas as comparações e diferenças necessárias.

De uma forma geral, este trabalho tem como objetivo enriquecer, compactar e criar algoritmos que ajudem na

gestão e automatização de dados de uma obra de uma linha MAT.

## **3.2 Grandezas e equipamentos de uma obra MAT**

No documento da memória justificativa, serão apresentadas todas as grandezas e equipamentos que constituem uma linha MAT. Este documento é a mais importante ferramenta de todo o processo de gestão, porque permite consultar todos os equipamentos utilizados em cada apoio. Uma vez que os mesmos são distintos, é essencial fundamentar como é determinada a tipologia e quantidade de cada tipo de equipamento.

De forma a complementar a lógica desenvolvida, foram disponibilizadas bases de dados técnicas que contêm as grandezas fundamentais de cada tipo de equipamento.

Nos subcapítulos seguintes serão apresentadas todas as grandezas que constituem esta memória justificativa e como podem ser determinadas.

### **3.2.1 Apoios e bases**

As grandezas correspondentes a apoios e bases presentes no mapa justificativo são o tipo de apoio, o peso do apoio e o peso das bases. O tipo de apoio é proveniente dos elementos gerais enviados pelo projetista. Através do tipo de apoio e recorrendo à base de dados que contém as especificações técnicas dos apoios, é possível determinar o peso do apoio e da base. Para alcançar esse objetivo, foram desenvolvidas funções que percorrem automaticamente toda a base de dados, de forma a determinar o peso do apoio e das bases correspondentes ao tipo de apoio a ser utilizado.

#### **3.2.1.1 Coordenadas e ângulo**

Este tipo de dados não requer qualquer tipo de cálculo; logo, é realizada a transposição de dados diretamente dos elementos gerais para a memória justificativa. As coordenadas são apresentadas sob a forma de meridiano, perpendicular e cota e o ângulo é apresentado em gradus.

#### **3.2.1.2 Tipo de fixação**

Nestas colunas, são apresentados os tipos de fixação dos cabos condutores, dos cabos de guarda e dos cabos de fibra ótica, conforme os dados apresentados pelos projetistas. Este tipo de dados não requer qualquer tipo de cálculo, sendo realizada a transposição diretamente dos elementos gerais para a memória justificativa.

#### **3.2.1.3 Fundações**

Nestas colunas vão ser apresentados os tipos das fundações, o volume de escavação, o volume de betão e o peso das armaduras. O tipo de fundações é determinado a partir do tipo de apoio, com recurso à base de dados dos apoios (anexo A.1). O volume de escavação, o volume de betão e o peso das armaduras são determinados a partir do tipo de fundação, com auxílio da base de dados onde estão todas as informações de todos os tipos de fundações (anexo A.2).

### 3.2.1.4 Cadeias de isoladores

Nestas colunas, vão ser apresentadas todas as informações relevantes sobre as cadeias de isoladores, tais como o código da cadeia, o código PL da cadeia, e o número de cadeias em cada poste para os cabos condutores e de guarda.

O código da cadeia é proveniente dos elementos gerais, e é a partir desta grandeza que é possível determinar o código PL. Para esta determinação, é estabelecida a correspondência entre o código da cadeia e o código PL, utilizando a base de dados que contém todas as informações sobre todas as cadeias existentes (Anexo A.3). O número de cadeias de isoladores em cada apoio depende de dois fatores: o tipo de fixação da linha e o número de condutores na linha.

O número de cadeias dos cabos condutores em cada apoio pode ser determinado pela seguinte expressão:

$$n^{\circ} \text{ cadeias } CC = n * F \quad (\text{eq. 1})$$

Em que:

$n$  = número de condutores por linha (linha simples  $n=1$ , linha dupla  $n=2$ , linha tripla  $n=3$ );

$F = 3$  se a fixação do cabo for suspensão;

$F = 6$  se a fixação do cabo for amarração.

Já o número de cadeias dos cabos de guarda pode ser determinado pela seguinte expressão:

$$n^{\circ} \text{ cadeias } CG = F \quad (\text{eq. 2})$$

Em que:

$F = 1$  se a fixação do cabo for suspensão

$F = 2$  se a fixação do cabo for amarração

A partir do código PL e utilizando a mesma base de dados, é possível determinar também o número de isoladores em cada cadeia.

### 3.2.1.5 Pinças

A quantidade de pinças a utilizar num apoio é igual ao número de condutores nesse mesmo apoio. No entanto, as pinças para fixação das cadeias de suspensão e amarração são distintas e, por esse motivo, estas informações devem surgir separadas:

$$n^{\circ}_{pinças} = n * f * F \quad (\text{eq.3})$$

Em que:



$n$  = número de condutores por linha (linha simples  $n=1$ , linha dupla  $n=2$ , linha tripla  $n=3$ );

$F = 3$  se a fixação do cabo for em suspensão;

$F = 6$  se a fixação do cabo for amarração;

$f$  = feixe do cabo (feixe simples  $f=1$ , feixe duplo  $f=2$ , feixe triplo  $f=3$ ).

### **3.2.1.6 Amortecimento**

O estudo de amortecimento visa determinar a necessidade, a quantidade e a localização de amortecedores na linha, para evitar fenómenos de ressonância e vibração.

Este estudo é realizado por uma empresa externa à Proef. Depois da receção do resultado deste estudo de amortecimento, estes dados podem ser inseridos diretamente na memória justificativa.

### **3.2.1.7 Balizagem**

Os equipamentos e serviços de balizagem das linhas, tais como balizagem aérea, balizores LED, balizagem diurna e tratamento anticorrosão devem ser introduzidos na memória justificativa. Estes valores dependem de fatores técnicos, legais e das decisões tomadas pelo projetista. No caso de balizagem aérea, sempre que o vão for maior do que 500 metros, será assinalado automaticamente no documento a necessidade da sua inclusão.

### **3.2.1.6 Dispositivos de sinalização para proteção da avifauna**

Os equipamentos a utilizar de sinalização para proteção da avifauna, em semelhança com o capítulo 2.3.6.3, são os BFD rotativos e em espiral, as turbinas e os dispositivos de condicionamento da construção de ninhos.

À semelhança do que ocorre nos campos reservados para a balizagem, estes dados devem também ser introduzidos diretamente na memória justificativa. Estes valores dependem de fatores legais, ambientais e das decisões tomadas pelo projetista.

### **3.2.1.7 Abraçadeiras para cabo OPGW**

Os valores do número de abraçadeiras simples e duplas deve ser introduzido diretamente na memória justificativa. Estes valores dependem da altura a que as caixas de fusão terão de estar do solo e, conseqüentemente, da altura de cada apoio. Normalmente, as abraçadeiras são colocadas de dois em dois metros.

## **3.3 Desenvolvimento da ferramenta de apoio à gestão de linhas MAT**

### **3.3.1 Considerações gerais e formato da ferramenta**

Como já é referido, toda a ferramenta está incorporada em apenas um documento Excel. Esta é constituída por diferentes folhas de cálculo, sendo que cada uma tem uma função diferente e todas são indispensáveis na

realização de qualquer projeto de linhas MAT. A sequência de operações deve ser a seguinte:

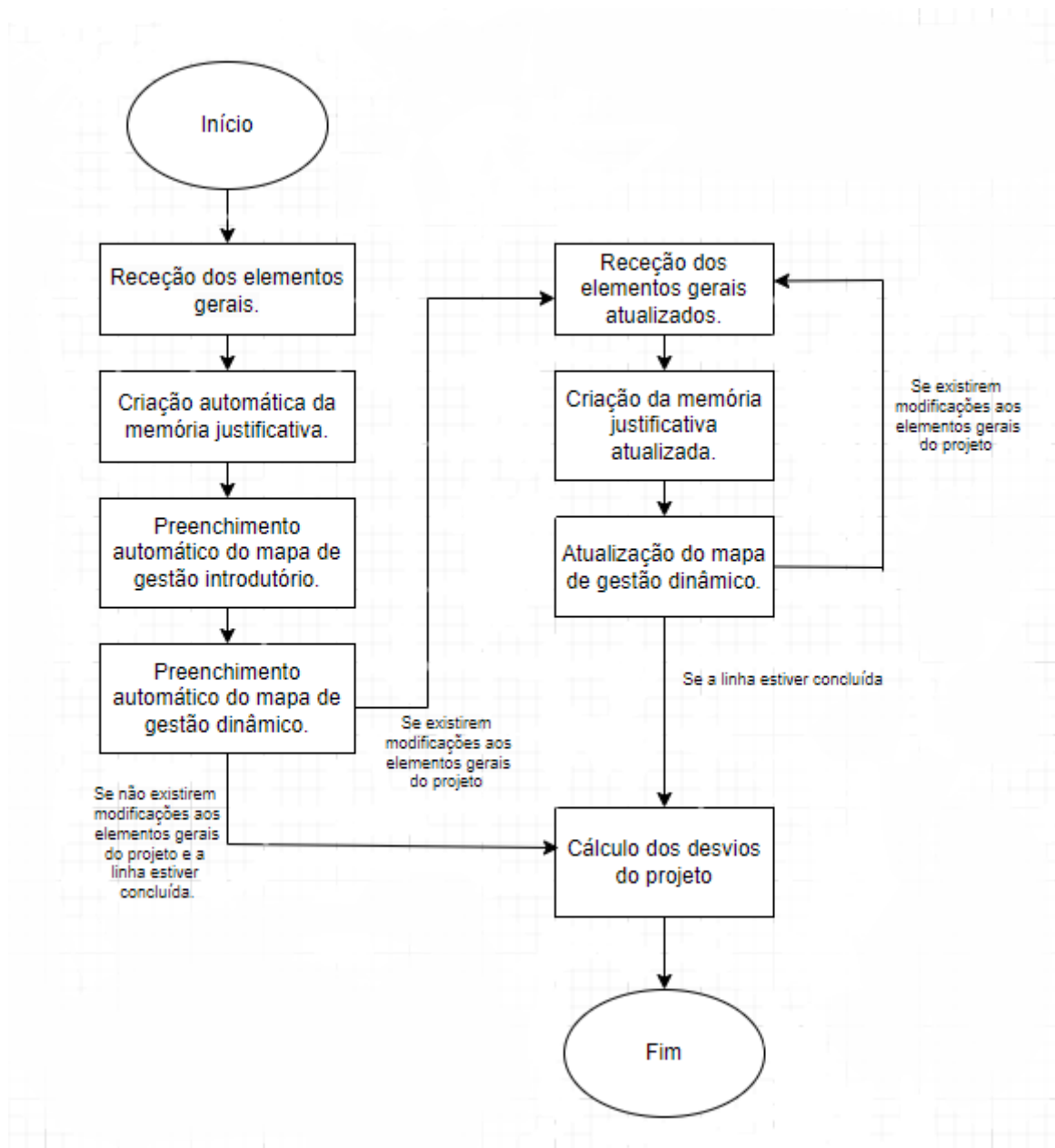


Figura 24 - Sequência das operações realizadas pela ferramenta.

Como na atribuição de trabalhos para construção é habitual dividir a linha por diversas empresas de construção, a linha considerada para teste e demonstração de resultados representa apenas o troço de uma linha entre duas subestações. Os elementos gerais da linha fictícia para demonstração de resultados estão apresentados na figura 25:

ELEMENTOS GERAIS	Apoio				Coordenadas (m)			Fixação			
	Nº	Tipo	Ângulo (GRD)	Vão (m)	M	P	Cota	Cadeias Cabos Condutores	CC	CG	FO
	SUB	PAL4C	0.00	62.8	-27,479.02	143,398.32	352.66	4T4H3M150P5	ATP20	A	A
	P1	DLA1	-105.41	185.0	-27,429.49	143,359.64	367.67	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P2	DLS2	-43.63	125.0	-27,329.30	143,513.24	336.70	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P3	DLT2	-36.17	183.0	-27,342.65	143,637.23	321.88	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P4	DLA1	-50.80	386.0	-27,457.12	143,780.11	297.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P5	DLS3	7.29	145.0	-27,840.53	143,817.57	362.44	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P6	DLA5	15.91	110.0	-27,983.67	143,848.36	346.54	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P7	ELT1	55.13	150.0	-28,081.28	143,896.93	331.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P8	ELT1	24.43	150.0	-28,116.95	144,040.83	314.60	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P9	DLS5	0.00	135.0	-28,096.12	144,187.90	313.03	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S
	P10	DLS4	32.01	245.0	-28,077.52	144,319.21	287.13	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P11	DLA1	-14.64	280.0	-27,929.62	144,516.37	264.32	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P12	DLT2	-3.75	130.0	-27,820.08	144,765.94	241.63	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S
	P13	DLA4	-24.43	290.0	-27,775.01	144,887.62	207.23	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P14	DLA2	-28.93	291.0	-27,783.22	145,171.28	199.05	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P15	DLS3	8.98	92.5	-27,918.33	145,428.66	184.07	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P16	ELT1	14.02	191.4	-27,948.97	145,514.63	179.65	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P17	DLA2	0.97	521.0	-27,970.74	145,692.04	184.12	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S
	P18	DLS4	36.42	123.0	-27,988.23	145,854.86	168.00	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P19	DLA6	30.79	240.0	-27,923.96	145,982.91	171.02	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P20	ELT1	0.00	135.0	-27,699.84	146,143.57	179.49	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S
	P21	ELT1	40.84	592.0	-27,590.85	146,221.70	192.78	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P22	DLS3	-0.09	147.0	-27,013.76	146,210.39	178.05	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	A	A
	P23	DLS2	-35.90	110.0	-26,867.27	146,207.73	203.22	4T4H3M150N5	AT20	A	A
	P24	DLA2	-1.37	335.0	-26,781.01	146,260.12	205.11	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S
	P25	DLT3	-6.18	500.0	-26,499.66	146,439.37	218.83	4T4H3M150N5	AT20	A	A

Figura 25 - Elementos gerais da linha a utilizar.

### 3.3.2 Criação do mapa justificativo correspondente aos elementos gerais

Como referido anteriormente, a memória justificativa é um dos mais importantes documentos presentes no projeto de construção de uma linha MAT. Neste documento podem ser encontradas todas as grandezas e equipamentos abordados no capítulo 3.2, bem como os totais de cada tipo de equipamento.

A criação do mapa justificativo é a primeira etapa a realizar quando se dá início à construção de linhas aéreas MAT. Para isto vai ser utilizada a folha intitulada “Template”, onde se devem introduzir os elementos gerais da linha em questão. Na figura 26 é possível observar a estrutura da folha, dos elementos gerais e das informações gerais da linha.

Nesta folha de cálculo, também existe o espaço para introdução de campos relevantes, tais como o nome da obra, a tensão nominal da linha, o nome do cliente, o tipo de cabos condutores, o tipo de cabos de guarda, o número de condutores por linha e o tipo de feixe. O preenchimento desses campos é essencial para o funcionamento adequado da ferramenta, uma vez que existem equipamentos cujas quantidades estão diretamente relacionadas com as informações inseridas nesses campos. No caso da linha utilizada para demonstração dos resultados, trata-se de uma linha simples de feixe simples de 400 kV.

proef		Apoio				Coordenadas (m)			Fixação				Feixe	Linha simples/dupla	Linha	Simples
Nº	Tipo	Ângulo (GRD)	Vão (m)	M	P	Cota	Cadeias Cabos Condutores	CC	CG	FO						
SUB	PAL4C	0.00	62.8	-27,479.02	143,398.32	352.66	4T4H3M150P5	ATP20	A	A	1	1	Feixe	Simples		
P1	DLA1	-105.41	185.0	-27,429.49	143,359.64	367.67	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Cabo CC	ZAMBEZE		
P2	DLS2	-43.63	125.0	-27,329.30	143,513.24	336.70	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Cabo CG	DORKING		
P3	DLT2	-36.17	183.0	-27,342.65	143,637.23	321.88	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Cabo FO	OPGW		
P4	DLA1	-50.80	386.0	-27,457.12	143,780.11	297.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Nível de tensão	400 kV		
P5	DLS3	7.29	145.0	-27,840.53	143,817.57	362.44	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Nome da obra	Linha Fictícia		
P6	DLA5	15.91	110.0	-27,983.67	143,848.36	346.54	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1	Cliente	FEUP		
P7	ELT1	55.13	150.0	-28,081.28	143,896.93	331.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P8	ELT1	24.43	150.0	-28,116.95	144,040.83	314.60	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P9	DLS5	0.00	135.0	-28,096.12	144,187.90	313.03	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S	1	1				
P10	DLS4	32.01	245.0	-28,077.52	144,319.21	287.13	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P11	DLA1	-14.64	280.0	-27,929.62	144,516.37	264.32	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P12	DLT2	-3.75	130.0	-27,820.08	144,765.94	241.63	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	1	1				
P13	DLA4	-24.43	290.0	-27,775.01	144,887.62	207.23	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P14	DLA2	-28.93	291.0	-27,783.22	145,171.28	199.05	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P15	DLS3	8.98	92.5	-27,918.33	145,428.66	184.07	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P16	ELT1	14.02	191.4	-27,948.97	145,514.63	179.65	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P17	DLA2	0.97	521.0	-27,970.74	145,692.04	184.12	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	1	1				
P18	DLS4	36.42	123.0	-27,988.23	145,854.86	168.00	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P19	DLA6	30.79	240.0	-27,923.96	145,982.91	171.02	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P20	ELT1	0.00	135.0	-27,699.84	146,143.57	179.49	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	1	1				
P21	ELT1	40.84	592.0	-27,590.85	146,221.70	192.78	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P22	DLS3	-0.09	147.0	-27,013.76	146,210.39	178.05	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	A	A	1	1				
P23	DLS2	-35.90	110.0	-26,867.27	146,207.73	203.22	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				
P24	DLA2	-1.37	335.0	-26,781.01	146,260.12	205.11	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S	1	1				
P25	DLT3	-6.18	500.0	-26,499.66	146,439.37	218.83	4T4H3M150N5	AT20	A	A	1	1				

Figura 26 - Folha "Template".

Depois dos parâmetros serem introduzidos, o mapa justificativo é automaticamente preenchido sem recurso a nenhum tipo de função, para que se possa dar início ao projeto.



Esta folha é dotada de cinco funções programáveis, que auxiliam o utilizador na análise e comparação da memória justificativa. As funções podem ser executadas através dos botões situados do lado esquerdo:

### **3.3.2.1 Apagar linhas em branco**

Esta função auxiliar tem como finalidade apagar linhas em branco que são desnecessárias ao projeto, compactando assim as informações da linha. Como o número de apoios pode variar de projeto para projeto, é possível que sobre linhas em branco entre o último apoio e a linha que apresenta os totais. Admitindo que o número de apoios é sempre igual ao longo do projeto, só é necessário executar esta função uma vez.

Quando forem criados mapas justificativos a partir de alterações no projeto, estes já não vão possuir linhas em branco. Esta função percorre a coluna B a partir da linha 5 (de forma a ignorar os cabeçalhos) até à linha onde surge a palavra “TOTAL” e apaga todas as linhas em que a célula B é um espaço vazio. A utilização desta função é opcional, já que as linhas podem ser apagadas manualmente.

### **3.3.2.2 Ocultar colunas desnecessárias**

Disponível com o nome “OcultarColunasMJUST”, esta função auxiliar tem como finalidade ocultar as colunas que não são necessárias no projeto, compactando assim as informações da linha. Isto acontece devido ao número das cadeias de isoladores diferentes. Este modelo está preparado para receber 8 cadeias de isoladores diferentes, o que será, a maior parte das vezes, superior à realidade do projeto. Por motivos de lógica, optou-se por apenas esconder as colunas desnecessárias, em vez de estas serem apagadas. É assim evidente que nenhuma coluna do documento deve ser apagada, porque este fenómeno vai interferir na lógica de toda a ferramenta. Esta função percorre todos os cabeçalhos e oculta uma coluna sempre que deteta uma célula igual a zero ou uma célula com espaço vazio. A utilização desta função é opcional, já que as colunas podem ser ocultadas manualmente.

### **3.3.2.3 Comparar Memória Justificativa**

Disponível com o nome “CompararMJUST”, esta função tem como finalidade comparar duas memórias justificativas do projeto. Quando surge uma nova versão do projeto, são recebidos os elementos gerais atualizados por parte da empresa responsável pelo projeto. Para que seja possível saber todos os campos que foram alterados de forma célere e expedita, é possível através desta função assinalar automaticamente todos os elementos que sofreram alterações. Estes serão assinalados a verde-claro e também incluem elementos que mudaram indiretamente. Por exemplo, se um apoio for alterado, os campos do tipo de apoio, dos pesos do apoio e base, e das fundações também aparecerão assinalados a verde-claro. Ao executar esta função, vai ser perguntado ao utilizador quais as folhas a comparar, sendo que é na segunda folha introduzida que vão aparecer as células assinaladas. Quaisquer folhas que contenham versões das memórias justificativas podem ser comparadas através desta função, em qualquer altura que seja conveniente.

### **3.3.2.4 Remover Comparação**

Disponível como “RemoverComparação”, esta função tem como finalidade remover a comparação feita pela função anterior. É essencial que, através do mesmo mapa, possam ser feitas diversas comparações entre as memórias justificativas correspondentes às várias versões do projeto. Para isso, e de forma dinâmica, esta função vem complementar a função anterior. Quando executada, surge uma caixa de texto na qual o utilizador introduz a

versão na qual a comparação deve ser removida. Depois de executada, é removida qualquer comparação feita anteriormente.

### **3.3.2.5 Ocultar folhas**

Disponível como “OcultarFolhas”, esta função auxiliar tem como objetivo ocultar folhas do documento que já não sejam necessárias ou relevantes para o projeto. Ao executar esta função, surge uma caixa de texto que pergunta quais as folhas a ocultar, que devem ser separadas por uma vírgula. A utilização desta função é opcional, já que as folhas podem ser ocultadas manualmente.

### **3.3.3 Criação do Mapa de Gestão**

Os mapas de encomendas, fundamentais para a gestão adequada dos elementos necessários à construção, foram desenvolvidos de modo que o utilizador tenha o maior número de informações relevantes de forma automatizada, dinâmica e intuitiva.

Após a geração do mapa justificativo, é necessária a criação de dois mapas de gestão de encomendas. Nestes dois mapas vão constar o tipo e a quantidade de cada equipamento. O mapa de gestão introdutório será utilizado para armazenar todas as encomendas que correspondem aos elementos gerais iniciais. Como referido anteriormente, o projeto sofre diversas alterações, que poderão mudar o tipo e a quantidades de equipamentos necessários para a obra; logo, é necessário um mapa de gestão dinâmico que seja atualizado ao longo do projeto e que inclua os desvios ocorridos. Neste mapa podem registar-se todas as informações relevantes, tais como datas de encomenda e receção de equipamentos, quantidades de equipamentos necessários e quaisquer informações e observações pertinentes para a gestão de encomendas. Uma característica importante deste mapa de gestão dinâmico é que contém alguns indicadores que sinalizam a proximidade do dia em que vai existir a chegada de um equipamento. Desta forma, o utilizador pode tomar as medidas apropriadas atempadamente.

Em primeiro lugar, é necessário carregar o mapa de gestão introdutório com as encomendas necessárias ao projeto. Para isso, é desenvolvida uma função que percorre todos os elementos gerais e determina as quantidades necessárias de cada tipo de equipamento. Este mapa serve apenas para o armazenamento da informação. Ainda nesta folha, é possível calcular os valores dos pesos das pernas a utilizar em cada apoio.

MAPA DE GESTÃO INTRODUTÓRIO													
Linha Fictícia 400 kV													
FEUP													
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">CARREGAR ELEMENTOS</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">CARREGAR POSTES</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">CARREGAR Acessórios de Cabos e Cadeias</div> </div>													
Apoios	Elementos	Tipo de Apoios	Quantidade	Unid	Perna -3	Perna -2	Perna -1	Perna 0	Perna +1	Perna +2	Perna +3	Total	
	Postes												
x	P1	DLA1	19660	KG				x x x x	1688			1688	
x	P2	DLS2	12100	KG				x x x x	1848			1848	
x	P3	DLT2	32850	KG			x	914 x x	2094	x	1174	4182	
x	P4	DLA1	19660	KG				x x x x	1688			1688	
x	P5	DLS3	12870	KG				x x x x	988			988	
x	P6	DLA5	26590	KG		x	292	x x	1172		x	796	2260
x	P7	ELT1	31010	KG								Selecionar 4 pernas	
x	P8	ELT1	31010	KG								Selecionar 4 pernas	
x	P9	DLS5	15110	KG		x	215	x x	680		x	512	1407
x	P10	DLS4	13830	KG		x	339	x x	950		x	644	1933
x	P11	DLA1	19660	KG				x x x x	1688			1688	
x	P12	DLT2	32850	KG			x	914 x x	2094	x	1174	4182	
x	P13	DLA4	24120	KG		x	578	x x	1534		x	948	3060
x	P14	DLA2	20970	KG		x	520	x x	1470		x	952	2942
x	P15	DLS3	12870	KG				x x x x	988			988	
x	P16	ELT1	31010	KG								Selecionar 4 pernas	
x	P17	DLA2	20970	KG		x	520	x x	1470		x	952	2942
x	P18	DLS4	13830	KG		x	339	x x	950		x	644	1933
x	P19	DLA6	27990	KG		x	751	x x	1890		x	1200	3841
x	P20	ELT1	31010	KG								Selecionar 4 pernas	
x	P21	ELT1	31010	KG								Selecionar 4 pernas	
x	P22	DLS3	12870	KG				x x x x	988			988	
x	P23	DLS2	12100	KG				x x x x	1848			1848	
x	P24	DLA2	20970	KG			x	628 x x	1470	x	842	2940	
x	P25	DLT3	35480	KG			x	524 x x	1230	x	735	2489	

Figura 29 - Mapa de gestão introdutório (apoios).

Depois do mapa introdutório estar preenchido, é possível preencher automaticamente o mapa de gestão dinâmico, onde podem ser registadas todas as informações que dizem respeito a encomendas, tais como as datas em que as mesmas foram realizadas, as datas de chegada dos equipamentos, as quantidades necessárias, as quantidades excedentes e os números de guia, entre outras. O mapa de gestão dinâmico está apresentado nas figuras 30,31 e 32. O mapa é dividido em três partes, por motivos de extensão.



Tipo	MAPA DE GESTÃO		Linha Fictícia 400 KV		FEUP		Carrregar elementos MGES		Substituir Postes		Substituir Armaduras		Substituir Bases		Substituir PLS CC		Substituir PLS CG		Substituir Balcagem		Substituir Avifauna		Substituir Pinças		Substituir Amortecedores		Substituir PLS OPGW		Substituir Isoladores		Substituir Escorner encomendadas repetidas		DATA ATUAL:		29/06/2023	
	Elementos		Definido em Fase de Projeto		Unidades		Definido em Fase de MONTAGEM		Info		Encomenda		POSTES		Observações		Previsão de Entrega																			
	Tipo (Poste)	Peso / QTD	Tipo Poste	Peso/QTD	Pernas	Data Alteração	nº NAV	Data	Quantidade	Excedente	Mais	Menos	Dias totais	Data	Dias em Falta																					
POSTE	DLA1	19660	KG	-	-	1688	23/06/2023	24/06/2023	19660	-	-	6	30/06/2023	1																						
POSTE	DLA2	12100	KG	-	-	1848	23/06/2023	24/06/2023	12100	-	-	7	01/07/2023	2																						
POSTE	DLA3	32850	KG	-	-	4182	23/06/2023	24/06/2023	32850	-	-	8	02/07/2023	3																						
POSTE	DLA4	19660	KG	-	-	1688	23/06/2023	24/06/2023	19660	-	-	9	03/07/2023	4																						
POSTE	DLA5	12870	KG	-	-	988	23/06/2023	24/06/2023	12870	-	-	10	04/07/2023	5																						
POSTE	DLA6	26590	KG	-	-	2260	23/06/2023	24/06/2023	26590	-	-	11	05/07/2023	6																						
POSTE	ELT1	31010	KG	-	-	-	23/06/2023	24/06/2023	31010	-	-	12	06/07/2023	7																						
POSTE	ELT2	31010	KG	-	-	-	23/06/2023	24/06/2023	31010	-	-	13	07/07/2023	8																						
POSTE	DLA7	15110	KG	-	-	1407	23/06/2023	24/06/2023	15110	-	-	14	08/07/2023	9																						
POSTE	DLA8	13830	KG	-	-	1933	23/06/2023	24/06/2023	13830	-	-	15	09/07/2023	10																						
POSTE	DLA9	19660	KG	-	-	1688	23/06/2023	24/06/2023	19660	-	-	16	10/07/2023	11																						
POSTE	DLA10	32850	KG	-	-	4182	23/06/2023	24/06/2023	32850	-	-	17	11/07/2023	12																						
POSTE	DLA11	24120	KG	-	-	3060	23/06/2023	24/06/2023	24120	-	-	18	12/07/2023	13																						
POSTE	DLA12	20970	KG	-	-	2942	23/06/2023	24/06/2023	20970	-	-	19	13/07/2023	14																						
POSTE	DLA13	12870	KG	-	-	988	23/06/2023	24/06/2023	12870	-	-	20	14/07/2023	15																						
POSTE	ELT3	31010	KG	-	-	-	23/06/2023	24/06/2023	31010	-	-	21	15/07/2023	16																						
POSTE	DLA14	20970	KG	-	-	2942	23/06/2023	24/06/2023	20970	-	-	22	16/07/2023	17																						
POSTE	DLA15	13830	KG	-	-	1933	23/06/2023	24/06/2023	13830	-	-	23	17/07/2023	18																						
POSTE	DLA16	27990	KG	-	-	3841	23/06/2023	24/06/2023	27990	-	-	24	18/07/2023	19																						
POSTE	ELT4	31010	KG	-	-	-	23/06/2023	24/06/2023	31010	-	-	25	19/07/2023	20																						
POSTE	ELT5	31010	KG	-	-	-	23/06/2023	24/06/2023	31010	-	-	26	20/07/2023	21																						
POSTE	DLA17	12870	KG	-	-	988	23/06/2023	24/06/2023	12870	-	-	27	21/07/2023	22																						
POSTE	DLA18	12100	KG	-	-	1848	23/06/2023	24/06/2023	12100	-	-	28	22/07/2023	23																						
POSTE	DLA19	20970	KG	-	-	2940	23/06/2023	24/06/2023	20970	-	-	29	23/07/2023	24																						
POSTE	DLA20	35480	KG	-	-	2489	23/06/2023	24/06/2023	35480	-	-	30	24/07/2023	25																						

Figura 30 - Mapa de Gestão Dinâmico (Apoios).

Tipo	Elementos		Definido em Fase de Projeto		Unidades		Definido em Fase de MONTAGEM		Info		Encomenda		POSTES		Observações		Previsão de Entrega	
	Carregar elementos MGES	Substituir Postos	Substituir Armaduras	Substituir Bases	Substituir PLS CC	Substituir PLS CG	Substituir Balizagem	Substituir Avifauna	Substituir Pingas	Substituir Amorecoadores	Substituir OPGW	Substituir Isoladores	Escolher encomendas repetidas	Menos	Dias totais	Data	Dias em Falta	
	MAPA DE GESTÃO Linha Fictícia 400 kV FEUP																	
ARMADURA		8	UNI	-	-	23/06/2023												
ARMADURA		9	UNI	-	-	23/06/2023												
ARMADURA		8	UNI	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		71.21088	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		71.21088	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.3	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		29.449095	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		48.5	KG	-	-	23/06/2023												
BASE		71.21088	KG	-	-	23/06/2023												

Figura 31 - Mapa de Gestão Dinâmico (Bases e Armaduras).

MAPA DE GESTÃO		Linha Fictícia 400 KV		FEUP		Carregar elementos MCEs		Substituir Postes		Substituir Armaduras		Substituir Bases		Substituir PCL CC		Substituir PCL CG		Substituir Balizagem		Substituir Afirmação		Substituir Pinças		Substituir Amortecedores		Substituir PLS		Substituir Isoladores		Substituir Encomendas repetidas		DATA ATUAL:		29/06/2023						
Tipo	Elementos	Definido em Fase de Projeto		Definido em Fase de MONTAGEM		Unidades		Definido em Fase de MONTAGEM		Info		Encomenda		POSITES		Observações		Previsão de Entrega																						
		Tipo (Poste)	Peso / QTD	Tipo Poste	Peso/QTD	Pernas	Data Alteração	n° NAV	Data	Quantidade	Excedente	Mais	Menos	Dias totais	Data	Dias em Falta																								
	<b>Accessórios de cabos e cadeias</b>																																							
CADEIA	PL 10221		114	-	-	-	23/06/2023																										24/08/2023		62	24/08/2023	57			
CADEIA	PL 10222		12	-	-	-	23/06/2023																												63	26/08/2023	58			
CADEIA	PL 10226		6	-	-	-	23/06/2023																												64	27/08/2023	59			
CADEIA	PL 10230		2	-	-	-	23/06/2023																												65	28/08/2023	60			
CADEIA	PL 10231		4	-	-	-	23/06/2023																												66	29/08/2023	61			
CADEIA	PL 10180		5	-	-	-	23/06/2023																												67	30/08/2023	62			
CADEIA	PL 10181		42	-	-	-	23/06/2023																												68	31/08/2023	63			
BALIZAGEM	Esfersas de balizagem para Cabo de Guarda		24	-	-	-	23/06/2023																												69	01/09/2023	64			
BALIZAGEM	Esfersas de balizagem para Cabo OPGW		27	-	-	-	23/06/2023																													70	02/09/2023	65		
BALIZAGEM	Luminárias Balizagem		6	-	-	-	23/06/2023																													71	03/09/2023	66		
AVIFAUNA	Espirais Vermelhas		27	-	-	-	23/06/2023																													72	04/09/2023	67		
AVIFAUNA	Espirais Brancas		24	-	-	-	23/06/2023																													73	05/09/2023	68		
AVIFAUNA	Rotativos Vermelhos		9	-	-	-	23/06/2023																													74	06/09/2023	69		
AVIFAUNA	Rotativos Brancos		8	-	-	-	23/06/2023																													75	07/09/2023	70		
AVIFAUNA	Turbinas		2	-	-	-	23/06/2023																													76	08/09/2023	71		
AVIFAUNA	Plataformas		2	-	-	-	23/06/2023																													77	09/09/2023	72		
PINÇA	Pinça de Suspensão CC		18	-	-	-	23/06/2023																													78	10/09/2023	73		
PINÇA	Pinça de Amarração CC		120	-	-	-	23/06/2023																													79	11/09/2023	74		
AMORTECEDOR	Amortecedores CC			-	-	-	23/06/2023																																	
AMORTECEDOR	Amortecedores CG			-	-	-	23/06/2023																																	
ISOLADORES	Isoladores			-	-	-	23/06/2023																																	
ISOLADORES	U160S		9108	-	-	-	23/06/2023																														83	15/09/2023	78	
CADEIA	<b>Accessórios para OPGW</b>																																							
CADEIA	PL 10182		5	-	-	-	23/06/2023																														85	17/09/2023	80	
CADEIA	PL 10183		42	-	-	-	23/06/2023																														86	18/09/2023	81	
ABRACADEIRA	Abraçadeiras Simples		50	-	-	-	23/06/2023																														87	19/09/2023	82	
ABRACADEIRA	Abraçadeiras Duplas		0	-	-	-	23/06/2023																														88	20/09/2023	83	
AMORTECEDOR	Amortecedores para cabo OPGW			-	-	-	23/06/2023																																	
TERRA	<b>Material Ligação à Terra</b>																																							
TERRA	Eletrodos Terra		100	-	-	-	23/06/2023																															91	23/09/2023	86
TERRA	Ligadores Tipo "E"		100	-	-	-	23/06/2023																															92	24/09/2023	87
TERRA	Ligadores Tipo "M"		100	-	-	-	23/06/2023																															93	25/09/2023	88
TERRA	Ligadores Tipo "C"		100	-	-	-	23/06/2023																															94	26/09/2023	89

Figura 32 - Mapa de Gestão Dinâmico (Accessórios de cabos e cadeias).

Através do mapa de gestão dinâmico é possível concluir que:

- Uma vez que os isoladores são vendidos em lotes de 90 unidades, para que seja possível cobrir as necessidades da linha foram encomendados isoladores em excesso.
- É possível observar através do sombreado vermelho-escuro nos apoios P1, P2 e P3 da figura 30 que o tempo restante para a chegada dos apoios é de três ou menos dias. Esta funcionalidade tem como função alertar o utilizador para a iminência da chegada de equipamentos, permitindo que possa tomar decisões atempadas sobre o rumo do projeto.

No decorrer da fase inicial do projeto, a empresa ainda não obteve os resultados do estudo de amortecimento. Estas encomendas permanecem com valores nulos. Quando for necessária a inclusão destes elementos, pode-se gerar uma nova modificação do projeto que, por sua vez, atualizará automaticamente o mapa de gestão dinâmico. Este processo está descrito nos subcapítulos 3.3.4 e 3.3.5.

### 3.3.4 Introdução de modificações no projeto

Devido a questões sociais, ambientais e técnicas, muitas vezes é necessário proceder a alterações nos elementos gerais do projeto. A alteração de um campo dos elementos gerais pode originar uma alteração nas quantidades necessárias de cada tipo de equipamento. Quando ocorrem modificações no projeto, normalmente o projetista reenvia a grelha dos elementos gerais atualizados.

É possível desenvolver um algoritmo que cria uma versão atualizada da memória justificativa, consoante os novos elementos gerais. De forma simples e automática, basta colar os novos elementos gerais e executar a função através do botão “Criar modificação” situado no canto superior direito. É necessário também introduzir o número da modificação a realizar através da caixa de texto presente no documento, como se pode observar na figura 33.

Atualização Nº	Novo Apoio				Novas Coordenadas (m)			Fixação			Amortecedores			Feixe	Linha simples/dupla
	Nº	Tipo	Ângulo (GRD)	Vão (m)	M	P	Cota	Cadeias Cabos Condutores	CC	CG	FO	Cabos condutores	Cabos de guarda		
1	SUB	PAL4C	0.00	62.8	-27,479.02	143,398.32	352.66	4T4H3M150P5	ATP20	A	A	6	1	1	1
1	P1	DLA1	-105.41	185.0	-27,500.49	143,400.64	365.67	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	3	4	1
1	P2	DLS2	-43.63	125.0	-27,329.30	143,513.24	336.70	4T4H3M150N5	AT20	A	A	36	5	6	1
1	P3	DLT2	-36.17	183.0	-27,342.85	143,637.23	321.88	4T4H3M150N5	AT20	A	A	30	4	6	1
1	P4	DLA1	-50.80	386.0	-27,457.12	143,780.11	297.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A	30	5	6	1
1	P5	DLS3	7.29	145.0	-27,840.53	143,817.57	362.44	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	4	4	1
1	P6	DLA5	15.91	110.0	-27,983.67	143,848.36	346.54	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	3	4	1
1	P7	ELT1	55.13	150.0	-28,081.28	143,896.93	331.46	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	4	5	1
1	P8	ELT1	24.43	150.0	-28,116.95	144,040.83	314.60	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	3	5	1
1	P9	DLS5	0.00	135.0	-28,096.12	144,187.90	313.03	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S	24	3	5	1
1	P10	DLS4	32.01	245.0	-28,077.52	144,319.21	287.13	4T4H3M150N5	AT20	A	A	12	2	4	1
1	P11	DLA1	-14.64	280.0	-27,929.62	144,516.37	264.32	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	2	5	1
1	P12	DLT2	-3.75	130.0	-27,820.08	144,765.94	241.63	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	18	2	5	1
1	P13	DLA4	-24.43	290.0	-27,775.01	144,887.62	207.23	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	2	4	1
1	P14	DLA2	-28.93	291.0	-27,783.22	145,171.28	199.05	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	2	4	1
1	P15	DLS3	8.98	92.5	-27,918.33	145,428.68	184.07	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	3	5	1
1	P16	ELT1	14.02	191.4	-27,948.97	145,514.63	179.65	4T4H3M150N5	AT20	A	A	30	4	6	1
1	P17	DLA2	0.97	521.0	-27,970.74	145,692.04	184.12	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	24	3	5	1
1	P18	DLS4	36.42	123.0	-27,988.23	145,854.86	168.00	4T4H3M150N5	AT20	A	A	12	1	2	1
1	P19	DLA6	30.79	240.0	-27,923.96	145,982.91	171.02	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	4	4	1
1	P20	ELT1	0.00	135.0	-27,699.84	146,143.57	179.49	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	S	S	24	3	4	1
1	P21	ELT1	40.84	592.0	-27,590.85	146,221.70	192.78	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	4	5	1
1	P22	DLS3	-0.09	147.0	-27,013.76	146,210.39	178.05	4T4K2M150L5/4T4V2M150R5	SD20	A	A	24	3	5	1
1	P23	DLS2	-35.90	110.0	-26,867.27	146,207.73	203.22	4T4H3M150N5	AT20	A	A	24	3	5	1
1	P24	DLA2	-1.37	335.0	-26,781.01	146,260.12	205.11	4T4K2M150L5/4T4V2M150Q5	SD20	S	S	12	2	4	1
1	P25	DLT3	-6.18	500.0	-26,499.66	146,439.37	218.83	4T4H3M150N5	AT20	A	A	18	2	5	1

Figura 33 - Introdução dos novos elementos gerais na folha "Modificações".

Nesta modificação, apenas é alterada a localização do apoio P1 e é incluído o estudo de amortecimento feito por uma entidade externa à empresa.

Após executar a função, é criada automaticamente uma folha no documento *Excel* com todo o mapa justificativo atualizado. Este mapa tem a mesma estrutura dos anteriores. A lógica que sustenta a programação desta função reside na cópia do mapa justificativo anterior, comparando-se a última versão da memória justificativa disponível no documento com os elementos gerais atualizados. Quando o algoritmo encontra um valor que é diferente nos dois documentos, introduz o valor na nova memória justificativa.

É possível observar nas figuras 34 e 35 a estrutura e apresentação destes dados. Os valores sombreados a verde dentro da grelha são valores que foram alterados de uma versão do projeto para a outra. Estes valores são assinalados automaticamente, para que o utilizador tenha uma forma expedita de conhecer quais foram todos os elementos que foram alterados. Esta comparação pode ser removida e refeita, utilizando os botões programáveis que se encontram ao lado da grelha.

pruef		Apoio										Fundações												
MAPA JUSTIFICATIVO V1		Peso (KG)			Tipo de Fixação			Coordenadas																
Linha Fictícia		Nº	Tipo	Base (KG)	Poste (KG)	Total	ZAMBEZE	DORKING	OPGW	Angulo, (grd)	Vão Topográfico, (m)	Distância às engens (m)	Meridiano	Perpendicular	Cota (m)	Tipo	Escavação (m³)	Betão (m³)	Peso armaduras (kg)	Eléctros Terra	Ligadores Tipo "E"	Ligadores Tipo "M"	Ligadores Tipo "C"	
FEUP							CC	CG	FO															
	Apagar linhas desnecessárias					0	AT	A	A	0	62.842	62.842	-27479.021	143398.322	352.66									
	Ocultar colunas desnecessárias	SUB	PAL4C																					
		P1	DLA1	48.5	19660	19708.5	AT	A	A	-105.4097653	185	247.84	-27500.492	143400.644	365.674	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P2	DLS2	29.449095	12100	12129.45	AT	A	A	-43.62907537	125	372.84	-27329.295	143513.24	336.698	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P3	DLT2	71.21088	32850	32921.21	AT	A	A	-36.16805322	183	555.84	-27342.651	143637.23	321.882	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P4	DLA1	48.5	19660	19708.5	AT	A	A	-50.80104406	386	941.84	-27457.116	143780.109	297.456	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P5	DLS3	29.449095	12870	12899.45	AT	A	A	7.290718795	145	1086.8	-27840.53	143817.566	362.443	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
	Comparar Versões	P6	DLA6	48.5	26590	26638.5	AT	A	A	15.90620415	110	1196.8	-27983.667	143848.36	346.535	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P7	ELT1	48.3	31010	31058.3	AT	A	A	55.13047033	150	1346.8	-28081.275	143896.934	331.464	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P8	ELT1	48.3	31010	31058.3	AT	A	A	24.43103649	150	1496.8	-28116.953	144040.826	314.603	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P9	DLS5	29.449095	15110	15139.45	SD	S	S	5.17158E-05	135	1631.8	-28096.12	144187.9	313.026	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P10	DLS4	29.449095	13830	13859.45	AT	A	A	32.01443685	245	1876.8	-28077.52	144319.209	287.134	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P11	DLA1	48.5	19660	19708.5	AT	A	A	-14.6419002	280	2156.8	-27929.623	144516.366	264.322	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P12	DLT2	71.21088	32850	32921.21	SD	S	S	-3.747559441	130	2286.8	-27820.08	144765.94	241.629	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
	Remover comparação	P13	DLA4	48.5	24120	24168.5	AT	A	A	-24.42609531	290	2576.8	-27775.01	144887.618	207.232	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P14	DLA2	48.5	20970	21018.5	AT	A	A	-28.93015735	291	2867.8	-27783.224	145171.278	199.053	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P15	DLS3	29.449095	12870	12899.45	AT	A	A	8.979029845	92.5	2960.3	-27918.328	145428.659	184.07	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P16	ELT1	48.3	31010	31058.3	AT	A	A	14.01894272	191.4	3151.7	-27948.965	145514.628	179.648	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P17	DLA2	48.5	20970	21018.5	SD	S	S	0.965063175	521	3672.7	-27970.741	145692.04	184.124	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P18	DLS4	29.449095	13830	13859.45	AT	A	A	36.42119635	123	3795.7	-27988.225	145854.86	168.003	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P19	DLA6	48.5	27990	28038.5	AT	A	A	30.79447575	240	4035.7	-27923.964	145982.907	171.022	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
	Ocultar Folhas	P20	ELT1	48.3	31010	31058.3	SD	S	S	-6.67264E-05	135	4170.7	-27699.84	146143.571	179.493	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P21	ELT1	48.3	31010	31058.3	AT	A	A	40.8419762	592	4762.7	-27590.85	146221.701	192.776	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		P22	DLS3	29.449095	12870	12899.45	SD	A	A	-0.092485268	147	4909.7	-27013.757	146210.391	178.045	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P23	DLS2	29.449095	12100	12129.45	AT	A	A	-35.89964106	110	5019.7	-26867.27	146207.733	203.218	DRE101	14.553	3.992	260	4	4	4	4	4
		P24	DLA2	48.5	20970	21018.5	SD	S	S	-1.369254233	335	5354.7	-26781.009	146260.119	205.114	DRE184	38.115	11.934	790	4	4	4	4	4
		P25	DLT3	71.21088	35480	35551.21	AT	A	A	-6.176797394	500	5854.7	-26499.662	146439.374	218.828	DRE266	54.76	14.914	965	4	4	4	4	4
		TOTAL		1127.23	562400	563527.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	897.54	258.654	16910	100	100	100	100	100

Figura 34 - Mapa justificativo após primeira modificação (Apoios e Fundações).





De forma expedita e célere, é possível, através das células demarcadas a verde da figura 36 e 37, tirar as seguintes ilações:

- A alteração do tipo do apoio 11 de DLA1 para DLA2 apenas origina uma alteração no peso do apoio.
- A alteração do tipo do apoio 25 de DLT3 para DLS2 resulta na alteração do peso da base, no peso do apoio e nas fundações a utilizar.
- A alteração no tipo de fixação do apoio 24 resulta na alteração do tipo e quantidade de cadeias de isoladores, levando a que o número de isoladores a utilizar seja também diferente.
- Foram incluídas as esferas de balizagem no vão do apoio 2, tal como foi mencionado anteriormente.

Esta ferramenta constitui uma enorme mais-valia nos processos de gestão, pois permite conhecer todas as modificações de forma expedita e automatizada.

### **3.3.5 Atualização dos dados do mapa de gestão consoante modificações no projeto**

Depois de gerar o mapa de gestão correspondente à primeira versão do projeto, sempre que surge alguma modificação nos elementos gerais é necessário atualizar este mapa, de forma a contemplar as mudanças que possam ter ocorrido em termos de equipamento elétrico.

Sempre que existe uma alteração ao projeto, este mapa, através de funções VBA, atualiza as necessidades do projeto.

Há quatro situações que podem ocorrer aquando de uma mudança de projeto:

#### **3.3.5.1 Excedente de equipamentos**

Esta situação sucede quando, depois de serem efetuadas alterações ao projeto, é necessária uma quantidade de equipamento inferior ao inicialmente previsto. O mapa de encomendas prevê esta situação e disponibiliza ao utilizador a informação de que existe um excedente no material que já havia sido encomendado. A responsabilidade pelos encargos dos equipamentos excedentes é atribuída à REN.

#### **3.3.5.2 Falta de equipamentos**

Esta situação sucede quando, depois da alteração do projeto, é necessária uma quantidade de equipamento superior ao que fora inicialmente previsto. Quando isto acontece, o mapa de encomendas reage à alteração do projeto adicionando as encomendas de material necessário. Calcula ainda os totais de cada equipamento em cada instância do mapa de gestão, de forma a controlar as quantidades necessárias, evitando os excedentes de qualquer tipo de acessório da linha.



### **3.3.5.3 Aditamento de encomendas**

Esta situação é exclusiva do caso dos apoios e acontece quando um apoio muda para outro da mesma família. Os apoios são montados a partir de vários módulos e os apoios da mesma família são constituídos por mais ou menos módulos. Por exemplo, se um apoio do tipo DLA2 for alterado para um apoio do tipo DLA3, é necessário encomendar apenas o módulo, ao invés de encomendar a totalidade do apoio. As encomendas dos apoios são feitas através do peso teórico do apoio que consta das tabelas técnicas auxiliares; logo, a ferramenta calcula, com o auxílio das tabelas técnicas, o peso excedente ou deficitário resultante da alteração ao projeto.

### **3.3.5.4 Equipamentos excluídos**

Este fenómeno acontece quando, depois da alteração do projeto, algum elemento deixa completamente de ser necessário. As funções do Excel preveem este fenómeno e alertam o utilizador através da coluna das informações presente na página. Quando há elementos nesta situação, a responsabilidade pelos seus encargos é atribuída à REN.

### **3.3.5.5 Atualização dos dados do mapa de gestão**

Como é demonstrado na secção anterior, há quatro tipos de situação no que diz respeito às quantidades de equipamentos: falta de equipamentos, excesso de equipamentos, aditamento de equipamentos (no caso de encomendas de apoios) e exclusão de equipamentos.

Todas estas situações estão previstas nos algoritmos presentes na folha do mapa de gestão dinâmica e o utilizador tem sempre a informação de qual situação ocorreu em cada uma das encomendas.

A lógica que sustenta as funções desenvolvidas assenta em comparar os elementos presentes no mapa de gestão dinâmico com os elementos presentes na última versão da memória justificativa. Se houver uma diferença na quantidade de algum equipamento, o sistema calcula o material excedente ou deficitário e apresenta a informação ao utilizador. A primeira modificação do documento da memória descritiva presente no capítulo 3.3.4 contemplou apenas a mudança das coordenadas do apoio e a inclusão do estudo de amortecimento, logo o mapa de gestão dinâmico deve apenas adicionar as encomendas dos amortecedores a serem utilizados em cada cabo, uma vez que a mudança de coordenadas não resulta na mudança de qualquer equipamento. Pode ser observado na figura 38 o excerto do mapa de gestão dinâmico atualizado, correspondente aos acessórios de cabos e cadeias.

Tipo	Elementos	MAPA DE GESTÃO Linha Fictícia 400 kV FEUP										DATA ATUAL: 29/06/2023	Previsão de Entrega					
		Definido em Fase de Projeto		Unidades		Definido em Fase de MONTAGEM		Info		Encomenda			POSTES		Observações	Dias totais	Data	Dias em Falta
		Carregar elementos MGES	Substituir Postes	Substituir Armaduras	Substituir Bases	Substituir Pólo CC	Substituir Pólo CG	Substituir Balizagem	Substituir Avifauna	Substituir Pinças	Substituir Amortecedores		Substituir Pólo OPGW	Substituir Pólo Isoladores				
POSTE	PL.10221	-	114	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	114	-	-	-	-	62	24/08/2023	57	
POSTE	PL.10222	-	12	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12	-	-	-	-	63	26/08/2023	58	
POSTE	PL.10226	-	6	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	6	-	-	-	-	64	27/08/2023	59	
POSTE	PL.10230	-	2	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	2	-	-	-	-	65	28/08/2023	60	
POSTE	PL.10231	-	4	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	4	-	-	-	-	66	29/08/2023	61	
POSTE	PL.10180	-	5	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	5	-	-	-	-	67	30/08/2023	62	
POSTE	PL.10181	-	42	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	42	-	-	-	-	68	31/08/2023	63	
POSTE	Esféras de balizagem para Cabo de Guarda	-	24	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	24	-	-	-	-	69	01/09/2023	64	
POSTE	Esféras de balizagem para Cabo OPGW	-	27	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	27	-	-	-	-	70	02/09/2023	65	
BALIZAGEM	Luminárias Balizagem	-	6	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	6	-	-	-	-	71	03/09/2023	66	
AVIFAUNA	Espirais Vermelhas	-	27	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	27	-	-	-	-	72	04/09/2023	67	
AVIFAUNA	Espirais Brancas	-	24	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	24	-	-	-	-	73	05/09/2023	68	
AVIFAUNA	Rotativos Vermelhos	-	9	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	9	-	-	-	-	74	06/09/2023	69	
AVIFAUNA	Rotativos Brancos	-	8	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	8	-	-	-	-	75	07/09/2023	70	
AVIFAUNA	Turbinas	-	2	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	2	-	-	-	-	76	08/09/2023	71	
AVIFAUNA	Plataformas	-	2	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	2	-	-	-	-	77	09/09/2023	72	
PINÇA	Pinça de Suspensão CC	-	18	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	6	-	-	-	-	78	10/09/2023	73	
PINÇA	Pinça de Amarração CC	-	120	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	40	-	-	-	-	79	11/09/2023	74	
AMORTECEDOR	Amortecedores CC	-	552	UNI	-	-	27/06/2023		27/06/2023	552	-	-	-	-	-	-	-	
AMORTECEDOR	Amortecedores CG	-	77	UNI	-	-	27/06/2023		27/06/2023	77	-	-	-	-	-	-	-	
ISOLADORES	Isoladores	-	9108	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	9180	72	-	-	-	83	15/09/2023	78	
ISOLADORES	U16085	-	9108	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	9180	72	-	-	-	83	15/09/2023	78	
POSTE	PL.10182	-	5	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	5	-	-	-	-	85	17/09/2023	80	
POSTE	PL.10183	-	42	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	42	-	-	-	-	86	18/09/2023	81	
ABRAÇADEIRA	Abraçadeiras Simples	-	50	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	50	-	-	-	-	87	19/09/2023	82	
ABRAÇADEIRA	Abraçadeiras Duplas	-	0	UNI	-	-	23/06/2023		27/06/2023	118	-	-	-	-	-	-	-	
AMORTECEDOR	Amortecedores para cabo OPGW	-	118	UNI	-	-	27/06/2023		27/06/2023	118	-	-	-	-	-	-	-	
TERRA	Material Ligação à Terra	-	100	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	100	-	-	-	-	91	23/09/2023	86	
TERRA	Eletrodos Terra	-	100	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	100	-	-	-	-	92	24/09/2023	87	
TERRA	Ligadores Tipo "E"	-	100	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	100	-	-	-	-	93	25/09/2023	88	
TERRA	Ligadores Tipo "M"	-	100	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	100	-	-	-	-	94	26/09/2023	89	
TERRA	Ligadores Tipo "C"	-	100	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	100	-	-	-	-	94	26/09/2023	89	

Figura 38 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à primeira alteração do projeto. (Acessórios de cabos e cadeias).

Comparando os mapas de gestão das figuras 32 e 38, e como era esperado, apenas as encomendas de amortecedores foram atualizadas. Para além disso, é assinalado na encomenda dos isoladores que há um excedente de 72 unidades.

Após a segunda modificação do projeto que está descrita na secção 3.3.4, onde as alterações contemplaram tipos de apoio e tipos de fixação, o mapa de gestão dinâmico atualizado é o apresentado nas figuras 39, 40 e 41:



Tipo	MAPA DE GESTÃO		FEUP														DATA ATUAL: 29/06/2023	Previsão de Entrega	Dias em Falta
	Linha Fictícia 400 KV																		
	Elementos																		
		Carregar elementos MGS	Substituir Poste	Substituir Armaduras	Substituir Bases	Substituir PCS CC	Substituir PCS CG	Substituir Balizagem	Substituir Afinação	Substituir Pinga	Substituir Amortecedores	Substituir PLS OPOW	Substituir Isoladores	Exceder recomendações repetidas					
Definido em Fase de Projeto		Definido em Fase de MONTAGEM		Definido em Fase de OTD/Pernas Data Alteração		Info		Encomenda		POSTES		Observações		Dias totais		Data			
Tipo (Poste)		Unidades		Tipo Poste/Peso/OTD		Data		Quantidade		Mais		Menos		Dias		Data			
ARMADURA	8	UNI	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	8	-	-	-	-	32	26/07/2023	27			
ARMADURA	1	UNI	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	9	-	-	-	-	33	27/07/2023	28			
ARMADURA	7	UNI	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	8	-	-	-	-	34	28/07/2023	29			
ARMADURA	8	UNI	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	8	-	-	-	-	34	28/07/2023	29			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	36	30/07/2023	31			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	37	31/07/2023	32			
BASE	71.21088	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	71.21088	-	-	-	-	38	01/08/2023	33			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	39	02/08/2023	34			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	40	08/08/2023	35			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	41	04/08/2023	36			
BASE	48.3	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.3	-	-	-	-	42	05/08/2023	37			
BASE	48.3	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.3	-	-	-	-	43	06/08/2023	38			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	44	07/08/2023	39			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	45	08/08/2023	40			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	46	09/08/2023	41			
BASE	71.21088	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	71.21088	-	-	-	-	47	10/08/2023	42			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	48	11/08/2023	43			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	49	12/08/2023	44			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	50	13/08/2023	45			
BASE	48.3	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.3	-	-	-	-	51	14/08/2023	46			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	52	15/08/2023	47			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	53	16/08/2023	48			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	54	17/08/2023	49			
BASE	48.3	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.3	-	-	-	-	55	18/08/2023	50			
BASE	48.3	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.3	-	-	-	-	56	19/08/2023	51			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	57	20/08/2023	52			
BASE	29.449095	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	29.449095	-	-	-	-	58	21/08/2023	53			
BASE	48.5	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	48.5	-	-	-	-	59	22/08/2023	54			
BASE	71.21088	KG	-	23/06/2023	-	23/06/2023	-	23/06/2023	71.21088	-	-	-	-	60	23/08/2023	55			
BASE	-	KG	-	29.449095	-	29/06/2023	-	29/06/2023	30/06/2023	-	-	-	-	-	-	-	-		

Figura 40 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à segunda alteração do projeto (Armaduras e bases).

Tipo	Elementos	Definido em Fase de Projeto		Unidades		Definido em Fase de MONTAGEM		Info		Encomenda		POSTES		Observações		Previsão de Entrega				
		Carregar elementos MGES	Substituir Postes	Substituir Armaduras	Substituir Bases	Substituir P.C.C	Substituir P.C.CG	Substituir Balizagem	Substituir Avifauna	Substituir Pinça	Substituir Amortecedores	Substituir OPGW	Substituir Isoladores	Exceder encomendas repetidas	Menos	Mais	Dias totais	Data	Dias em Falta	
		Carregar elementos MGES	Substituir Postes	Substituir Armaduras	Substituir Bases	Substituir P.C.C	Substituir P.C.CG	Substituir Balizagem	Substituir Avifauna	Substituir Pinça	Substituir Amortecedores	Substituir OPGW	Substituir Isoladores	Exceder encomendas repetidas	Menos	Mais	Dias totais	Data	Dias em Falta	
CADEIA	Accessórios de cabos e cadeias	-	114	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	114	-	-	-	-	-	62	24/08/2023	57	
CADEIA	PL 10221	-		UNI	-	6	-	23/06/2023												
CADEIA	PL 10221	-		UNI	-	6	-	23/06/2023												
CADEIA	PL 10222	-	12	UNI	-	10	-	23/06/2023		24/06/2023	12	2	-	-	-	-	63	26/08/2023	58	
CADEIA	PL 10226	-	6	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	6	-	-	-	-	-	64	27/08/2023	59	
CADEIA	PL 10230	-	2	UNI	-	1	-	23/06/2023		24/06/2023	2	1	-	-	-	-	65	28/08/2023	60	
CADEIA	PL 10231	-	4	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	4	-	-	-	-	-	66	29/08/2023	61	
CADEIA	PL 10180	-	5	UNI	-	4	-	23/06/2023		24/06/2023	5	1	-	-	-	-	67	30/08/2023	62	
CADEIA	PL 10181	-	42	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	42	-	-	-	-	-	68	31/08/2023	63	
CADEIA	PL 10181	-		UNI	-	2	-	23/06/2023												
BAUZAGEM	Esféras de balizagem para Cabo de Guarda	-	24	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	24	-	-	-	-	-	69	01/09/2023	64	
BAUZAGEM	Esféras de balizagem para Cabo de Guarda	-		UNI	-	8	-	23/06/2023												
BAUZAGEM	Esféras de balizagem para Cabo OPGW	-	27	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	27	-	-	-	-	-	70	02/09/2023	65	
BAUZAGEM	Esféras de balizagem para Cabo OPGW	-		UNI	-	9	-	23/06/2023												
BAUZAGEM	Luminárias Balizagem	-	6	UNI	-	6	-	23/06/2023		24/06/2023	6	-	-	-	-	-	71	03/09/2023	66	
AVIFAUNA	Espirais Vermelhas	-	27	UNI	-	27	-	23/06/2023		24/06/2023	27	-	-	-	-	-	72	04/09/2023	67	
AVIFAUNA	Espirais Brancas	-	24	UNI	-	24	-	23/06/2023		24/06/2023	24	-	-	-	-	-	73	05/09/2023	68	
AVIFAUNA	Rotativos Vermelhos	-	9	UNI	-	9	-	23/06/2023		24/06/2023	9	-	-	-	-	-	74	06/09/2023	69	
AVIFAUNA	Rotativos Brancos	-	8	UNI	-	8	-	23/06/2023		24/06/2023	8	-	-	-	-	-	75	07/09/2023	70	
AVIFAUNA	Turbinas	-	2	UNI	-	2	-	23/06/2023		24/06/2023	2	-	-	-	-	-	76	08/09/2023	71	
AVIFAUNA	Plataformas	-	2	UNI	-	2	-	23/06/2023		24/06/2023	2	-	-	-	-	-	77	09/09/2023	72	
PINÇA	Pinça de Suspensão CC	-	18	UNI	-	15	-	23/06/2023		24/06/2023	18	3	-	-	-	-	78	10/09/2023	73	
PINÇA	Pinça de Amarração CC	-	120	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	120	-	-	-	-	-	79	11/09/2023	74	
PINÇA	Pinça de Amarração CC	-		UNI	-	6	-	23/06/2023												
AMORTECEDOR	Amortecedores CC	-	552	UNI	-	-	-	27/06/2023		27/06/2023	552	-	-	-	-	-				
AMORTECEDOR	Amortecedores CG	-	77	UNI	-	-	-	27/06/2023		27/06/2023	77	-	-	-	-	-				
ISOLADORES	Isoladores	-	9108	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	9180	-	-	-	-	-	83	15/09/2023	78	
ISOLADORES	U1608S	-		UNI	-	204	-	23/06/2023												
ISOLADORES	U1608S	-		UNI	-	204	-	23/06/2023												
CADEIA	Accessórios para OPGW	-	5	UNI	-	4	-	23/06/2023		24/06/2023	5	1	-	-	-	-	85	17/09/2023	80	
CADEIA	PL 10182	-	42	UNI	-	-	-	23/06/2023		24/06/2023	42	-	-	-	-	-	86	18/09/2023	81	
CADEIA	PL 10183	-		UNI	-	2	-	23/06/2023												
AMORTECEDOR	Amortecedores para cabo OPGW	-	118	UNI	-	-	-	27/06/2023		27/06/2023	118	-	-	-	-	-				

Figura 41 - Mapa de Gestão Dinâmico correspondente à segunda alteração do projeto (Accessórios de cabos e cadeias).

Através das figuras 39,40 e 41 é possível tirar as seguintes ilações:

- A alteração do tipo do apoio 11 de DLA1 para DLA2 originou um aditamento da encomenda do apoio, já que estes dois apoios são da mesma família, como explicitado no capítulo 3.3.5.3. É possível observar na coluna legendada com “Menos” que serão necessários 1310 kg adicionais em função da alteração ao projeto.
- A alteração do tipo do apoio 25 de DLT3 para DLS2 resultou na exclusão do apoio e da base correspondentes ao apoio do tipo DLT3, e na inclusão do novo apoio e da base correspondente ao apoio DLS2. Devido a essa alteração do apoio, o número de fundações de cada tipo também é alterado, o que resulta num excedente da fundação DRE266 e na encomenda de uma fundação DRE101.
- A alteração no tipo de fixação do apoio 24 resulta na utilização de menos duas cadeias do tipo PL10222, uma cadeia do tipo PL10230, uma cadeia PL10182 e três pinças de amarração (que aparecem a azul-claro como excedente) e na encomenda de mais seis cadeias do tipo PL10221, duas cadeias do tipo PL10181, duas cadeias do tipo PL10183 e seis pinças de amarração. Como estas cadeias utilizam diferentes números de isoladores, o número total de isoladores de vidro a utilizar também será diferente.
- Como era pretendido, a informação sobre a inclusão de esferas de balizagem originou a criação de duas encomendas: oito esferas para cabo de guarda e nove esferas para cabo de guarda OPGW.

### **3.3.6 Criação de resumos temporais**

Este mapa de encomendas pode ser bastante extenso, o que levou à criação de uma função que tem a capacidade de o resumir. Esta função vai requerer a introdução de uma data de início e uma data de fim, bem como o tipo de filtro a aplicar. A filtragem pode ser aplicada às datas de encomenda, às datas de previsão de receção e às datas de receção reais. Na figura apresentada a seguir, foram filtradas todas as encomendas em que a receção está prevista entre o dia 01/07/2023 e o dia 01/08/2023.

Linha Fictícia															
Resumo 1															
Data: 01/07/2023 - 01/08/2023															
Filtrado por Previsão															
Tipo	Elementos	Definido em Fase de Projé		Unidades	Definido em Fase de MONTAGEM		Info	Encomenda		POSTES	Observações	Previsão de Entrega			
		Tipo (Poste)	Peso / QTD		Pernas	Data Alteração		nº NAV	Data			Quantidade	Excedente	Mais	Menos
POSTE	P2	DL52	12100	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12100	-		7	01/07/2023	2
POSTE	P3	DLT2	32850	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	32850	-		8	02/07/2023	3
POSTE	P4	DIA1	19660	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	19660	-		9	03/07/2023	4
POSTE	P5	DL53	12870	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12870	-		10	04/07/2023	5
POSTE	P6	DIA5	26590	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	26590	-		11	05/07/2023	6
POSTE	P7	ELT1	31010	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	31010	-		12	06/07/2023	7
POSTE	P8	ELT1	31010	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	31010	-		13	07/07/2023	8
POSTE	P9	DL55	15110	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	15110	-		14	08/07/2023	9
POSTE	P10	DL54	13830	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	13830	-		15	09/07/2023	10
POSTE	P11	DIA1	19660	KG	DIA2	20970	23/06/2023	Aditamento	24/06/2023	19660	-		16	10/07/2023	11
POSTE	P12	DLT2	32850	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	32850	-		17	11/07/2023	12
POSTE	P13	DIA4	24120	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	24120	-		18	12/07/2023	13
POSTE	P14	DIA2	20970	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	20970	-		19	13/07/2023	14
POSTE	P15	DL53	12870	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12870	-		20	14/07/2023	15
POSTE	P16	ELT1	31010	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	31010	-		21	15/07/2023	16
POSTE	P17	DIA2	20970	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	20970	-		22	16/07/2023	17
POSTE	P18	DL54	13830	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	13830	-		23	17/07/2023	18
POSTE	P19	DIA6	27990	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	27990	-		24	18/07/2023	19
POSTE	P20	ELT1	31010	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	31010	-		25	19/07/2023	20
POSTE	P21	ELT1	31010	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	31010	-		26	20/07/2023	21
POSTE	P22	DL53	12870	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12870	-		27	21/07/2023	22
POSTE	P23	DL52	12100	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	12100	-		28	22/07/2023	23
POSTE	P24	DIA2	20970	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	20970	-		29	23/07/2023	24
POSTE	P25	DLT3	35480	KG	-	-	23/06/2023	Não utilizado	24/06/2023	35480	-		30	24/07/2023	25
ARMADURA	DRE101		8	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	8	-		32	26/07/2023	27
ARMADURA	DRE184		9	UNI	-	-	23/06/2023		24/06/2023	9	-		33	27/07/2023	28
ARMADURA	DRE266		8	UNI	7	-	23/06/2023		24/06/2023	8	1		34	28/07/2023	29
BASE	P1		48.5	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	48.5	-		36	30/07/2023	31
BASE	P2		29.449095	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	29.449095	-		37	31/07/2023	32
BASE	P3		71.21088	KG	-	-	23/06/2023		24/06/2023	71.21088	-		38	01/08/2023	33

Figura 42 - Resumo temporal das encomendas em que a previsão de receção ocorre no mês de Julho.



Esta função é extremamente útil, pois permite resumir e filtrar a informação das encomendas do projeto com base num intervalo temporal definido pelo utilizador. Este mecanismo faz resumos temporais dos elementos recebidos/encomendados, permitindo ao utilizador fazer o controlo de gestão periódico. É muito comum as empresas responsáveis pela construção de linhas aéreas fazerem resumos periódicos de todos os equipamentos recebidos, de forma a poderem tomar decisões sobre as próximas etapas a serem desenvolvidas no projeto.

### **3.3.6 Cálculo dos desvios do projeto**

No final do projeto, é essencial determinar o total de equipamentos e serviços que correspondam a desvios do projeto.

Os desvios do projeto ocorrem quando são utilizados equipamentos e serviços que não estavam previstos, ou equipamentos e serviços adicionais, em relação aos que haviam sido determinados no início da obra.

Para esse fim, é desenvolvida uma ferramenta que calcula todos os desvios do projeto, levando em consideração todas as modificações existentes.

Esta ferramenta tem várias funcionalidades:

- Cálculo da diferença de equipamentos entre o projeto inicial e o projeto final. Para isto, são comparadas todas as necessidades iniciais com todos os equipamentos presentes no mapa de gestão.

Desvios do projeto						
	Elementos	Projeto inicial	Elementos	Projeto Final	Diferença	Observações
Peso	Bases	1127.2254	Bases	1156.6745	29.4491	
	Postes	562400	Postes	575680	13280	
	<b>Total (Bases + Postes)</b>	<b>563527.2254</b>	<b>Total (Bases + Postes)</b>	<b>576836.6745</b>	<b>13309.4491</b>	
Fundações	Escavação	897.539	Escavação	857.33	-40.209	
	Betão	258.654	Betão	247.732	-10.922	
	Peso armaduras	16910	Peso armaduras	16205	-705	
Balizagem	Esferas Vermelhas	27	Esferas Vermelhas	32	5	
	Esferas Brancas	24	Esferas Brancas	36	12	
	Luminárias	6	Luminárias	6	0	
Sinalização Avifauna	Espirais Vermelhas	27	Espirais Vermelhas	27	0	
	Espirais Brancas	24	Espirais Brancas	24	0	
	Rotativos Vermelhos	9	Rotativos Vermelhos	9	0	
	Rotativos Brancos	8	Rotativos Brancos	8	0	
	Turbinas	2	Turbinas	2	0	
	Plataformas	2	Plataformas	2	0	
Pinças	Pinças (S)	18	Pinças (S)	18	0	
	Pinças (A)	120	Pinças (A)	126	6	
Abraçadeiras	Abraçadeiras Simples	50	Abraçadeiras Simples	50	0	
	Abraçadeiras Duplas	0	Abraçadeiras Duplas	0	0	
Amortecedores	Amortecedores cabo ZAMBEZE	552	Amortecedores cabo ZAMBEZE	552	0	
	Amortecedores cabo DORKING	77	Amortecedores cabo DORKING	77	0	
	Amortecedores cabo OPGW	118	Amortecedores cabo OPGW	118	0	
Cadeias e Isoladores	PL 10221	114	PL 10221	120	6	
	PL 10222	12	PL 10222	12	0	
	PL 10226	6	PL 10226	6	0	
	PL 10230	2	PL 10230	2	0	
	PL 10231	4	PL 10231	4	0	
	PL 10180	5	PL 10180	5	0	
	PL 10181	42	PL 10181	44	2	
	PL 10182	5	PL 10182	5	0	
	PL 10183	42	PL 10183	44	2	
	U160BS	9108	U160BS	9450	342	

Figura 43 - Desvios do projeto.

Como se pode observar na figura 43, a tabela representa os totais de todos os equipamentos previstos no projeto inicial, no projeto final e a diferença entre os dois. Se a quantidade de um equipamento for maior no projeto final do que na previsão inicial, a diferença constitui uma mais-valia do projeto que terá de ser paga pelo cliente. Pelo contrário, se a quantidade de um equipamento for menor no projeto final do que na previsão inicial, a diferença constitui uma menos-valia do projeto, sendo da responsabilidade do cliente a guarda e pagamento dos elementos excedentes. Com estes automatismos é possível, no final de cada obra, determinar de forma expedita todas as quantidades que constituem mais e menos-valias do projeto, de forma a contabilizar todos os equipamentos envolventes na obra.

- Apresentação de todos os equipamentos previstos no projeto inicial e não utilizados na obra (situação descrita no subcapítulo 3.4.5.4).

Elementos inutilizados	Tipo	Peso/QTD
P25	DLT3	35480

Figura 44 - Elementos inutilizados.

Como está apresentado na figura 44, é prevista a utilização do apoio do tipo DLT3 no apoio 25 no início do projeto. Dadas as modificações ao projeto descritas no capítulo 3.3.4, o tipo do apoio é alterado de DLT3 para DLS2. Sendo estes apoios totalmente diferentes, o apoio DLT3 não é utilizado no decorrer do projeto.

De forma a incluir qualquer elemento nesta lista de forma manual, basta registar, na coluna do mapa de gestão dinâmico, que o elemento não é utilizado; automaticamente, esse elemento vai constar desta lista. A responsabilidade pelos equipamentos inutilizados é do cliente.

- Determinação da diferença entre o peso real do apoio e o peso teórico. Esta diferença deve-se a processos metalúrgicos de anti corrosão, como a galvanização.

Postes				
Postes	Tipo	Peso teórico (MJUST)	Peso Real (guia)	Diferença
P1	DLA1	19660	19740	-80
P2	DLS2	12100	12150	-50
P3	DLT2	32850	32950	-100
P4	DLA1	19660	19700	-40
P5	DLS3	12870	12870	0
P6	DLA5	26590	26570	20
P7	ELT1	31010	31050	-40
P8	ELT1	31010	31050	-40
P9	DLS5	15110	15140	-30
P10	DLS4	13830	13890	-60
P11	DLA1	19660	19730	-70
P12	DLT2	32850	32950	-100
P13	DLA4	24120	24130	-10
P14	DLA2	20970	21000	-30
P15	DLS3	12870	12920	-50
P16	ELT1	31010	31100	-90
P17	DLA2	20970	21000	-30
P18	DLS4	13830	13890	-60
P19	DLA6	27990	27980	10
P20	ELT1	31010	31050	-40
P21	ELT1	31010	31050	-40
P22	DLS3	12870	12860	10
P23	DLS2	12100	12150	-50
P24	DLA2	20970	21030	-60
P25	DLT3	35480	35580	-100
P25	DLS2	12100	12150	-50

Figura 45 - Cálculo da diferença entre os pesos teóricos e reais dos apoios.

Como se pode observar na figura 45, este mecanismo reúne os pesos reais e teóricos de cada apoio utilizado ao

longo do projeto. Os pesos teóricos são obtidos através da base de dados apresentada no anexo x, enquanto os pesos reais são os fornecidos pelos fabricantes dos apoios na guia de encomenda. Automaticamente, é calculada a diferença entre os dois, para apresentação ao utilizador. Se o peso teórico do apoio for superior ao peso real, a diferença vai ser apresentada com o fundo preenchido a vermelho; se o peso teórico e o peso real forem iguais, não existe diferença e o fundo da célula é preenchido a azul; e, se o peso teórico for inferior ao peso real, a diferença será apresentada com o fundo preenchido a verde. Este esquema de cores permite, de forma expedita, apresentar os resultados ao utilizador, distinguindo os diferentes tipos de cenários possíveis.

### **3.3 Análise das funcionalidades da ferramenta**

O desenvolvimento da ferramenta de apoio à gestão de linhas MAT permite complementar e compactar as ferramentas já existentes. A inclusão da ferramenta na gestão integrada de linhas de MAT constitui uma mais-valia fundamental, pois permite, de forma expedita, auxiliar todos os processos de gestão que constituem um projeto de construção de uma linha MAT. Para além das funcionalidades descritas anteriormente, a poupança temporal em alguns destes processos é bastante significativa, o que confere flexibilidade e rentabilidade em todas as etapas do projeto. Com a utilização desta ferramenta, o utilizador pode obter todos os equipamentos necessários bem como o controlo de toda a gestão do projeto de linhas MAT desde a receção dos elementos gerais ao cálculo de todos os desvios do projeto.

# Capítulo 4

## Conclusões

Os projetos de construção de linhas de MAT são extremamente complexos, porque dependem da coordenação de várias frentes de trabalho especializado. A quantidade de elementos necessários para a construção de linhas MAT, o tamanho de alguns desses elementos, o transporte e a guarda dos mesmos até à sua utilização, a segurança dos trabalhadores envolvidos, a segurança ambiental e os montantes investidos são questões fundamentais no decorrer de toda a obra. Para um melhor controlo de todas estas etapas, é desenvolvida uma ferramenta de controlo de gestão integrado que processa todos os dados envolvidos na construção de uma linha de MAT.

O desenvolvimento desta ferramenta, em conjunto com os engenheiros da Proef, é essencial para integração pessoal do estagiário no mundo empresarial. Uma vez em contacto com todos os elementos e etapas constituintes do projeto, é possível aprender e consolidar os conhecimentos sobre linhas de MAT, bem como o seu funcionamento. Como o trabalho é desenvolvido utilizando o *Microsoft Excel* e a ferramenta de programação integrada na linguagem *VBA*, é possível ganhar destreza e conhecimento no âmbito deste *software*, que poderá ser aplicado futuramente nesta e noutras áreas.

### 4.1 Utilidade das ferramentas desenvolvidas

O trabalho desenvolvido demonstrou-se bastante útil no avanço da otimização do processo de gestão de linhas de MAT. A concretização desta ferramenta não só permitiu automatizar processos que no passado eram manuais e demorados, como também garantiu à empresa um maior controlo sobre todas as fases integrantes de um projeto, através de modelos de dados concebidos integralmente para a Proef.

A partir de todos os automatismos presentes na folha de cálculo, o tempo economizado em todas as etapas é significativo, o que permite a antecipação da tomada de decisões, tais como cancelamento e pedido de encomendas, contratação de serviços e maquinaria, planeamento das etapas da construção da linha e outras decisões pertinentes no contexto do desenvolvimento da obra.

## **4.2 Impacto no trabalho da empresa**

O processo de cálculo de todos os elementos constituintes do projeto de construção de linhas de MAT é bastante extenso e rigoroso. O desenvolvimento da ferramenta capaz de automatizar todas as consultas, cálculos e determinações resulta numa economia do tempo despendido, uma vez que todo o trabalho outrora realizado manualmente é agora automático e instantâneo. Este alívio na carga temporal garante aos engenheiros responsáveis maior disponibilidade para a criação de novas ferramentas de apoio à gestão de obra, bem como maior disponibilidade para iniciar e liderar outro tipo de projetos. Todo este trabalho é extremamente benéfico para a empresa porque, com o mesmo número de engenheiros, existe a possibilidade de ter mais obras a decorrer em simultâneo. Isto permite ainda reduzir custos e maximizar potenciais lucros com a economia temporal e o controlo integrado de encomendas e elementos constituintes.

## **4.3 Principais dificuldades encontradas**

No início é necessário compreender toda a constituição do processo de construção de linhas e o método de organização de dados em vigor na empresa, pelo que é essencial rever todos os equipamentos e técnicas relevantes no contexto do problema a resolver. Como todo o equipamento é utilizado para funções diferentes e possui características próprias de funcionamento, antes de desenvolver quaisquer algoritmos é importante recordar e aprender todas estas informações. Este processo é demorado, mas fundamental para o início do desenvolvimento da ferramenta, que obrigou a recordar e a aprofundar os conhecimentos sobre o programa *Excel* e a linguagem *VBA*. Programar e desenvolver uma ferramenta complexa utilizando uma linguagem tão exigente como *VBA* demonstrou ser, por vezes, um obstáculo no desenvolvimento da ferramenta. Como os algoritmos desenvolvidos são de extrema complexidade e volume, é preciso, em conjunto com os engenheiros da Proef, fazer alterações constantes à lógica que sustenta a ferramenta.

## **4.4 Soluções encontradas**

De forma a ultrapassar os obstáculos referidos no ponto anterior, foram adotadas algumas estratégias: no início, com a ajuda e paciência dos engenheiros, é possível aprender e recordar todas as vertentes técnicas que envolvem um projeto destas dimensões. Para isto, foram utilizados artigos, documentos normativos, livros e pesquisas junto dos órgãos responsáveis pelo transporte de energia elétrica em Portugal. De forma a aprender e aprofundar os conhecimentos no software *Excel* e na linguagem de programação *VBA*, foram utilizadas plataformas de aprendizagem especializadas, vídeos académicos de instituições altamente credíveis e a consulta de manuais de utilização disponibilizados pela *Microsoft*. Com o objetivo de controlar o rumo e correção técnica da ferramenta desenvolvida, foram realizadas reuniões semanais, para que se mostrasse e discutisse o progresso da ferramenta. Estas discussões foram fundamentais para traçar as etapas seguintes e avaliar a correção técnica da lógica aplicada.

## **4.5 Continuação do desenvolvimento da ferramenta**

A realização deste trabalho veio auxiliar os colaboradores da Proef, gerindo mais eficazmente situações reais na construção de linhas de MAT. No entanto, com a rápida expansão do panorama elétrico em Portugal e no mundo, a ferramenta desenvolvida pode tornar-se rapidamente obsoleta ou desatualizada. De forma a acompanhar este

crescimento no panorama elétrico, é necessário que esta ferramenta continue a ser atualizada e desenvolvida. A continuação do desenvolvimento desta ferramenta pode resultar na construção de um sistema robusto de automatismos com uma utilidade fundamental na gestão da construção de linhas aéreas de MAT. A continuação do desenvolvimento deste trabalho assenta nas seguintes etapas:

#### **4.5.1 Expansão das bases de dados auxiliares**

Com a constante evolução científica, podem surgir novos equipamentos, tais como apoios e cadeias de isoladores. É necessário introduzir estes novos equipamentos nas tabelas de dados auxiliares, para que, quando surgirem num projeto, todas as suas informações já sejam conhecidas, de forma a garantir o melhor funcionamento possível da ferramenta. Se, por exemplo, um tipo de apoio não existir na tabela auxiliar, o programa assinala o erro, e só quando este for adicionado à base de dados é que poderá ser executado.

#### **4.5.2 Desenvolvimento de novas funcionalidades úteis para a empresa**

Apesar de estar prevista a existência de linhas duplas e triplas, em certos projetos é possível que, num apoio, haja duas linhas diferentes. Não foi possível desenvolver automatismos que resolvam esta situação, mas é possível usar a ferramenta duas vezes, uma para cada linha do apoio. Para isso, em todos os apoios em que existam duas linhas diferentes deve ser feita a separação de ambas as linhas. Quando se executa a ferramenta a segunda vez, e sendo os apoios iguais para ambas as linhas, estes podem-se desprezar, sendo calculados apenas os acessórios de cabos e cadeias. De modo a desenvolver a ferramenta para cobrir essa necessidade em apenas um ficheiro, é preciso modificar as folhas presentes no documento, de forma a separar ambas as linhas. A partir desta separação, devem ser calculadas as quantidades dos acessórios de cabos e cadeias, para que sejam adicionados na memória justificativa e no mapa de gestão de obra.

#### **4.5.3 Alteração dos algoritmos e lógica em conformidade com a evolução do panorama elétrico e necessidades da empresa**

Como foi mencionado anteriormente, o panorama elétrico está em constante desenvolvimento e expansão, o que pode tornar a lógica de algumas funções desatualizada e produzir resultados que não são desejáveis nem cientificamente corretos. Para além disso, os objetivos e modo de operação da empresa podem sofrer alterações, o que obriga à alteração dos algoritmos programáveis da ferramenta. Para isso, pode ser utilizada a descrição de todos os automatismos programáveis para proceder à sua correção.

#### **4.5.4 Utilidade do trabalho no futuro**

Atualmente, todos os processos que possam ser automatizados constituem uma grande mais-valia no bom funcionamento e conclusão de um projeto. Deste modo, o tempo de cada profissional é otimizado, permitindo assim que haja mais tempo para decisões empresariais importantes e menos tempo despendido em tarefas manuais repetitivas, o que torna o projeto mais célere, simples, organizado e rentável. Posto isto, a utilidade deste trabalho e de outros que o complementem é bastante significativa, indo de encontro aos objetivos da empresa.

# Anexo A

## Bases de dados utilizadas

### A.1 Base de dados dos apoios

Como é mencionado durante o capítulo 3, é utilizada uma base de dados que contém o peso dos apoios e bases consoante o tipo de apoio. Esta base de dados é guardada numa folha de Excel denominada “TAB\_POSTES”. Na figura seguinte, é apresentado um excerto da base de dados da secção das informações dos apoios. Foram utilizados valores virtuais em todas as bases de dados apresentadas, por motivos de confidencialidade das informações.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Elementos do Poste														
Poste Tipo	Altura Total	Altura Útil	Altura Aflor.	Frontal Inferior	Lateral Inferior	Cota Inferior	Frontal Superior	Lateral Superior	Cota Superior	Peso	Tracção	Compr.	Coef. Seg.	Fundação
	HT (m)	HU (m)	HS (m)	LF0 (r)	LL0 (r)	Z0 (n)	LF1 (r)	LL1 (r)	Z1 (n)	P (kg)	Fa ( )	Fc ( )	Ks ( )	Tipo
AWA1	36.000	19.000	0.8700	3.1884	2.2046	0.000	1.0860	0.8820	18.130	9.580				
AWA2	42.000	25.000	0.8700	3.8842	2.6423	0.000	1.0860	0.8820	24.130	12,020				
AWA3	48.000	31.000	0.8700	4.5800	3.0800	0.000	1.0860	0.8820	30.130	13,790				
AWA4	54.000	37.000	0.8700	5.2758	3.5177	0.000	1.0860	0.8820	36.130	15,400				
AWR1	36.000	19.000	0.8600	3.1835	2.1995	0.000	1.0800	0.8760	18.140	8,280				
AWR2	42.000	25.000	0.8600	3.8792	2.6372	0.000	1.0800	0.8760	24.140	10,140				
AWR3	48.000	31.000	0.8600	4.5750	3.0750	0.000	1.0800	0.8760	30.140	12,060				
AWR4	54.000	37.000	0.8600	5.2708	3.5128	0.000	1.0800	0.8760	36.140	14,420				
AWS1	36.000	19.000	0.7750	3.1634	2.1796	0.000	1.0500	0.8500	18.225	6,420				
AWS2	42.000	25.000	0.7750	3.8592	2.6173	0.000	1.0500	0.8500	24.225	7,750				
AWS3	48.000	31.000	0.7750	4.5550	3.0550	0.000	1.0500	0.8500	30.225	9,330				
AWT0	29.000	12.000	0.9700	2.4064	2.4064	0.000	1.0850	1.0850	11.030	8,580				
AWT1	36.000	19.000	0.9700	3.2450	3.2450	0.000	1.0850	1.0850	18.030	11,210				
AWT15	32.000	15.000	0.9700	2.7658	2.7658	0.000	1.0850	1.0850	14.030	9,480				0
AWT2	42.000	25.000	0.9700	3.9638	3.9638	0.000	1.0850	1.0850	24.030	13,850				
AWT3	48.000	31.000	0.9700	4.6826	4.6826	0.000	1.0850	1.0850	30.030	16,470				
BR1	18.570	15.500	0.7730	1.0755	1.0755	0.000	0.5650	0.5650	11.462	2,298				
BR2	21.570	18.500	0.8300	1.2065	1.2065	0.000	0.5650	0.5650	14.405	2,864				
BR3	24.870	21.800	0.8230	1.3540	1.3540	0.000	0.5650	0.5650	17.712	3,450				
BR4	28.170	25.100	0.8230	1.5010	1.5010	0.000	0.5650	0.5650	21.012	4,205				
BR5	31.420	28.350	0.8500	1.6445	1.6445	0.000	0.5650	0.5650	24.235	5,040				
BR6	34.670	31.600	0.8500	1.7895	1.7895	0.000	0.5650	0.5650	27.485	5,910				
BWGA1	38.600	22.600	0.9220	3.1258	2.5855	0.000	0.9660	0.9660	21.598	17,440				DRN114R
BWGA2	44.600	28.600	0.9220	3.7258	3.0355	0.000	0.9660	0.9660	27.598	20,240				DRN114R
BWGA3	50.600	34.600	0.9220	4.3255	3.4855	0.000	0.9660	0.9660	33.598	23,480				DRN114R
BWGR1	38.600	12.600	0.8880	3.1243	2.5833	0.000	0.9610	0.9610	21.632	14,530				DRN073R
BWGR2	44.600	28.600	0.8880	3.7243	3.0333	0.000	0.9610	0.9610	27.632	17,180				DRN073R

Figura 46 - Excerto da base de dados dos apoios.



Ainda neste documento, estão apresentados os elementos das bases, tal como se pode verificar na figura 47:

1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Elementos da Base												
Poste Tipo	Cantoneira	Graminho	Peso Unit.	Ângulos Inclinação (gr)				Factor Incremento (mm/m)			Comp.	Peso
	Perfil	G	kg/m	Prefix	AA	FF	FL	AA	LF	LL	Lb (m)	Pb (kg)
AWA1	'L150X14'	0.080	31.6	'WA 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWA2	'L150X14'	0.080	31.6	'WA 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWA3	'L150X14'	0.080	31.6	'WA 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWA4	'L160X15'	0.085	46.1	'WA 03'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWR1	'L120X12'	0.065	21.6	'WR 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.96		
AWR2	'L140X13'	0.075	27.5	'WR 02'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.96		
AWR3	'L140X13'	0.075	27.5	'WR 02'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.96		
AWR4	'L140X13'	0.075	27.5	'WR 02'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.96		
AWS1	'L100X10'	0.055	15.1	'WS 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWS2	'L100X10'	0.055	15.1	'WS 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWS3	'L100X10'	0.055	15.1	'WS 01'	91.35	95.36	92.65	1,009.34	115.96	72.95		
AWT0	'L160X15'	0.085	46.1	'WT 00'	89.32	92.41	92.41	1,014.25	119.80	119.80		
AWT1	'L180X15'	0.095	40.8	'WT 01'	89.32	92.41	92.41	1,014.25	119.80	119.80		
AWT15	'L160X15'	0.085	46.1	'WT 15'	89.32	92.41	92.41	1,014.25	119.80	119.80	#ND	#ND
AWT2	'L180X18'	0.095	48.6	'WT 02'	89.32	92.41	92.41	1,014.25	119.80	119.80		
AWT3	'L180X18'	0.095	48.6	'WT 02'	89.32	92.41	92.41	1,014.25	119.80	119.80		
BR1	'L120X10'	0.065	18.2	'CR01'	96.00	97.17	97.17	1,001.98	44.54	44.54		
BR2	'L120X12'	0.065	21.6	'CR02'	96.00	97.17	97.17	1,001.98	44.53	44.53		
BR3	'L120X12'	0.065	21.6	'CR03'	95.99	97.17	97.17	1,001.98	44.55	44.55		
BR4	'L120X12'	0.065	21.6	'CR04'	95.99	97.17	97.17	1,001.98	44.55	44.55		
BR5	'L120X12'	0.065	21.6	'CR05'	96.00	97.17	97.17	1,001.98	44.54	44.54		
BR6	'L120X12'	0.065	21.6	'CR06'	95.99	97.17	97.17	1,001.98	44.55	44.55		
BWGA1	'L200X20'	0.110	59.9	'GA 01'	92.11	95.24	93.65	1,007.78	100.00	74.98	4.376	328
BWGA2	'L200X20'	0.110	59.9	'GA 02'	92.11	95.24	93.65	1,007.78	100.00	74.99	4.376	328
BWGA3	'L200X20'	0.110	59.9	'GA 03'	92.10	95.23	93.66	1,007.78	99.99	74.99	4.376	328
BWGR1	'L180X18'	0.095	48.6	'GR 01'	92.11	95.23	93.65	1,007.78	100.00	75.00	3.838	233
BWGR2	'L180X18'	0.095	48.6	'GR 02'	92.11	95.23	93.65	1,007.78	100.00	75.00	3.838	233

Figura 47 - Excerto da base de dados das bases.

## A.2 Base de dados das fundações

De forma a obter os valores do volume de escavação, do volume do betão a utilizar e do peso das armaduras correspondente a cada fundação, é necessária a consulta da base de dados denominada como “TAB\_FUND”:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tipo	L1	L2	L3	H1	H2	H3	Hc	AF	Fuste	Unha	V. Esc	V. Unh	V. Betã	HLage	Armadura Sapata	Armadura Fuste	Peso Ari	Ra
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(m3)	(m)			(kg)	(ton)
DN013	1.10	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	2.10	0.40	0.40	0	2.5410	0.0000	0.7675				0	13
DN016	1.30	0.70	0.00	0.35	0.25	0.00	2.10	0.40	0.40	0	3.5490	0.0000	1.0180				45	16
DN019	1.50	0.90	0.00	0.35	0.25	0.00	2.10	0.40	0.40	0	4.7250	0.0000	1.2940				50	19
DN022	1.50	0.90	0.00	0.35	0.25	0.00	2.25	0.40	0.40	0	5.0625	0.0000	1.3180				50	22
DN026	1.50	0.90	0.00	0.35	0.25	0.00	2.40	0.40	0.40	0	5.4000	0.0000	1.3420				50	26
DN031	1.50	0.90	0.00	0.35	0.25	0.00	2.60	0.40	0.40	0	5.8500	0.0000	1.3740				55	31
DN035	1.70	1.10	0.00	0.35	0.35	0.00	2.60	0.40	0.40	0	7.5140	0.0000	1.8030				55	35
DN041	1.70	1.10	0.00	0.35	0.35	0.00	2.80	0.40	0.40	0	8.0920	0.0000	1.8350				60	41
DN048	1.70	1.10	0.00	0.35	0.35	0.00	3.00	0.40	0.40	0	8.6700	0.0000	1.8670				60	48
DN054	1.90	1.30	0.70	0.35	0.30	0.25	3.00	0.40	0.40	0	10.8300	0.0000	2.2930				65	54
DN062	1.90	1.30	0.70	0.35	0.30	0.25	3.20	0.40	0.40	0	11.5520	0.0000	2.3250				65	62
DN071	1.90	1.30	0.70	0.35	0.30	0.25	3.40	0.40	0.40	0	12.2740	0.0000	2.3570				70	71
DN079	2.10	1.50	0.90	0.35	0.30	0.25	3.40	0.40	0.40	0	14.9940	0.0000	2.8950				70	79
DN090	2.10	1.50	0.90	0.35	0.30	0.25	3.60	0.40	0.40	0	15.8760	0.0000	2.9170				75	90
DN099	2.30	1.70	1.00	0.35	0.35	0.30	3.60	0.40	0.40	0	19.0440	0.0000	3.6430				75	99
DN111	2.30	1.70	1.00	0.35	0.35	0.30	3.80	0.40	0.40	0	20.1020	0.0000	3.6750				80	111
DN115	2.50	1.90	1.20	0.45	0.45	0.40	3.80	0.40	0.40	0	23.7500	0.0000	5.4770				0	115
DN122	2.70	2.00	1.20	0.50	0.45	0.40	3.80	0.40	0.40	0	27.7020	0.0000	6.4770				0	122
DN133	2.90	2.20	1.30	0.50	0.50	0.45	3.80	0.40	0.40	0	31.9580	0.0000	7.8255				0	133
DN140	3.10	2.20	1.30	0.55	0.50	0.45	3.80	0.40	0.40	0	36.5180	0.0000	8.8980				0	140
DN151	3.30	2.40	1.40	0.55	0.50	0.50	3.80	0.40	0.40	0	41.3820	0.0000	10.2735				0	151
DNE013	1.10	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.10	0.40	0.40	0	2.5410	0.0000	0.9250				40	13
DNE016	1.30	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.10	0.40	0.40	0	3.5490	0.0000	1.1650				55	16
DNE019	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.10	0.40	0.40	0	4.7250	0.0000	1.4450				65	19
DNE022	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.25	0.40	0.40	0	5.0625	0.0000	1.4690				70	22
DNE026	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.40	0.40	0.40	0	5.4000	0.0000	1.4930				70	26
DNE031	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.60	0.40	0.40	0	5.8500	0.0000	1.5250				70	31

Figura 48 - Excerto da base de dados das fundações.

### A.3 Base de dados das cadeias de isoladores

Nesta base de dados estão contidas todas as informações relevantes sobre cada uma das cadeias de isoladores. A partir deste documento, é possível obter o número de isoladores por cadeia e o código PL. Apresenta-se de seguida um excerto dessa base de dados, que está localizada na folha Excel denominada “Base”.

Código PL	Tipo	S/D/VJ	Un (kV)	Icc (kA)	Fexle	Linha	Poste(s) Especifico	Topologias						
								Código	# Isolador	Tipo Isolador	Lref (mm)	Lmáx (mm)	Li (mm)	Dg (mm)
PL 10173	Suspensão	Simples	220	40	Simples	Simples	-	2U1K1M150C4	14	U160BS	-	2589	2044	1849
								2U1K1F150C4	12	AP 160 kN	-	2585	2040	1845
PL 10174	Suspensão	Simples	220	40	Simples	Simples/Dupla	-	2U1K1M150L4	14	U160BS	-	2589	2044	1849
								2U1K1F150L4	12	AP 160 kN	-	2585	2040	1845
PL 10175	Suspensão	Dupla	220	40	Simples	Simples/Dupla	-	2U4K2M150L4	28	U160BS	-	2614	2044	1849
								2U4K2F150L4	24	AP 160 kN	-	2610	2040	1845
PL 10176	Suspensão	Dupla	220	40	Simples	Simples	-	2U4K2M150C4	28	U160BS	-	2614	2044	1849
								2U4K2F150C4	24	AP 160 kN	-	2610	2040	1845
PL 10177	Suspensão	"A"	150	31.5	Duplo	Simples/Dupla	-	1D1A2M150L3	20	U160BS	-	2085	1460	1310
								1D1A2F150L3	18	AP 160 kN	-	2155	1530	1310
PL 10178	Amarração	Dupla	220	40	Duplo	Pórtico	-	2D4H2M150P4	28	U160BS	-	2914	2044	1070
								2D4H2F150P4	24	AP 160 kN	-	2910	2040	1070
PL 10179	Amarração	Dupla	220	40	Duplo	Simples/Dupla	-	2D4H2M150N4	28	U160BS	-	2914	2044	1884
								2D4H2F150N4	24	AP 160 kN	-	2910	2040	1880
PL 10180	Suspensão	Simples		50	Cabo de Guarda	Simples/Dupla	-	-	-	-	-	282	-	-
PL 10181	Amarração	Simples		50	Cabo de Guarda	Simples/Dupla	-	-	-	-	-	375	-	-
PL 10182	Suspensão	Simples		50	Cabo de Guarda OPGW	Simples/Dupla	-	-	-	-	-	175	-	-
PL 10183	Amarração	Simples		50	Cabo de Guarda OPGW	Simples/Dupla	-	-	-	-	-	515 - 725	-	-
PL 10184	Amarração	Dupla	220	50	Simples	Pórtico	-	2U4H2M150P5	28	U160BS	-	2914	2044	1070
								2U4H2F150P5	24	AP 160 kN	-	2910	2040	1070
PL 10185	Amarração	Dupla	220	40	Simples	Simples/Dupla	-	2U4H2C150N4	2	2C160P	-	2914	2044	1849
PL 10186	Suspensão	Simples	220	40	Simples	Simples	-	2U1K1C150C4	1	2C160P	-	2589	2044	1851
PL 10187	Suspensão	Simples	220	40	Simples	Simples/Dupla	-	2U1K1C150L4	1	2C160P	-	2589	2044	1851
PL 10188	Suspensão	Dupla	220	40	Simples	Simples	-	2U4K2C150C4	2	2C160P	-	2614	2044	1849
PL 10189	Suspensão	Dupla	220	40	Simples	Simples/Dupla	-	2U4K2C150L4	2	2C160P	-	2614	2044	1849
PL 10190	Amarração	Dupla	220	40	Simples	Pórtico	-	2U4H2C150P4	2	2C160P	-	2914	2044	1070
PL 10191	Amarração	Dupla	220	50	Simples	Simples/Dupla	-	2U4H2M150N5	28	U160BS	-	2914	2044	1849
								2U4H2F150N5	24	AP 160 kN	-	2910	2040	1845
PL 10192	Amarração	Dupla	400	50	Duplo	Pórtico	-	4D4H2M150P5	46	U160BS	-	4228	3358	1700
								4D4H2F150P5	40	AP 160 kN	-	4270	3400	1700

Figura 49 - Excerto da base de dados das cadeias de isoladores

#### A.4 Base de dados dos valores dos pesos das pernas

De forma a consultar o peso das pernas, é utilizada a folha “Dados” que contém as informações necessárias para este cálculo. Apresenta-se de seguida um excerto dessa base de dados.

Tipo	Perna -3	Perna -2	Perna -1	Perna 0	Perna +1	Perna +2	Perna +3
DLA1			340	422	508	600	678
DLA10		951	1024	1154	1274	1400	1602
DLA2		520	628	735	842	952	
DLA3			364	426	534	746	
DLA4		578	710	767	882	948	1077
DLA5		292	396	586	686	796	
DLA6		751	830	945	1062	1200	1288
DLA7			597	680	852	998	1134
DLA8		798	921	1034	1170	1390	1496
DLG54				512			
DLG58			516	558	660		
DLR1			300	302	374	432	511
DLR10		717	777	863	959	1110	1230
DLR2		366	488	567	604	756	765
DLR3			270	317	390	460	537
DLR4		458	590	600	708	788	864
DLR5		324	388	458	568	654	750
DLR6		614	680	736	838	922	1034
DLR7		443	519	576	709	784	937
DLR8		667	755	834	927	1001	1137
DLR9			534	661	721	867	999

Figura 50 - Excerto da base de dados com os valores dos pesos das pernas dos apoios.

# Referências

- [1] REN (2021). Informação de Mercado. <https://mercado.ren.pt/PT/Electr/InfoMercado> (Acesso em Julho 2023)
- [2] Lojaluz (2023). Rede de distribuição em Portugal: Princípios da EDP Distribuição <https://lojaluz.com/distribuidoras/rede-distribuicao> (Acesso em Junho 2023)
- [3] Endesa (2019). Como é que a energia elétrica chega às nossas casas? <https://www.endesa.pt/particulares/news-endesa/inova%C3%A7%C3%A3o/energia-eletrica-consumidor> (Acesso em Junho 2023).
- [4] ERSE (2023). Transporte. <https://www.erse.pt/eletricidade/funcionamento/transporte/> (Acesso em Junho 2023).
- [5] Goldenergy (2023). O que é uma Muito Alta Tensão (MAT) | Glossário. <https://goldenergy.pt/glossario/muito-alta-tensao-mat/> (Acesso em Junho. 2023)
- [6] Corporate Finance Institute. (2023). Excel VBA. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/excel/excel-vba/>. (Acesso em Jun. 2023)
- [7] Microsoft (2022). Getting started with VBA in Office. <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>. (Acesso em Junho 2023)
- [8] Mateus, C. M. D. C. (2019). Caracterização e Análise de Anomalias Detetadas em Inspeção de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica em Muito Alta Tensão, em Portugal Continental (Relatório de estágio). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
- [9] Wire & cable (n.d.) AAAC Conductor. <https://pt.jytopcable.com/aaac-conductor/> (Acesso em Junho 2023)
- [10] Huadong (n.d.). Get Best ACSR Zebra Conductor. <http://www.hdcoverheadconductor.com/acsr-zebra-conductor/> (Acesso em Junho 2023)
- [11] Labegalini, Paulo; Labegalini, José; Fuchs, Rubens; Almeida, Márcio, Projetos Mecânicos das Linhas Aéreas de Transmissão, 2º Edição, Brasil, 1992.
- [12] WTEC. (n.d.). Optical Ground Wire (OPGW) Fiber Optic Cable. [online] Available at: <https://wtenergy.com/product/optical-ground-wire-opgw-fiber-optic-cable/> (Acesso em Junho 2023).
- [13] Poway, CA Patch. (2013). What To Do About Downed Power Lines. [online] Available at: <https://patch.com/california/poway/what-to-do-if-you-see-a-downed-power-line> (Acesso em Junho 2023).
- [14] Almeida, R. E. P. D. D. A. (2016). Otimização da Metodologia de Projeto de Linhas Aéreas de Alta-Tensão com Modelização do Traçado Real em 3D (Dissertação de mestrado). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
- [15] Google Maps (2023). Street View. [https://www.google.pt/maps/@41.2467305,-8.6182189,3a,75y,119.02h,99.3t/data=!3m6!1e1!3m4!1sZcyzOQObjpNP7C\\_u\\_HdCSA!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu](https://www.google.pt/maps/@41.2467305,-8.6182189,3a,75y,119.02h,99.3t/data=!3m6!1e1!3m4!1sZcyzOQObjpNP7C_u_HdCSA!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu) (Acesso em Junho 2023).
- [16] allbiz (n.d.). Torres tubulares. <https://pt.all.biz/torres-tubulares-g6948> (Acesso Junho 2023).
- [17] Ferreira, J. R. R. P. (2003). Linhas de Transmissão. Apontamentos teóricos, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

[18] Hebei Sali Electric Equipment Manufacturing Co., Ltd. (n.d.). Quais são as vantagens e desvantagens dos isoladores de cerâmica e vidro - Conhecimento. Disponível <http://pt.salipowerequipment.com/info/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-c-50630003.html> (Acesso em Julho 2023).

[19] Aluminium alloy conductors (2018). Isoladores de vidro [https://portuguese.aluminiumalloyconductors.com/photo/aluminiumalloyconductors/editor/20180129161351\\_18858.jpg](https://portuguese.aluminiumalloyconductors.com/photo/aluminiumalloyconductors/editor/20180129161351_18858.jpg) (Acesso em Junho 2023)

[20] Dreamstime (n.d.). High-voltage Electrical Insulator Stock Image. <https://www.dreamstime.com/high-voltage-electrical-insulator-high-voltage-electrical-insulator-electric-line-against-dark-blue-sky-image113270987> (Acesso em Junho 2023).

[21] FEUP (n.d.). Tipos de Apoios. <https://web.fe.up.pt/~ee98096/tiposdeapoios.htm#amarracao> (Acesso em Junho 2023).

[22] Google Maps (2023). Street View. <https://www.google.pt/maps/@39.5691568,-8.3487688,3a,27.9y,90.95h,126.14t/data=!3m6!1e1!3m4!1s5Fy2nLfrIRCoVnQguqqUCQ!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu> (Acesso em Junho 2023).

[23] Documento normativo REN AMARRAÇÃO

[24] Documento normativo REN SUSPENSÃO

[25] FEUP (n.d.). A rede de Transporte e a sua História Evolutiva. <https://web.fe.up.pt/~ee98096/trabalho.pdf> (acesso em Junho 2023)

[26] Pinterest. (n.d.). What is this object found on transmission lines? | Electricity, Thermal power plant, Transmission line. <https://www.pinterest.pt/pin/562809284660053048/>. (Acesso em Jun. 2023).

[27] Gonçalves, L. M. F. (2018). Desenvolvimento de Índices de Estado de Linhas Aéreas de Muito Alta Tensão (Dissertação de mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

[28] REN - Rede Eléctrica Nacional, “Especificação Técnica - Dispositivo de balizagem aérea de linhas eléctricas de M.A.T.,” p. 9, 2007.

[29] Google Maps (2023). Street View. <https://www.google.pt/maps/@41.1999115,-8.6529404,3a,72.8y,146.55h,125.36t/data=!3m6!1e1!3m4!1sz8fbisrqZLLp1wTJtGvsQ!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu> (Acesso em Junho 2023)

[30] REN - Rede Eléctrica Nacional, “Especificação Técnica - Balizagem Aérea por pintura de torres Metálicas,” p. 16, 2007.

[31] Google Maps (2023). Street View. <https://www.google.pt/maps/@41.2072,-8.6338712,3a,75y,121.57h,133.2t/data=!3m6!1e1!3m4!1s0ZVUW58gGdMOHrTgfJR9Eg!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu> (Acesso em Junho 2023)

[32] Gsadmin (2021). FAA Warning Lights. [online] DigitalLogic. Available at: <https://digitallogic.com/use-case-faa-warning-lights/> (Acesso em Junho 2023).

[33] Preformed (n.d.). BIRD-FLIGHT Diverter - PLP. <https://preformed.com/energy/distribution/wildlife-protection/bird-flight-diverter> (Acesso em Junho 2023)

[34] PROTOCOLO AVIFAUNA II. (2009). <https://www.icnf.pt/api/file/doc/0443f49136267ceb> (Acesso em Junho 2023)

[35] preformed.com. (n.d.). BIRD-FLIGHTTM Diverter. <https://preformed.com/za/energy/distribution/wildlife-protection/bird-flight-diverter> (Acesso em Junho 2023).

- [36] ICNF (2019) Manual de Apoio à Análise de Projetos Relativos à Instalação de Linhas Aéreas de Distribuição E Transporte de Energia Elétrica, [www.icnf.pt/api/file/doc/c6b85cd21cd61522](http://www.icnf.pt/api/file/doc/c6b85cd21cd61522). (Acesso em Junho 2023).
- [37] Bird Flight Diverter. (2020). IndoDivert™- Bird Diverter, Bird Flight Diverter, Bird Flapper/ Reflector/ Deflector. <https://www.birdflightdiverter.com/p/installation-gallery.html> (Acesso em Julho 2023)
- [38] Aumentam os ninhos de cegonha-branca. (n.d.).<https://bcsdportugal.org/wp-content/uploads/2013/10/2014-CS-REN-CegonhaBranca.pdf> (Acesso em Julho 2023).
- [39] MATERIAIS PARA REDES -GENERALIDADES. (n.d.). Disponível at: <https://www.e-redes.pt/sites/eredes/files/2021-05/DFT-C60-010.pdf> (Acesso em Junho 2023).
- [40] indiamart.com. (n.d.). Opgw Fiber Optic Cable. <https://www.indiamart.com/proddetail/opgw-fiber-optic-cable-22220342412.html> (Acesso em Junho 2023).
- [41] Siaia (2007) Linha de Muito Alta Tensão Lares-Lavos a 400kV. [https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA1718/linhalaresslavos\\_volume1-resumonaotecnico20181122151157.pdf](https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA1718/linhalaresslavos_volume1-resumonaotecnico20181122151157.pdf) (Acesso em Junho 2023).
- [42] Silva, L. G. O. (2006). Fases de Instalação de uma Linha Aérea de Transmissão de Energia (Projeto final de curso). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
- [43] Antunes, A. A. M. (2007). Gestão de Obra (Dissertação). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
- [44] Teixeira, A. B. F. T. (2016). Metodologia Ótima para Sistemas de Ligação à Terra em Linhas de Média e Alta Tensão (Dissertação). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- [45] EDP (n.d.). -DESENROLAMENTO E COLOCAÇÃO DE CONDUTORES EM TENSÃO MECÂNICA 1. CARACTERIZAÇÃO. [https://aqtse.pt/wp-content/uploads/2020/11/FSS05-02\\_Desenrolamento-e-Colocacao-de-Condutores-em-Tensao-Mecanica-8.pdf](https://aqtse.pt/wp-content/uploads/2020/11/FSS05-02_Desenrolamento-e-Colocacao-de-Condutores-em-Tensao-Mecanica-8.pdf) (Acesso em Junho 2023).
- [46] Barros, A. C. N. (2019). Guia de Montagem de Linhas Aéreas Elétricas de Alta e Muito Alta Tensão (Dissertação). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto