

**Gestão da Manutenção e da Reserva  
Estratégica em Subestações Elétricas  
Caso de Estudo da EDP Distribuição**

**Cláudia Sofia Carvalho Matos**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia e Gestão Industrial**

(2º ciclo de estudos ou mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor António João Marques Cardoso

Co-orientador: Eng.º Tomás Ferreira Lima Andresen Abreu

**Fevereiro de 2021**



*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica:  
a vontade”*

Albert Einstein



# **Dedicatória**

Aos meus pais.

Ao Tiago Silva.

Ao Sr. Fernando Carvalho.



# Agradecimentos

A realização deste trabalho em muito se deve ao apoio e colaboração de algumas pessoas às quais gostaria de deixar aqui o meu mais profundo agradecimento. Num ano diferente de todos os outros, num ano mais exigente que todos os outros, no ano de maior aprendizagem de sempre, estas pessoas foram, com toda a certeza, a minha mais preciosa ajuda e a minha maior inspiração.

Ao meu orientador da EDP Distribuição, Engenheiro Tomás Abreu, pelo acompanhamento diário e pleno ao longo deste último ano, pelo tempo despendido e conhecimento transmitido.

Ao Professor Doutor António João Marques Cardoso pela disponibilidade que sempre manifestou na orientação deste trabalho. Também, por mostrar que ser o ser educado e o saber estar, continuam a ser dos maiores valores da humanidade.

À EDP Distribuição, pela oportunidade única que me possibilitou. Em especial à Dona Celestina Pinheiro, que apesar de já não poder ler estas palavras, foi a impulsionadora da minha entrada na EDP Distribuição. Ainda, ao António Alberto, à Dona Fátima, ao André Lousinha, à Francisca Carneiro, ao João Paulo Moreira, à Ana Luísa, ao João Pestana, ao João, ao Rui Marques, ao Herculano Rodrigues, ao Miguel Gonçalves, ao Alberto Pinto, ao Rúben Neves e a todos os demais que marcaram o meu percurso na EDP Distribuição, pela forma acolhedora como me receberam e pelo companheirismo que apresentaram no meu primeiro contacto com o mundo profissional.

Aos *Tirões*, José Mário Miranda, André Marques e Fernando Moreira, por me mostrarem que os laços de amizade que se criam no ambiente profissional, também podem ser para a vida.

Aos meus amigos de sempre, Rita Teixeira, Rui Guilherme e Beatriz Magalhães pela amizade, pelo apoio incondicional, pelos momentos felizes e principalmente por estarem ao meu lado em todas as minhas conquistas até ao momento.

Ao André, à Tatiana, à Carolina e à Adriana, que fizeram do meu percurso académico um percurso repleto de memórias felizes. A vós, levar-vos-ei para sempre no meu coração.

Ao Tiago Silva, por não me deixar perder a coragem nos momentos em que desistir parecia a melhor saída. Afinal, desistir é para os fracos. O meu muito obrigada pelo apoio

incondicional, pelo amor e dedicação e por seres a minha razão quando falava mais alto o coração.

À minha família, por estarem sempre presentes na minha vida e serem fontes constantes de motivação e orgulho. Em especial, ao Afonso, que será para sempre um bocadinho meu.

Aos meus pais, pela educação, carinho, dedicação, motivação, paciência e valores transmitidos, que serão sempre a minha maior herança. Obrigada pelo amor, pelo esforço e pelo sacrifício para me permitirem ser o que hoje sou. A vós, devo toda a minha vida.



## **Resumo**

Este trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento do modo de gestão da reserva estratégica e da sua manutenção, no âmbito do programa alavancado pela EDP Distribuição.

Tendo em conta a criticidade dos equipamentos instalados na rede de distribuição, é crucial uma eficiente gestão dos equipamentos de reserva, de modo a evitar consequências catastróficas aquando da ocorrência de avarias. Desta forma, com base no dimensionamento previamente efetuado e das características da reserva estratégica que foram avaliadas ao longo do percurso, foi possível delimitar um fluxograma de gestão e projetar um modelo de gestão para a reserva.

## **Palavras-chave**

Ativos; Gestão de Ativos; Ciclo de Vida; Manutenção; Sistemas de Gestão.



# **Abstract**

The main objective of this work is the development of the strategic reserve management and maintenance, within the scope of the program leveraged by EDP Distribuição.

Considering the criticality of the equipment installed in the distribution network, an efficient management of the reserve equipment is crucial, to avoid catastrophic consequences in the event of breakdowns. In this way, based on the sizing previously performed, and the characteristics of the strategic reserve that were assessed along the way, it was possible to define a management flowchart and design a management model for the reserve.

# **Keywords**

Assets, Asset management, Lyfe Cycle, Maintenance, Management systems.



# Índice

Lista de Figuras .....	xviii
Lista de Tabelas .....	xx
Lista de Acrónimos .....	xxii
Capítulo 1 .....	1
Introdução .....	1
1.1. Contextualização do Trabalho Desenvolvido .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia .....	2
1.4. Estrutura da Dissertação .....	2
Capítulo 2 .....	4
Generalidades e Conceitos .....	4
2.1. Gestão de Ativos .....	4
2.2. Ativo Físico .....	6
2.3. ISO 55000 X .....	7
2.3.1. ISO 55000 .....	7
2.3.2. ISO 55001 .....	7
2.3.3. ISO 55002 .....	7
2.4. Gestão de ativos baseada no risco .....	8
2.5. Ciclo de Vida dos Ativos .....	11
2.6. Manutenção dos Ativos Técnicos .....	13
2.6.1. Manutenção na EDP Distribuição .....	14
2.7. Indicadores de Desempenho (KPI) .....	16
Capítulo 3 .....	18
Contextualização do Caso de Estudo .....	18
3.1. Caracterização do Setor Elétrico .....	18
3.1.1. Breve História do Setor Elétrico em Portugal .....	18
3.1.2. Setor Elétrico .....	18

3.2.	Caracterização da EDP Distribuição .....	20
3.3.1.	Transformador de Potência AT/MT .....	22
3.3.2.	Disjuntor .....	23
3.3.3.	Seccionadores .....	23
3.3.4.	Reatância de Neutro .....	24
3.4.	Caracterização da Reserva Estratégica de Subestações .....	24
3.4.1.	Dimensionamento .....	25
3.4.2.	Modelo de Estudo .....	28
Capítulo 4.....		30
Aplicação da Metodologia Estudada.....		30
4.1.	Levantamento Inicial .....	30
4.1.1.	Reserva Operacional .....	31
4.1.2.	Reserva Volante .....	31
4.1.3.	Reserva Instalada.....	32
4.1.4.	Reserva de Transformadores AT/MT.....	32
4.2.	Ativos e/ou Equipamentos a constituir reserva.....	33
4.3.	Modos de Gestão Proposto .....	35
4.3.1.	Fluxograma de apoio à criação do modelo de gestão da Reserva Estratégica 37	
4.4.	Suplemento ao Fluxograma com um Modelo de Gestão .....	39
Capítulo 5.....		44
Discussão dos Resultados .....		44
5.1.	Exemplificação Prática do Modelo de Gestão.....	44
5.1.1.	Exemplo para Reserva Operacional.....	45
5.1.2.	Exemplo para Reserva Volante.....	46
5.1.3.	Exemplo para Reserva Instalada .....	47
Capítulo 6.....		50
Considerações Finais .....		50
6.1.	Conclusões.....	50
6.2.	Propostas para Trabalhos Futuros.....	51

Referências Bibliográficas .....	52
Anexos .....	54
Anexo A.....	54
Anexo B.....	55
Anexo C.....	56
Anexo D .....	58



# Lista de Figuras

Figura 1 - Tipos de Ativos.....	5
Figura 2 - Hierarquia de Ativos da EDPD.....	5
Figura 3 - Relação entre os elementos chave de um sistema de gestão de ativos.....	8
Figura 4 - Processo de Gestão do Risco. ....	10
Figura 5 - Matriz de Risco da EDPD. ....	11
Figura 6 - Fases do Ciclo de Vida dos Ativos da EDPD.....	12
Figura 7 - Custos do Ciclo de Vida de um Ativo.....	13
Figura 8 - Tipos de Manutenção adotados pela EDPD.....	14
Figura 9 - Curva de Fiabilidade.....	15
Figura 10 - Cadeia de Valor do Setor Elétrico. ....	19
Figura 11 - Transformador de Potência.....	22
Figura 12 - Disjuntor MT com câmara de corte em vácuo. ....	23
Figura 13 - Visão Global da Reserva Estratégica.....	30
Figura 14 - Curva de análise de reabilitação versus substituição.....	36
Figura 15 - Escolha do Equipamento Pretendido. ....	40
Figura 16 - Verificação de existência do equipamento pretendido em reserva. ....	40
Figura 17 - Visualização completa do stock integrante da reserva, com gestão de cores. .....	41
Figura 18 - Disponibilidade versus Indisponibilidade do equipamento pretendido. ....	43
Figura 19 - Necessidade de aquisição de Disjuntor AT.....	44
Figura 20 - Número de existências em armazém, para acorrer a avaria. ....	45
Figura 21 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade. ....	45
Figura 22 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento. ....	46
Figura 23 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade. ....	46
Figura 24 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento. ....	47
Figura 25 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade. ....	47
Figura 26 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento. ....	48



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - TCMT em exploração entre 2011 e 2018. ....	26
Tabela 2 - Avarias ocorridas em TCMT entre 2011 e 2018. ....	27
Tabela 3 - Valores das Variáveis da Equação 1. ....	27
Tabela 4 - Cálculo do Dimensionamento de TCMT. ....	28
Tabela 5 - Quantidade Dimensionada versus Existências em Armazém dos equipamentos a constituir reserva.....	34
Tabela 6 - Tabela explicativa da gestão por cores. ....	42



# Lista de Acrónimos

DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
EDPD	EDP Distribuição
ENSE	Entidade Nacional para o Setor Energético
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
MPS	Manutenção Preventiva Sistemática
PC	Postos de Corte
PS	Postos de Seccionamento
SE	Subestação Elétrica





# Capítulo 1

## Introdução

O capítulo introdutório está dividido em quatro partes principais. Numa primeira parte é apresentada uma contextualização do trabalho desenvolvido. Na segunda parte desta introdução, são estabelecidos os principais objetivos deste estudo. Na terceira parte, é exposta a metodologia utilizada. Na quarta e última parte, é explicitada a estrutura adotada neste trabalho.

### 1.1. Contextualização do Trabalho Desenvolvido

Para garantir a qualidade do serviço da rede elétrica, é importante que se faça uma boa gestão dos ativos envolvidos em toda a cadeia de valor do setor elétrico, desde a produção, transporte, distribuição e comercialização. Uma boa gestão dos ativos envolve, obrigatoriamente, a adoção de estratégias de manutenção, sejam elas preventivas ou corretivas, sendo que as estratégias preventivas são aquelas mais aplicadas na manutenção da rede elétrica e nos seus ativos. Desta forma, procura-se diminuir a ocorrência e duração das avarias, sobretudo as catastróficas, pois são aquelas que provocam um maior impacto numa empresa, neste caso a EDP Distribuição (EDPD).

De modo a garantir uma maior fiabilidade do serviço da empresa e dos seus ativos, a EDPD estabeleceu a criação de uma reserva estratégica dos seus ativos, imprescindíveis para o funcionamento de Subestações Elétricas (SE), Postos de Corte (PC) e Postos de Seccionamento (PS).

A reserva estratégica revela ser uma estratégia muito proveitosa, dada a divergência entre o tempo que a EDPD demora a adquirir um novo ativo, ou a reparar a sua avaria, e a qualidade exigida pelo serviço prestado. Deste modo, esta reserva permite o armazenamento de ativos, adquiridos de novo ou aproveitados das instalações já existentes, de modo a diminuir a indisponibilidade dos ativos que sofreram uma avaria.

Esta reserva otimiza os tempos de indisponibilidade da rede de distribuição elétrica, com vista à satisfação das necessidades da mesma. Permite, ainda, que os ativos armazenados e retirados de funcionamento em boas condições, seja por ações de conservação, beneficiação ou reabilitação, continuem a sofrer ações de manutenção e possam reintegrar a rede de distribuição elétrica, caso haja essa necessidade.

## **1.2. Objetivos**

A estratégia de dimensionamento da reserva estratégica já foi previamente estudada [1]. Esta estratégia faz uso das próprias necessidades da rede, codifica os ativos para garantir uma maior rastreabilidade dos mesmos e avalia a fiabilidade dos dados associados à aquisição de um novo ativo.

Para dar continuidade ao trabalho já efectuado, e com vista à integração num projeto proposto a ser desenvolvido pela EDPD, este trabalho tem como principais objetivos a análise do dimensionamento efetuado e proposta de gestão do mesmo, bem como a definição do modo de gestão da reserva estratégica.

Para cumprir os objetivos principais é importante definir alguns objetivos específicos. O cumprimento dos objetivos específicos determinados, tende a levar ao cumprimento dos objetivos principais.

## **1.3. Metodologia**

A metodologia estudada nesta dissertação assenta no dimensionamento previamente realizado em [1], e adaptado às necessidades da reserva, pelo grupo de trabalho estabelecido para tal.

Inicialmente, foi elaborado um fluxograma que serve de orientação para o gestor acerca do modo de gestão adequado para a empresa. Este fluxograma levou em conta as diferentes vertentes de reserva adotadas para a plenitude da Reserva Estratégica.

Posteriormente à elaboração do fluxograma, foi projetado um protótipo de Modelo de Gestão da Reserva Estratégica, que assenta nos módulos de funcionamento apresentados em [2] e que procura auxiliar o gestor na sua tarefa de modo a complementar a gestão idealizada pelo fluxograma.

## **1.4. Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos principais, iniciando-se com a contextualização do trabalho desenvolvido, objetivos e metodologia aplicada.

O segundo capítulo abarca o tema da gestão de ativos físicos, apresentando os conceitos mais relevantes. Depois, é introduzida a norma ISO 55000, bem como as suas componentes 55001/50002. É referida a criticidade da gestão baseada no risco, a importância do acompanhamento do ciclo de vida dos ativos, bem como a manutenção a que estes devem ser sujeitos para manter um bom estado de conservação e prolongar o

seu tempo de vida útil. É, ainda, relevada a importância dos Indicadores de Desempenho no processo de gestão de ativos.

No terceiro capítulo são efetuadas as mais diversificadas caracterizações relevantes, nomeadamente a do setor elétrico, da EDPD, de uma subestação elétrica e da reserva estratégica. Importa salientar a grande interligação entre estas caracterizações.

No quarto capítulo é efetuado o levantamento inicial dos dados e características cruciais para a realização do trabalho. São referidos quais os ativos considerados para constituir a reserva estratégica, os modos de gestão propostos, a explicação do fluxograma idealizado e o modelo que suplementa a idealização do mesmo.

No quinto capítulo são discutidos os resultados com recurso a uma exemplificação prática do modelo proposto.

No último e sexto capítulo são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido e sugeridas propostas para trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Generalidades e Conceitos

No presente capítulo são abordados algumas generalidades e conceitos que se revelaram importantes para a realização deste trabalho, designadamente: gestão de ativos, ativo físico, ISO 55000 e suas normas complementares, gestão de ativos baseada no risco, ciclo de vida dos ativos, manutenção e suas tipologias e indicadores de desempenho.

### 2.1. Gestão de Ativos

Antes de abordar a gestão de ativos, é importante definir o termo *ativo*, que é tão frequentemente usado.

*Ativo* é um termo muito comum na sociedade atual, no entanto este termo pode associar-se a diferentes especificações, com dependência da área ou do setor em que se aplica. Podem ser identificados, atualmente, os seguintes cinco tipos [3]:

- Ativos Físicos: instalações, máquinas, edifícios, veículos, entre outros;
- Ativos Humanos: conhecimento, competências, responsabilidades, experiência;
- Ativos Financeiros: lucro, ações, fundo de manuseio, dívidas, entre outros;
- Ativos Intangíveis: reputação, moral, impacto social, imagem, relações externas;
- Ativos de Informação: dados em formato digital, informação empresarial da organização e clientes, informação de desempenho financeiro, entre outros.

Deste modo, segundo a divisão acima efetuada, pode concluir-se que os ativos se dividem em dois grupos principais: Ativos Tangíveis (Ativos Físicos, Ativos Humanos, Ativos Financeiros e Ativos de Informação) e Ativos Intangíveis (Fig. 1).

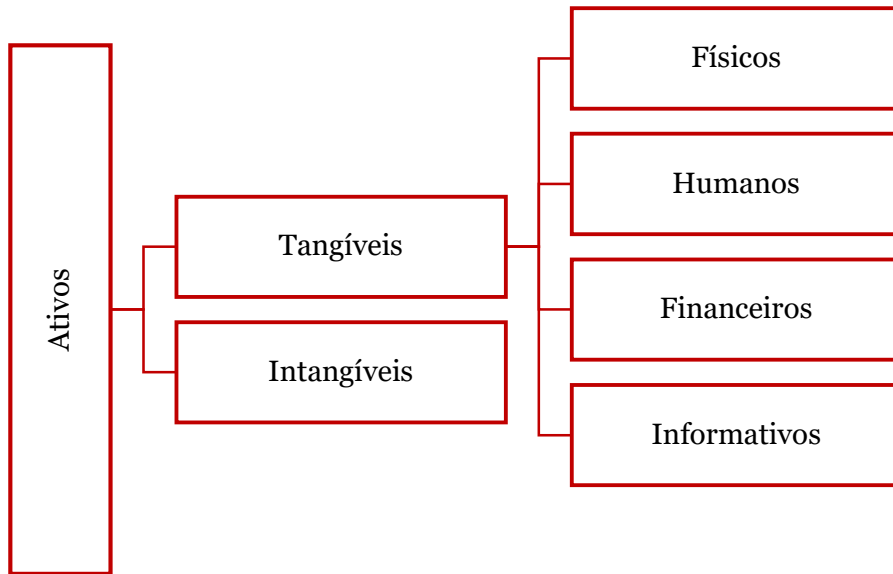


Figura 1 - Tipos de Ativos.

No âmbito deste trabalho, os ativos com principal enfoque são os Ativos Físicos, pertencentes ao grupo dos ativos tangíveis.

Para a EDPD, um ativo é um bem ou direito necessário à manutenção que a empresa sustenta. Este é controlado pela entidade e resulta de eventos passados e do qual se esperam benefícios económicos no futuro. Para tal, existe a necessidade de controlar o ativo nas diferentes fases do seu ciclo de vida [4]. Esta é uma definição generalizada do que é um ativo para a empresa. No entanto e como já mencionado, para a realização deste trabalho há um enfoque principal nos ativos físicos, apresentando-se a hierarquia ilustrada na Fig. 2.

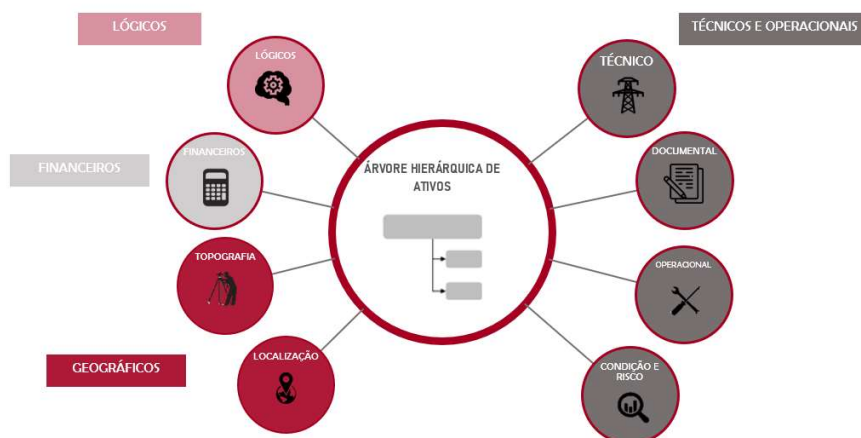


Figura 2 - Hierarquia de Ativos da EDPD.

Na norma ISO 55000, *Gestão de Ativos* é definida como sendo a atividade coordenada de uma organização, de forma a obter valor dos seus ativos. Esta gestão, vai muito para além de fazer algo com os ativos; procura usar os ativos de forma a gerar valor acrescentado para a organização. Por sua vez, conduz à organização de diferentes formas de abordagem e pensamento, bem como a uma transformação do alinhamento e cultura organizacional [5].

As vantagens da adoção de gestão de ativos, para uma organização, são [5]:

- Operação em segurança;
- Cumprimento das obrigações regulamentares e estatutárias;
- Avaliação de futuras estratégias de negócio para entrega de diferentes perfis de desempenho, custos e riscos toleráveis.

De forma a inovar a sua política de gestão de ativos, a EDPD adotou a certificação pela norma acima mencionada, ISO 55000 (*Gestão de Ativos; Visão Geral, Princípios e Terminologia*) e pelas suas normas complementares, ISO 550001 (*Gestão de Ativos; Sistemas de Gestão; Requisitos*) e ISO 550002 (*Gestão de Ativos; Sistemas de Gestão; Linhas de Orientação para aplicação da ISO 550001*). Assim, a EDPD adota uma gestão de ativos baseada no risco e na condição do ativo, com vista à atenuação da ocorrência de falhas, mesmo antes destas existirem. Para uma gestão eficaz dos seus ativos, a EDPD procura, ainda, encontrar o equilíbrio entre o *Capital Expenditure*<sup>1</sup> (CAPEX) e o *Operational Expenditure*<sup>2</sup> (OPEX). Assim, é claro que o objetivo da EDPD passa por uma gestão baseada no risco e na condição do ativo e que, simultaneamente, procure otimizar o CAPEX e reduzir o OPEX.

## **2.2. Ativo Físico**

Um ativo físico é um “recurso controlado pela empresa, resultante de eventos passados e do qual se espera que fluam para a empresa benefícios económicos futuros [6].

Para ser considerado como um ativo pertencente à EDPD, este deve cumprir os seguintes requisitos [6]:

- Beneficiar economicamente a empresa, no futuro;

---

<sup>1</sup> CAPEX, traduz-se em despesas de capital ou investimentos em bens e capital.

<sup>2</sup> OPEX, caracteriza-se por ser um investimento feito para melhorar ou manter os bens materiais de uma empresa. Traduz-se, portanto, em custos de operacionalidade.

- O seu custo possa ser mensurado com fiabilidade;
- Possível de conhecer e controlar o seu ciclo de vida.

### **2.3. ISO 55000 X**

Conforme anteriormente referido, esta norma divide-se em três partes:

- ISO 55000 Gestão de Ativos – Visão Geral, princípios e terminologia;
- ISO 55001 Gestão de Ativos – Requisitos;
- ISO 55002 Gestão de Ativos – Linhas de Orientação para aplicação da ISO 55001.

#### **2.3.1. ISO 55000**

Esta norma engloba as normas acima mencionadas, numa só. “A ISO 55000: 2014 fornece uma visão geral da gestão de ativos, seus princípios e terminologia, e os benefícios esperados da adoção da gestão de ativos” [7].

#### **2.3.2. ISO 55001**

Nesta norma complementar, especificam-se os requisitos de um sistema de gestão de ativos em contexto organizacional. Esta aplica-se a qualquer tipo de organização e tem como objetivo auxiliar a gestão de ativos físicos, em particular, não obstante a sua aplicação a outro tipos de ativos [8].

Através da adoção das ideologias propostas por esta norma, a organização pode obter um melhor desempenho da sua atividade, atingindo os objetivos projetados, pois consegue identificar as lacunas existentes, quais as suas causas e propor soluções de modo a que estas sejam mitigadas.

#### **2.3.3. ISO 55002**

Esta norma complementar, fornece orientação para a aplicação de um sistema de gestão de ativos, de acordo com os requisitos da ISO 550001. Estes requisitos são explicados e exemplificados, permitindo apoiar na implementação dos requisitos. Na Fig. 3 é demonstrada a relação entre os elementos chave de um sistema de gestão de ativos, e os requisitos mencionados na ISO 55001.

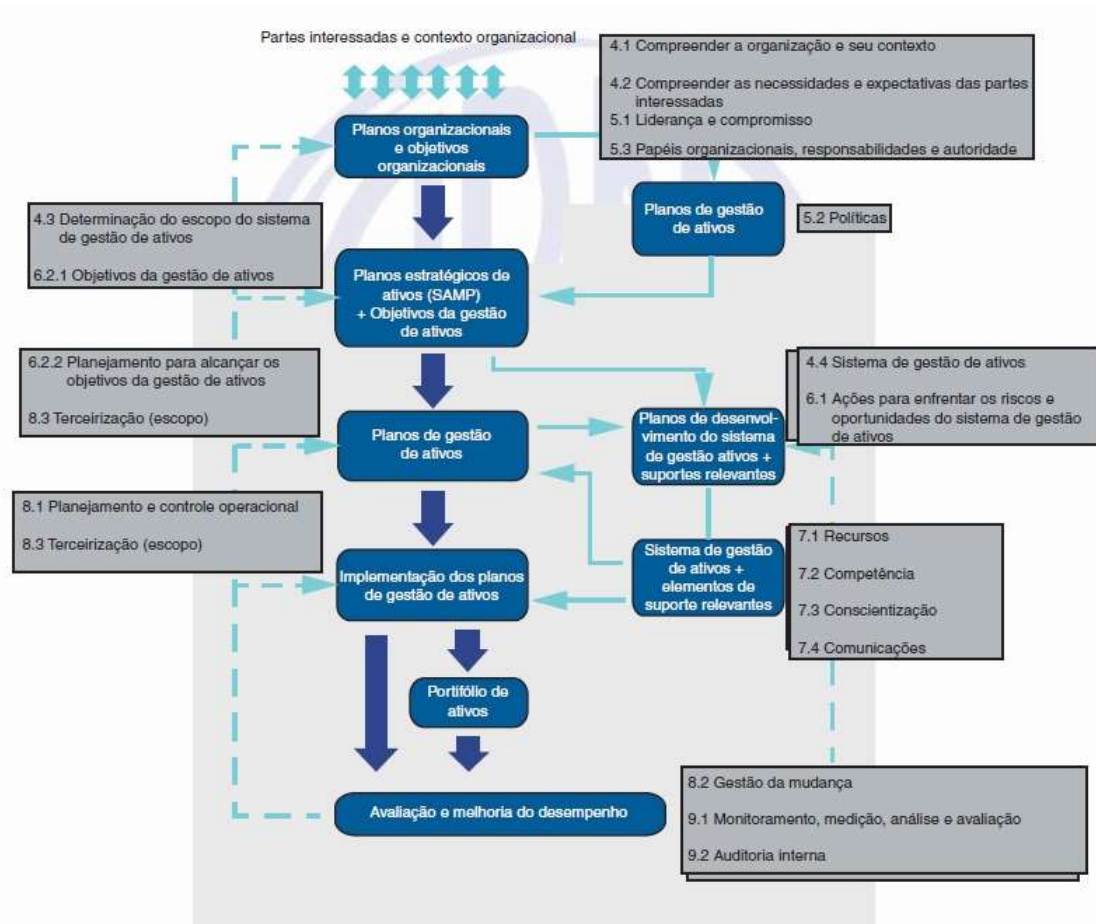


Figura 3 - Relação entre os elementos chave de um sistema de gestão de ativos.

Uma adoção consciente destes requisitos, permite à EDPD uma eficiente e controlada substituição dos ativos necessários e otimizar o benefício financeiro que este acarreta. Este sistema de gestão tem impacto nas atividades diárias de desenho e implementação do projeto e em manobras de manutenção.

## 2.4. Gestão de ativos baseada no risco

Um ativo pode causar grande impacto no contexto onde se encontra envolvido, muito por causa do planejamento das manobras de manutenção que este venha a sofrer ao longo do seu ciclo de vida. Por conseguinte, a mitigação do risco deve ser um objetivo da organização e tal preocupação fundamentada pode justificar eventuais investimentos.

De acordo com a NP ISO 31000, risco é “efeito da incerteza na consecução dos objetivos”, frequentemente “expresso como a combinação das consequências de um dado evento (incluindo a alteração das circunstâncias) e a respetiva probabilidade de ocorrência” [9]. Pode, assim, escrever-se:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade de Ocorrência} \times \text{Consequência do Evento}$$

Verifica-se, então, que o risco é diretamente proporcional à probabilidade ocorrência e à consequência do evento. Deste modo, para diminuir o risco pode atuar-se ao nível da diminuição da:

- Probabilidade de ocorrência – atuar antes de a falha ocorrer, reduzindo a probabilidade de falha;
- Consequência de um eventual evento – atuar antes de a falha ocorrer, de modo a reduzir as suas consequências, caso venha a ocorrer;
- Consequência de um evento específico – atuar depois da falha ter ocorrido, reduzindo as suas consequências e custos associados.

Para compreender melhor o risco, é essencial cumprir determinados passos, expostos na Fig. 4, de forma a poder existir uma eficiente gestão do mesmo.

*A comunicação e consulta*, entre as partes interessadas, deve ser feita ao longo de todas as fases do processo de gestão de risco e assim facilitar a troca de informação crucial ao processo, cumprindo com os requisitos de confidencialidade e integridade pessoal [9].

Através do *estabelecimento do contexto*, a empresa estabelece os seus objetivos, define os parâmetros a serem considerados, bem como o âmbito e os critérios do risco. Nesta fase são estabelecidos e devidamente justificados os recursos utilizados neste processo de gestão. Deste modo, considerando todos estes aspetos e mais alguns que a empresa possa achar pertinente, este processo é concordante com as suas circunstâncias e com os riscos que estão a impactar a concretização dos objetivos da mesma [9].

*A apreciação do risco* é o processo global que envolve a *identificação, análise e avaliação do risco*.

O *tratamento do risco* envolve a seleção de soluções para modificar os modos de falha e implementação dessas ações [9].

Por fim, a *monitorização e revisão do risco* deve envolver vigilância e/ou verificação regular. Os resultados obtidos devem ser registados e comunicados a todas as partes interessadas, podendo ser usados como motivo de revisão da estrutura de gestão de risco, se assim se achar necessário [9].

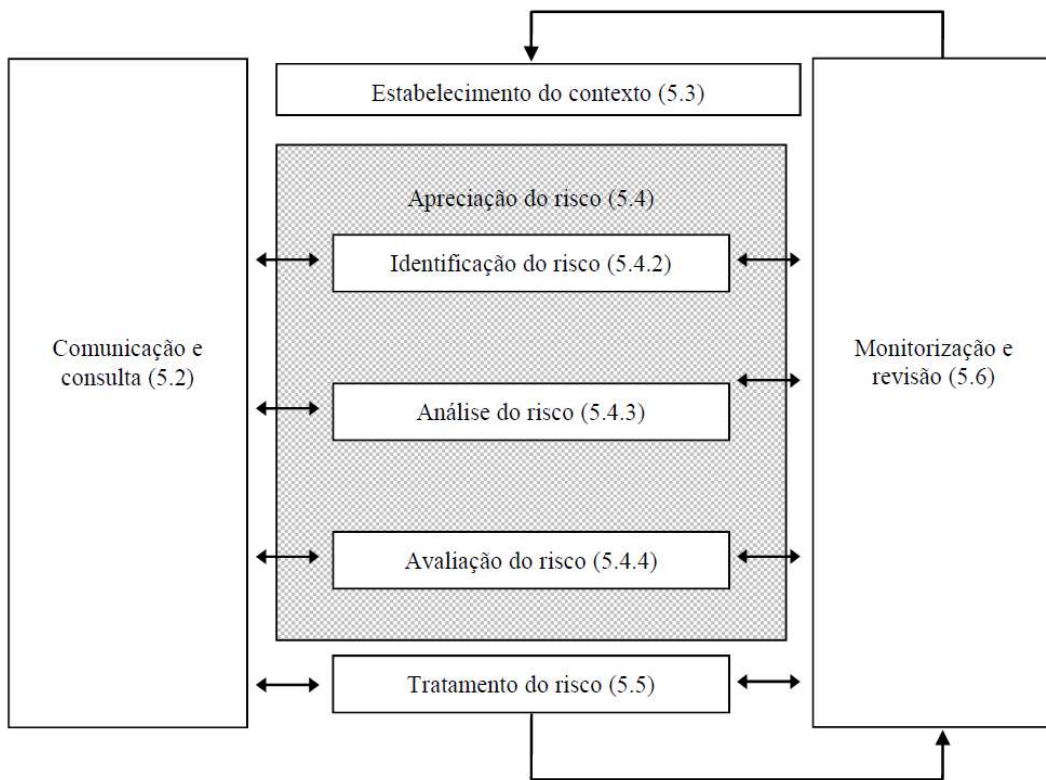


Figura 4 - Processo de Gestão do Risco.

Assim, o processo de gestão do risco deve ser uma parte integrante da gestão, estar integrado na cultura e práticas da empresa e ser feito à medida dos processos de negócio da mesma [9].

Para melhorar e auxiliar este processo de gestão de risco, a *matriz de risco* é uma boa opção e resume na perfeição a relação entre a probabilidade de falha e a sua consequência. Como exemplo, a Fig. 5 apresenta a matriz de risco utilizada pela EDPD para avaliação do risco.

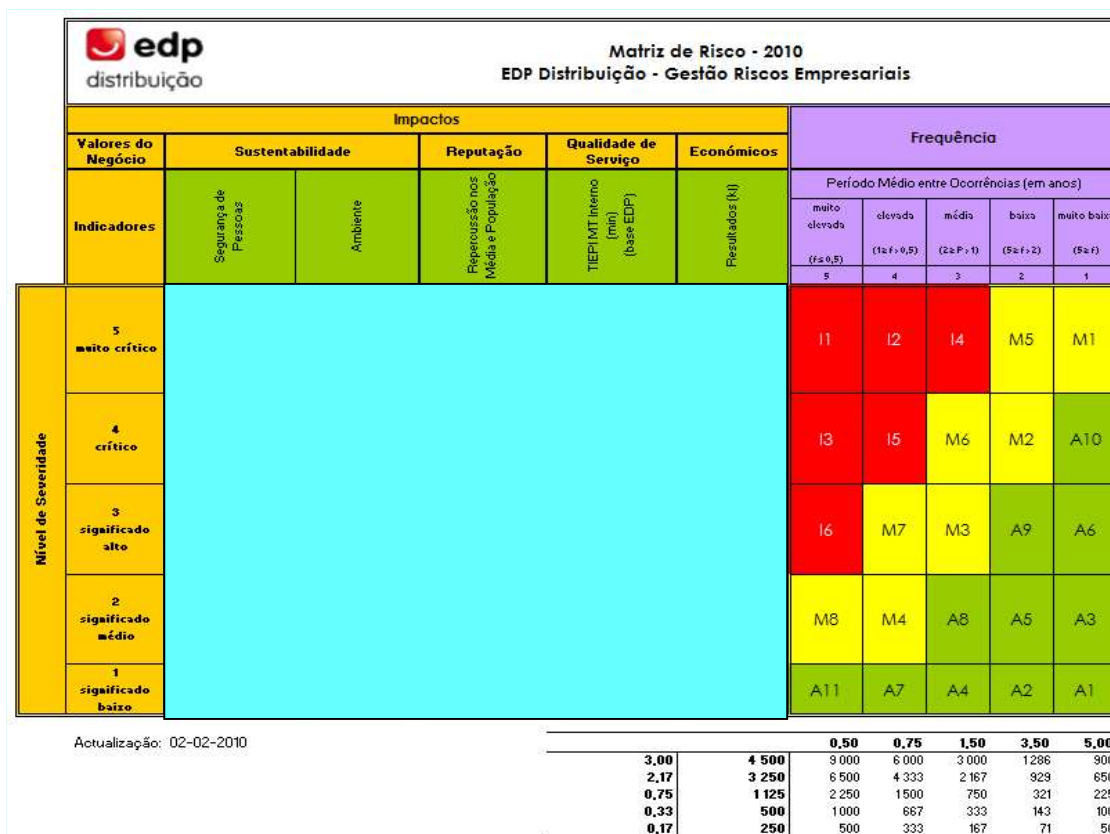


Figura 5 - Matriz de Risco da EDPD.

Resumindo, identificar e medir os acontecimentos do risco, auxilia no processo de decisão acerca das medidas a adotar para a redução do risco. É claro que, na maior parte das vezes, se torna impossível eliminar por completo o risco existente, uma vez que isso iria envolver um grande investimento financeiro e tendo em conta que um dos objetivos presentes, na maioria das empresas, inclui a diminuição de custos OPEX, torna inviável tal eliminação. O ideal é encontrar o equilíbrio ótimo entre o risco e o custo.

## 2.5. Ciclo de Vida dos Ativos

O ciclo de vida de um ativo é constituído por uma série de fases envolvidas na gestão de um ativo [10].

A EDPD, considera o ciclo de vida de um ativo como “o período estimado de duração dos benefícios económicos gerados pelo seu uso”. Esse período é dividido em nove fases cruciais, como se pode verificar na Fig. 6:

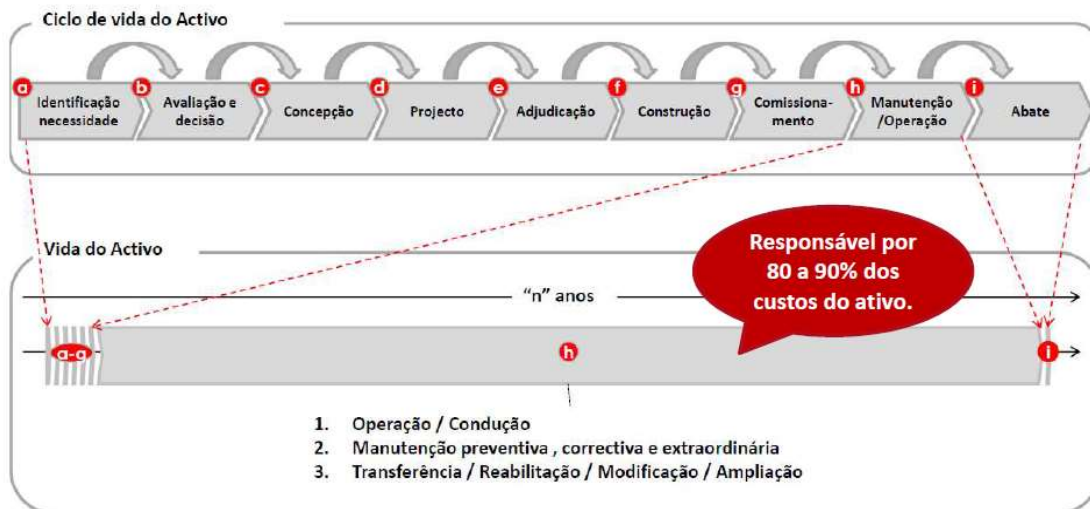


Figura 6 - Fases do Ciclo de Vida dos Ativos da EDPD.

O ciclo de vida do ativo é algo que revela muita importância para todas as empresas, pois o seu valor reside no benefício que os seus ativos lhe proporcionam, pelo que este é sempre monitorizado por estas, mesmo que de forma inconsciente.

Verifica-se, na Fig. 6, que o período desde a identificação da necessidade até ao comissionamento do ativo é muito curto, comparativamente com o período longo em que o ativo se encontra em atividade (Manutenção/Operação).

Quando devidamente mantidos, o ciclo de vida dos ativos pode tornar o processo de manutenção e gestão dos seus valiosos ativos muito mais fácil para todos os envolvidos, sendo que a manutenção do ativo é o processo que revela uma maior importância a nível de custos para o ativo, pois, um mau planeamento das manobras de manutenção pode acarretar custos avultados com o ativo. Contrariamente, um bom planeamento de manutenção dos ativos pode trazer benefícios económicos para a empresa.

O ciclo de vida pode também variar de acordo com o tipo de ativos. Isto é, o tempo de vida de um ativo é variante. Por exemplo, o tempo de vida útil de um equipamento de proteção, automação e controlo é muito mais curto que o de um equipamento de potência, uma vez que o primeiro sofre constantemente atualizações frequentes, pelo que rapidamente se torna obsoleto. Assim, o tempo de vida impacta o ciclo de vida do ativo. Também se verifica, normalmente, que os equipamentos com uma mutabilidade rápida têm um custo inferior relativamente aos equipamentos com um período de vida útil elevado.

Por fim e de acordo com a Fig. 6, a última fase do ciclo de vida de um ativo é o abate desse ativo e mesmo esse abate pode acarretar custos ou proveitos.

Deste modo, podem considerar-se os seguintes custos do ciclo de vida (Fig. 7):

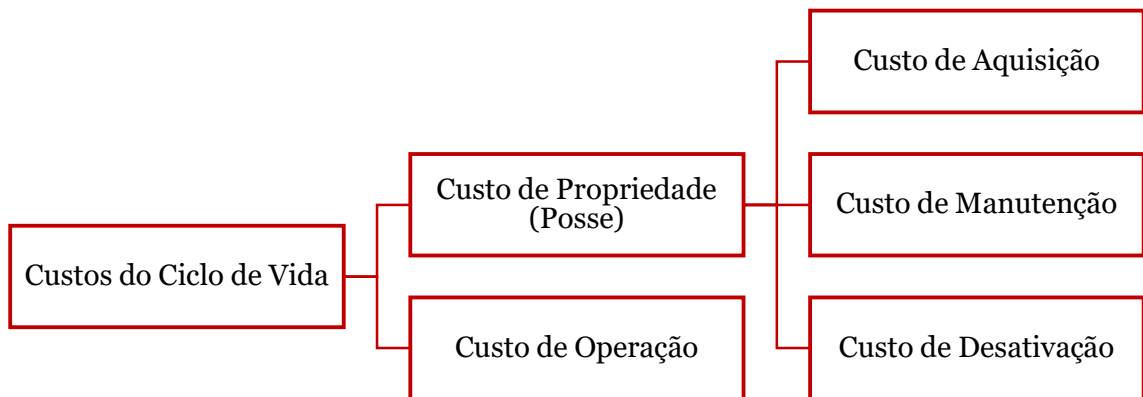


Figura 7 - Custos do Ciclo de Vida de um Ativo.

Estes custos são utilizados em estudos comparativos de alternativas de projetos de investimento e englobam todos os encargos associados ao equipamento, desde que se inicia o processo da sua aquisição até à finalização do processo de desativação do mesmo.

Conhecer e compreender o ciclo de vida do parque de ativos da empresa é essencial para as suas concretizações financeiras virem a gerar a maior rentabilidade para esta. Para tal, é importante encontrar um equilíbrio entre os custos de uma ação de manutenção associados ao ativo e os benefícios da mesma.

## 2.6. Manutenção dos Ativos Técnicos

A manutenção é definida como sendo a “combinação das ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para otimização do seu ciclo de vida” (NP EN 13306). Corresponde, assim, ao conjunto de atividades destinadas a manter ou repor a condição de um ativo, fazendo cumprir as funções do ativo em segurança. Esta atividade é a combinação de práticas técnicas, administrativas e de gestão [4].

São considerados cinco objetivos principais da manutenção: Disponibilidade, Redução de Custos, Segurança, Qualidade e Ambiente. No entanto a otimização simultânea de todos os objetivos não é possível, pelo que estes devem ser hierarquizados de acordo com a finalidade das ações de manutenção, bem assim como com os principais objetivos da empresa.

De acordo com [11] distinguem-se, ao nível da aplicação industrial, três tipos principais de estratégias de manutenção: Curativa ou Corretiva, Periódica e Condicionada.

### 2.6.1. Manutenção na EDP Distribuição

Os principais objetivos da manutenção, definidos pela EDPD são:

- Melhorar a fiabilidade do ativo;
- Maximizar a disponibilidade do ativo;
- Manter reduzido o investimento feito com esta atividade.

A EDPD adota a seguinte esquematização das estratégias de manutenção (Fig. 8):



Figura 8 - Tipos de Manutenção adotados pela EDPD.

Esta esquematização divide as estratégias de manutenção em dois tipos principais: Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva.

A Manutenção Corretiva é efetuada após a ocorrência de uma avaria e/ou em casos de urgência e divide-se em:

- Manutenção Corretiva Paliativa - manutenção de emergência até ser possível repor a condição do ativo de forma definitiva;
- Manutenção Corretiva Curativa - reposição da condição do ativo de forma definitiva.

A Manutenção Preventiva é efetuada antes da ocorrência da falha, no momento mais oportuno e divide-se em:

- Manutenção Preventiva Sistemática – efetuada de acordo com os prazos previamente estabelecidos e ou manobras programadas;
- Manutenção Preventiva Condicionada – efetuada após verificação de inconformidades aquando das inspeções periódicas, com objetivo de repor a condição do ativo;
- Manutenção Preventiva Extraordinária – efetuada em casos em que a aquisição do ativo assim o exige ou resultantes de degradação precoce;
- Manutenção Preventiva Preditiva – efetuada previamente à degradação gravosa do ativo, monitorizando e controlando a condição do mesmo.

É importante acompanhar todo o ciclo de vida do ativo e saber quando se deve intervir. Para tais intervenções serem oportunas, os dados estatísticos e os dados do fabricante permitem o estabelecimento da curva de fiabilidade do ativo, representada pela Fig. 9. Desta forma podemos determinar o limite de uso e decidir se devemos substituir ou renovar a peça através de ações de manutenção preventiva.

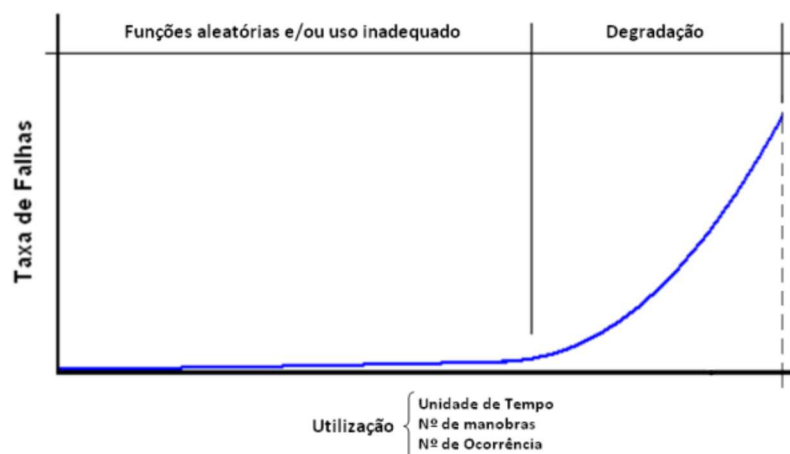


Figura 9 - Curva de Fiabilidade.

Para a EDPD, todas as ações de manutenção acima mencionadas são englobadas em custos operacionais, OPEX, exceto a Manutenção Preventiva Extraordinária que corresponde a um investimento CAPEX, a ser dedutível na tarifa da empresa. Assim, é importante para a EDPD reduzir ao máximo os gastos com manutenção, mas garantindo sempre o bom desempenho dos seus ativos, uma vez que são estes que são a grande fonte de benefício financeiro para a empresa.

## **2.7. Indicadores de Desempenho (KPI)**

Segundo o *Cambridge Dictionary*, KPI é uma abreviatura para “Key Performance Indicator” que se define como sendo uma métrica de desempenho para uma atividade específica de negócios, fornecendo aos gestores sinais indicativos da situação atual e das consequências futuras [12].

“Um indicador de desempenho é um valor mensurável que demonstra a eficácia com que uma determinada empresa está a alcançar os principais objetivos de negócios” [13].

Têm-se, assim, duas definições que partilham da opinião que um indicador chave de desempenho permite auxiliar as empresas na mensuração dos seus objetivos de modo a avaliar a situação atual e prever uma situação futura.

Normalmente, estes indicadores são de fácil leitura e compreensão por parte da organização que os utiliza bem como por parte dos seus colaboradores, pois são ferramentas de fácil comunicação.

Para definir um KPI, é importante que a organização em causa estabeleça os objetivos básicos a atingir e quais os recursos necessários para tal. Os KPI's podem ser de variados tipos, indicando diferentes objetivos da organização, como por exemplo: indicadores de continuidade de serviço, indicadores de fiabilidade e manutibilidade, taxas de falhas, indicadores de condição do ativo, entre outros. Assim, são estabelecidos os seguintes dez critérios, para a implementação de KPI's numa organização [13]:

- 1) Serem baseado em quantidades que podem ser influenciadas, ou controladas, por um único colaborador ou por múltiplos colaboradores;
- 2) Serem objetivos;
- 3) Derivarem da estratégia, com enfoque na melhoria contínua;
- 4) Claramente definidos e de fácil compreensão;
- 5) Serem relevantes e com um intento claro;

- 6) Serem consistentes, fazendo com que o seu significado não se altere ao longo do tempo;
- 7) Serem específicos e relacionáveis com os objetivos específicos;
- 8) Serem precisos acerca do que se tenciona medir;
- 9) Fornecerem feedback oportuno e preciso;
- 10) Refletirem o “processo de negócio” – todas as partes interessadas devem estar envolvidas na definição da medida.

Apesar de muitos considerarem esta técnica de avaliação de desempenho das organizações obsoleta, a verdade é que esta continua a ser uma técnica de muito fácil compreensão e perceção visual, permitindo uma rápida e eficaz avaliação do desempenho das organizações.

# Capítulo 3

## Contextualização do Caso de Estudo

### 3.1. Caracterização do Setor Elétrico

#### 3.1.1. Breve História do Setor Elétrico em Portugal

A eletrificação em Portugal surgiu em meados do século XIX. Esta eletrificação, ao contrário do que se pensa, surgiu nas ruas, com a iluminação pública. Foram noticiadas as primeiras experiências elétricas a 28 de setembro de 1878, pelo 15º aniversário do príncipe D. Carlos. Foi noticiado que nessa data foram acesos os primeiros candeeiros, na Cidadela em Cascais, Lisboa. Foi esta comemoração, o ponto de partida para a eletrificação em Portugal [14].

Em 1944, em pleno tempo do Estado Novo, em Portugal, foi estabelecida a prioridade para o desenvolvimento das Centrais Hidroelétricas, com a Lei de Eletrificação. No entanto, este desenvolvimento foi muito lento e demorou alguns anos até que todo o país tivesse acesso à eletrificação [14].

Segundo Francisco Sánchez (EDP Distribuição, 2020), foi no final do século XIX e início do século XX que surgiram as primeiras empresas distribuidoras de energia elétrica em Portugal. Depois de instalada a eletrificação e o serviço de energia em Portugal, o seu consumo não parou de crescer, até aos dias de hoje, revelando-se indispensável o seu uso, para as tarefas mais básicas do dia-a-dia.

#### 3.1.2. Setor Elétrico

O setor elétrico em Portugal está inserido numa cadeia de valor, muito específica, como se pode verificar na Fig. 10.

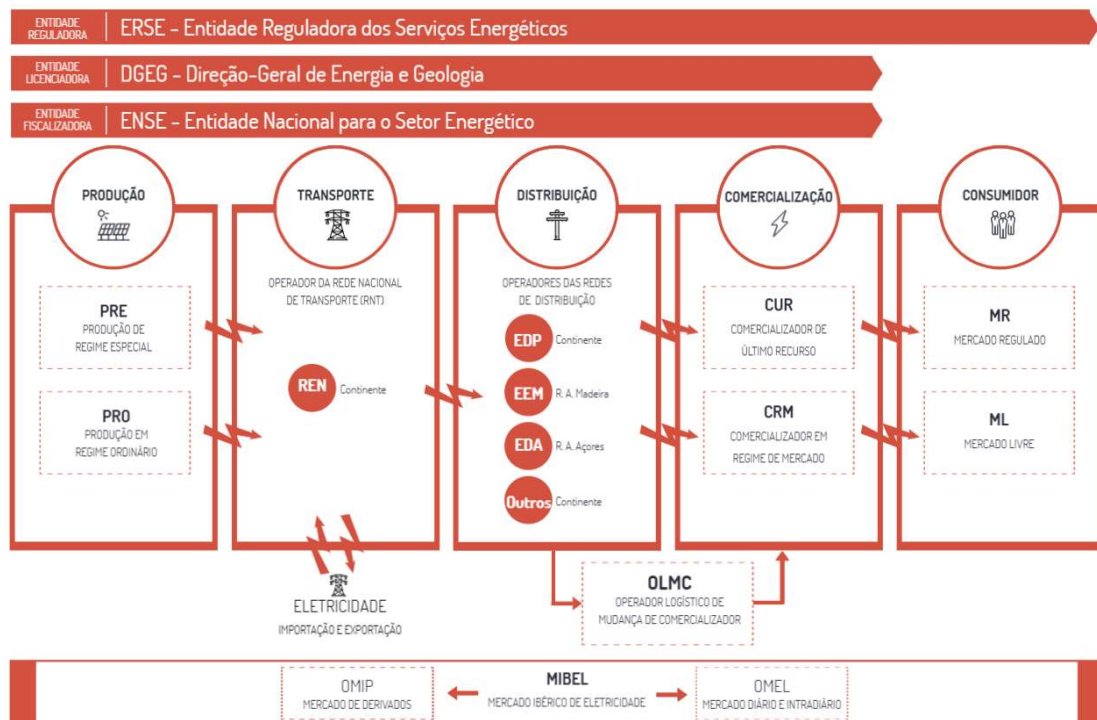


Figura 10 - Cadeia de Valor do Setor Elétrico.

O setor elétrico é regulado, licenciado e fiscalizado por determinadas entidades, tais como a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) e Entidade Nacional para o Setor Energético (ENSE), respetivamente.

A cadeia de valor do setor elétrico vai desde a produção até ao consumidor, passando pelo transporte, distribuição e comercialização.

A produção pode ser em regime especial (PRE) ou em regime ordinário (PRO). Em PRE significa que é uma atividade licenciada ao abrigo de regimes jurídicos especiais e em PRO significa que a atividade de produção não está abrangida por um regime jurídico especial de produção de eletricidade [15].

Em Portugal Continental, a operadora da Rede Nacional de Transporte (RNT) é a Rede Elétrica Nacional (REN). A atividade de transporte incorpora o desenvolvimento, exploração e manutenção da rede de transporte de eletricidade. Coordena as instalações de produção e distribuição [15].

A Distribuição de energia elétrica em Portugal Continental é realizada pela EDP. As redes de distribuição permitem a distribuição de energia elétrica que converge de centros

produtores de eletricidade e das interligações às subestações de RNT para as instalações consumidoras [15].

A comercialização por parte do setor elétrico pode ser realizada por um Comercializador de Último Recurso (CUR), que garante o fornecimento de eletricidade aos consumidores, especialmente aos mais frágeis, em condições de qualidade e continuidade de serviço. Esta atividade pode ainda ser realizada por um Comercializador em Regime de Mercado (CRM), que pode ter acesso às redes de transporte e distribuição, mediante o pagamento de tarifas reguladas [15].

O consumo de eletricidade pode ser feito em Mercado Livre (ML), ou em Mercado Regulado (MR).

Nota: O Operador Logístico de Mudança de Comercializador (OLMC) está encarregue do processo de mudança de comercializador de eletricidade, de modo a promover a clareza do mercado e de disponibilizar, aos consumidores finais, a informação a que têm direito [15].

### **3.2. Caracterização da EDP Distribuição**

A EDP Distribuição é uma empresa do Grupo EDP e a sua principal atividade é Operar a Rede de Distribuição Elétrica em Portugal Continental. A sua atividade é regulada pela ERSE, que define as tarifas, parâmetros e preços para a energia elétrica e outros serviços em Portugal. A qualidade do seu serviço é controlada pela DGEG.

A missão da EDP Distribuição é estar cada vez mais próxima dos cidadãos, através de uma distribuição de energia baseada na qualidade, segurança e eficiência. Esta presta serviços comerciais de suporte ao mercado elétrico e apoia a transição energética e a descarbonização do consumo de energia [14].

A EDP Distribuição nasceu no ano de 2000. Em 2006, com a possibilidade de o consumidor poder escolher qual o seu fornecedor de eletricidade, a EDP passou a ser responsável pelo processo de mudança de comercializador. Em 2016 foi lançada a *app* da EDP Distribuição, permitindo a comunicação de leituras e o reporte de falhas. Em 2017, foram registados, pela primeira vez, zero acidentes mortais [14].

A EDP Distribuição, à data de 2018, possuía cerca 3202 colaboradores, perfazia uma ligação total de 226.530 km e totalizava cerca 6.226.000 clientes [14].

A EDP Distribuição está dividida em diversas áreas de negócio, observadas no Anexo A, sendo que o presente trabalho se insere na actividade da Direção Serviço aos Ativos AT,

no departamento de planeamento e controlo (DSAT-UPC) desta organização. Este departamento é responsável pela Gestão de Ativos, assumindo uma visão holística do ativo, desde a identificação da sua necessidade até ao seu abate físico e financeiro.

Este departamento, é portanto responsável pela gestão eficaz do “maior” ativo da rede de distribuição, a subestação. Claro está, que este grande ativo é composto por diversos ativos, com funções diferenciadas para garantir um bom serviço e desempenho da rede de distribuição, tal como se poderá verificar na secção seguinte.

### **3.3. Caracterização de uma subestação AT/MT**

Uma subestação elétrica AT/MT tem como principal função alterar o valor nominal da tensão de saída, MT, face à tensão de entrada, AT. Os principais objetivos de uma subestação, são:

- Garantir a alimentação de todas as cargas/clientes;
- Interligar o sistema de produção com os sistemas de transporte e distribuição;
- Obter níveis de tensão ótimos;
- Garantir uma maior flexibilidade de exploração da rede;
- Melhorar significativamente a qualidade do serviço;
- Funcionamento em regime não assistido, sendo o comando e controlo realizado por equipamentos de teleação.

Esta tipologia de subestações é constituída por um andar de alta tensão e por um andar de média tensão.

As subestações são compostas por diversos ativos que a tornam um investimento elevado para a organização, pelo que a sua correta manutenção é imprescindível. Entre os equipamentos que compõem a subestação, incluem-se:

- Transformador de Medida de Corrente/Tensão (TC/TT): Medir o valor de corrente ou tensão em cada uma das três fases;
- Bateria de Condensadores: injetar energia reativa, compensando as solicitações de rede e otimizando os trânsitos de energia na rede AT.
- Transformador de Serviços Auxiliares (TSA): encarregue da alimentação dos circuitos de BT da instalação: iluminação, tomadas, sistema de alimentação de corrente contínua.

- Sistema Alimentação Corrente Contínua (SACC): alimentar a 110 VCC<sup>3</sup> e 48 VCC os sistemas de comando, controlo e proteção.

Seguidamente serão abordados outros ativos constantes numa subestação, que revelaram um maior interesse de estudo.

### 3.3.1. Transformador de Potência AT/MT

Os Transformadores de Potência são os ativos que apresentam maior valor numa subestação de eletricidade, uma vez que comportam até 60% do investimento realizado nessa instalação [16]. Este ativo assume a função *core* da instalação onde está inserido e uma falha no mesmo pode causar elevados prejuízos para a organização que o possui. Deste modo, revela ser de grande importância um planeamento de ações de manutenção muito assertivo, permitindo que o ativo continue a desempenhar a sua atividade por um longo período, rentabilizando o investimento efetuado.

O transformador de potência AT/MT é responsável pela transformação da tensão de entrada AT, para os níveis de exploração em MT, garantindo a potência do circuito. Os enrolamentos que o transformador possui no seu interior, encontram-se imersos em óleo com papel, protegendo-os de pressões térmicas, elétricas e mecânicas. O transformador apresentado na Fig. 11, pode pesar até cerca de 70 toneladas e possuir até cerca de 5



Figura 11 - Transformador de Potência.

---

<sup>3</sup> VCC – entrada de energia de um dispositivo.

metros de altura. O óleo que ele possui pode corresponder a cerca de 25% do seu peso total.

### **3.3.2. Disjuntor**

Este dispositivo estabelece e interrompe correntes nominais ou resultantes de um defeito na rede a jusante, como por exemplo curtos-circuitos ou sobrecargas. Este ativo permite efetuar manobras em carga. Uma vez que este dispositivo interrompe a corrente quando ocorre uma falha, essa falha não se propaga até aos restantes componentes ativos e não origina uma avaria total.

Os disjuntores objeto de estudo são disjuntores trifásicos, compostos por três polos, como o exemplificado na Fig. 12. Cada um dos polos possui dois pontos de contacto, que deixam de estabelecer contacto quando é preciso efetuar um corte de corrente. Estes polos possuem uma grande pressão quando a corrente é interrompida, uma vez que é necessário impedir a ocorrência de um arco elétrico; pelo que o tempo que este pode estar fora de serviço deverá ser muito curto para evitar a processo anteriormente mencionado. Existem diversos tipos de disjuntores: óleo, ar comprimido, vácuo e SF6.



Figura 12 - Disjuntor MT com câmara de corte em vácuo.

### **3.3.3. Seccionadores**

Estes dispositivos são destinados a isolar (seccionar) partes (subsistemas, equipamentos, etc.) de circuitos elétricos, como a saída de uma subestação ou um isolamento e permitem:

- Seccionar a rede para minimizar os efeitos das interrupções programadas ou não;

- Estabelecer seccionamento visível em equipamentos como religadores automáticos, chaves a óleo, entre outros;
- Manobras de circuitos.

### **3.3.4. Reatância de Neutro**

A Reatância de Neutro permite a criação de ponto neutro (ligado à terra) do andar MT, bem como a medição da corrente de neutro.

O neutro impedante permite a ligação à terra através da impedância<sup>4</sup> limitadora de corrente de defeito (300 A ou 100 A), seja por ligação direta do ponto de neutro (resistência de neutro), seja por criação do ponto artificial de neutro (reatância de neutro).

## **3.4. Caracterização da Reserva Estratégica de Subestações**

A EDPD define como reserva estratégica a quantidade de equipamentos e materiais existentes em toda a cadeia de processo logístico (desde o fornecedor até ao disponível no local), disponível em tempo adequado, com o intuito de suprimir as necessidades extraordinárias e de carácter urgente, de reparação e reposição de instalações de distribuição de rede elétrica, subestações e postos de corte. Deste modo, o rápido fornecimento de equipamentos e a minimização do tempo de reposição dos ativos, revelam ser os principais pontos chave desta estratégia.

Para a concretização deste objetivo, o processo de constituição da Reserva Estratégica foi dividido em três fases principais:

- 1) Dimensionamento da Reserva e proposta de aquisição – este dimensionamento já foi previamente realizado, baseado no trabalho [1] e aprimorado pelo grupo de trabalho definido e mais à frente será exemplificada a sua resolução;
- 2) Análise das existências em armazém e proposta de gestão das mesmas;
- 3) Modo de Gestão da Reserva Estratégica.

Da primeira parte do processo acima mencionado concluiu-se que os equipamentos críticos e essenciais ao bom funcionamento das subestações e postos de corte e seccionamento, a constituir reserva são:

---

<sup>4</sup> Termo utilizado para simbolizar a oposição que um circuito elétrico faz à passagem de corrente elétrica quando é submetido a uma tensão.

- Transformadores de Potência AT/MT;
- Disjuntores AT;
- Disjuntores MT exteriores;
- Disjuntores MT interiores;
- Transformadores de Medida de Corrente AT e MT;
- Transformadores de Medida de Tensão AT e MT;
- Transformadores de Serviços Auxiliares;
- Reatâncias de Neutro;
- Sistema de Teleação/ Proteções/ Telecomunicações/ SACC;
- Transformadores de Potência MT/BT;
- Órgãos de Corte de Rede.

Dos equipamentos acima mencionados e apesar da importância que revelam no bom funcionamento de uma subestação, os equipamentos de teleação, proteção, telecomunicação, SACC, não apresentam viabilidade para constituir reserva devido às seguintes razões:

- elevada variedade de equipamentos existentes, tendo em conta a rápida evolução tecnológica que estes equipamentos sofrem ao longo do tempo;
- impossibilidade de intermutabilidade para um elevado número de equipamentos, uma vez que estes apresentam características e programações únicas;
- inexistência de taxa de avarias, pois não existem avarias a declarar.

Inicialmente, os Transformadores de Potência MT/BT e os Órgãos de Corte de Rede não estavam previstos ingressar na reserva estratégica, alvo de estudo deste trabalho. No entanto e de forma a otimizar, ainda mais, o serviço prestado pela EDPD, Direção Serviço aos Ativos MT e BT - Norte acabaram por ser também incluídos no projeto.

Como tal, foi necessário dimensionar os equipamentos anteriormente mencionados, servindo de exemplificação para todos os outros anteriormente dimensionados.

### **3.4.1. Dimensionamento**

De modo a compreender melhor o dimensionamento efetuado para os equipamentos de potência, procedeu-se à realização do dimensionamento dos equipamentos de Telecomando de Média Tensão (TCMT). Esse dimensionamento teve por base a seguinte equação [1]:

(1)

$$R(t) = e^{-N\lambda t} \times \sum_{k=0}^n \frac{(N\lambda t)^k}{k!}$$

Onde:

- $R(t)$  – Confiabilidade do sistema
- $N$  – Número de ativos em exploração no sistema
- $\lambda$  – Taxa de avarias
- $t$  – Indisponibilidade média
- $n$  – Número de equipamentos de reserva

Pode verificar-se que a confiabilidade do sistema,  $R(t)$ , é diretamente proporcional ao número de equipamentos de reserva,  $n$ .

A confiabilidade assumida no dimensionamento é de 99%, uma vez que a rede de distribuição elétrica nacional está projetada na mesma ordem.

A indisponibilidade média,  $t$ , é sempre de 0,25 pois é dada pelo tempo decorrente entre uma avaria num ativo e a aquisição de um novo, ou da reparação deste no fabricante. Assim, perante dados internos confidenciais, é assumido que esse espaço temporal é em média de 3 meses, 0.25 anos.

Seguidamente, é exemplificado o dimensionamento de TCMT.

Num primeiro momento são recolhidos os dados referentes às quantidades de equipamento em exploração num determinado período, neste caso entre 2011 e 2018, tal como se pode verificar na Tabela 1.

Tabela 1 - TCMT em exploração entre 2011 e 2018.

<b>TCMT em exploração</b>				
<b>Ano/Tensão</b>	<b>30 kV</b>	<b>15 kV</b>	<b>10 kV</b>	<b>TOTAL</b>
2011	769	1364		2133
2012	946	1677		2623
2013	1065	1888		2953
2014	1170	2075		3245
2015	1236	2191		3427
2016	1269	2249		3518
2017	1380	2448		3828
2018	1429	2535		3964

Depois, são recolhidos os dados das avarias ocorridas no mesmo período, dando origem à Tabela 2.

Tabela 2 - Avarias ocorridas em TCMT entre 2011 e 2018.

<b>Avarias em TCMT</b>				
<b>Ano/Tensão</b>	<b>30 kV</b>	<b>15 kV</b>	<b>10 kV</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2011</b>	32	40	0	72
<b>2012</b>	23	26	0	49
<b>2013</b>	31	51	3	85
<b>2014</b>	26	50	2	78
<b>2015</b>	29	43	0	72
<b>2016</b>	18	33	2	53
<b>2017</b>	25	60	3	88
<b>2018</b>	29	65	1	95

Obtidos os dados acima referidos, são efetuados os cálculos das variáveis da equação (1), originando a Tabela 3.

Tabela 3 - Valores das Variáveis da Equação 1.

<b>TCMT Rede Aérea</b>				
	<b>30 kV</b>	<b>15 kV</b>	<b>10 kV</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Taxa Média de Avarias</b>	2,42%	2,32%		2,35%
<b>Nº Médio de Avarias</b>	27	47		74
<b>Nº Médio de TCMT em Serviço</b>	1158	2053		3211
<b>Indisponibilidade Média</b>	0,25	0,25		0,25

Tendo em conta os valores obtidos, o cálculo que se segue é:

$$N\lambda t = N^{\circ} \text{ Médio de Avarias} \times \text{Indisponibilidade Média} \times \text{Taxa Média de Avarias}$$

Assim, os valores necessários para o cálculo do dimensionamento estão efetuados e originam a Tabela 4.

Tabela 4 - Cálculo do Dimensionamento de TCMT.

<b>Variação da Confiabilidade do Sistema com o nº de TCMT de reserva</b>		
<b>Nº Equipamentos em Reserva</b>	<b>30 kV</b>	<b>15 kV</b>
0	0,000916	0,000007
1	0,007324	0,000088
2	0,029737	0,000568
3	0,082000	0,002476
4	0,173402	0,008149
5	0,301283	0,021653
6	0,450382	0,048436
7	0,599384	0,093966
8	0,729678	0,161692
9	0,830952	0,251240
10	0,901798	0,357803
11	0,946853	0,473084
12	0,973119	0,587404
13	0,987252	0,692050
14	0,994315	0,781000
15	0,997608	0,851566
16	0,999048	0,904049
17	0,999641	0,940788
18	0,999871	0,965076
19	0,999956	0,980288
20	0,999986	0,989339
21	0,999996	0,994468
22	0,999999	0,997242
23	1,000000	0,998678

Os valores destacados, indicam os valores considerados ótimos, segundo o modelo utilizado. Assumindo o valor mais próximo do valor da confiabilidade do sistema, 99%, conclui-se que, quanto à TCMT 30 kV, serão necessários em reserva 14 unidades. Por outro lado, serão necessárias 21 unidades de TCMT 15 kV.

Para auxiliar o trabalho previamente realizado [1] e com vista aos objetivos pretendidos, foi estudado um modelo que servirá de base ao modelo aplicado para gestão da reserva estratégica.

### **3.4.2. Modelo de Estudo**

O modelo apresentado em [2], serve como molde para o objetivo pretendido. O modelo enfatiza a sinergia de metas e capacidades associados a uma gestão eficiente de peças de reserva. A sua finalidade é a projeção de um processo de gestão estável e eficiente, de forma a alcançar uma gestão centralizada e hierarquizada. Para tal, para além das

características dos ativos e as operações de logística, devem ser considerados como principais elementos da gestão de peças de reserva:

- Dados Básicos: Responsável pela gestão centralizada, fabricantes, contratos e outros dados;
- Aquisição de Peças: Responsável pela distribuição das peças adquiridas;
- Retrabalho das Peças: Responsável pela gestão do processo de reparação dos ativos avariados;
- Despacho dos Ativos/Equipamentos de Reserva: Responsável pela alocação e gestão da distribuição das peças entre armazéns e redes atuais;
- Gestão de Limites: Responsável pelo controlo do inventário e gestão de alarme dos equipamentos/ativos de reserva;
- Gestão do Stock: Responsável pela gestão de todas os equipamentos/ativos pertencentes à reserva estratégica;
- Relatório Estatístico: Responsável por estatísticas sobre inventário, recolocação em atividade, etc.

O modelo mencionado assenta na criação de um modelo informatizado, *MIS* com arquitetura *B/S (Browser/Server)*. Esta arquitetura diferencia-se da arquitetura tradicionalmente usada pois não requer um ambiente operacional especializado, podendo ser usado em qualquer lugar, desde que ligado à rede. Este sistema permite às empresas usufruir de um rápido e preciso expediente e distribuição das peças de reserva. Permite a disponibilização imediata de todos os recursos usados, com enfoque no *core business* da empresa e evitar a negligência e omissão durante todo o processo de gestão de peças de reserva. Este modelo inclui cinco módulos principais [2]: dados básicos, gestão de peças de reserva, programação de peças de reserva, gestão de stock, relatórios estatísticos.

O sucesso verificado na aplicação deste modelo, comprova a praticidade e precisão do modelo de gestão de peças de reserva.

## Capítulo 4

### Aplicação da Metodologia Estudada

Neste capítulo é abordada a metodologia estudada para aplicação de modos de gestão para a reserva estratégica e posterior criação de modelo suplementar.

#### 4.1. Levantamento Inicial

A reserva estratégica é constituída por ativos/equipamentos considerados de reserva. Estes constituintes são como um meio de proteção para a atividade da empresa em caso de avarias, bem como um meio de segurança em caso de tempos de entrega de equipamentos prolongados.

A reserva estratégica projetada abrange quatro principais constituintes, como se pode verificar na Fig. 13, nomeadamente, reserva operacional, reserva volante, reserva instalada e reserva de transformadores de potência AT/MT. Foi projetada desta forma devido a toda a complexidade e criticidade dos equipamentos que a constituem. A reserva de transformadores de potência AT/MT apresenta elevada criticidade, grande investimento e tempo de entrega dilatado, sendo por isso regulada pela ERSE. A reserva instalada foi projetada, pois existe uma grande quantidade de ativos expandidos em painéis de reserva instalados. A reserva operacional revela importância no sentido de armazenar todos os ativos que se encontram desligados. Por fim, a reserva volante assume a sua importância ao colmatar a necessidade que possa surgir de todas as outras vertentes da Reserva Estratégica. Mais concretamente, a reserva volante assume a



Figura 13 - Visão Global da Reserva Estratégica.

aquisição de equipamentos novos para todas as vertentes, sendo esses equipamentos considerados como existências.

Seguidamente, cada uma das vertentes acima representadas na Fig. 13 é descrita e pormenorizada quanto à sua composição e objetivo.

#### **4.1.1. Reserva Operacional**

A reserva operacional diz respeito à reserva de todos os equipamentos de potência mencionados no ponto 3.4., exceto os transformadores de potência AT/MT.

Os equipamentos que constituem esta reserva são denominados por ativos, segundo a EDPD, dado já terem sido utilizados e iniciado a sua vida técnico-económica e abrangem: Disjuntores AT, Disjuntores MT exteriores, Transformadores de Medida de Corrente AT e MT, Transformadores de Tensão AT e MT, Transformadores de Serviços Auxiliares, Reatâncias de Neutro, Órgãos de Corte de Rede e Transformadores de Potência MT/BT.

Estes ativos provêm de desinstalações ou de estratégias de recondicionamento e são requisitados por motivos de substituição e/ou reparação de equipamento. Estes ativos encontram-se aparcados nas Instalações Não Energizadas (INE) da empresa, nomeadamente: INE de Olho de Boi, INE de São Sebastião, INE de Ruivães, INE da Lousã e INE de Sacavém.

Assim, o principal objetivo desta reserva é o armazenamento de stock para acorrer a avarias, uma vez que já são considerados ativos e por isso já terem menos tempo de vida útil que um equipamento novo.

#### **4.1.2. Reserva Volante**

A reserva volante, à semelhança da reserva operacional, é constituída por todos os equipamentos de potência acima mencionados.

No entanto, estes ainda não são considerados como ativos pela empresa. Isto porque, são provenientes de pedidos de compra previamente gerados e só passarão a assumir a denominação de ativo, quando forem constituintes de uma instalação. Serão aparcados nos armazéns da Lousã<sup>5</sup> e Sacavém, geridos por outra empresa do grupo, a *EDP Global Solutions*.

---

<sup>5</sup> O armazém gerido pela *EDP Global Solutions* e a INE da Lousã são o mesmo espaço, no entanto adquirem conotações diferentes de acordo com a entidade que as gere.

Deste modo, estes equipamentos visam suprimir as necessidades de reposição do equipamento, caso a avaria detetada tenha sido de tal forma catastrófica que levou ao abate do equipamento notificado, bem como visam integrar novas construções projetadas. De ressaltar a importância de ter um stock muito reduzido destes equipamentos, para evitar que haja perdas desnecessárias de tempo de vida útil do mesmo.

#### **4.1.3. Reserva Instalada**

A reserva instalada é constituída por Disjuntores AT, Disjuntores MT interiores e Disjuntores MT exteriores, sendo estes equipamentos considerados como ativos, por parte da EDPD.

Encontram-se armazenados em instalações como subestações e postos de corte e constituem reserva na própria instalação.

Saem da reserva, essencialmente, para substituir um equipamento avariado com características semelhantes.

Para evitar constrangimentos logísticos, é essencial recorrer primeiramente à reserva operacional, seguido da reserva volante. Só em caso de impossibilidade de fornecimento por ambas, os equipamentos da reserva instalada serão utilizados.

#### **4.1.4. Reserva de Transformadores AT/MT**

A reserva de transformadores AT/MT apesar de estar englobada na estrutura geral da reserva, é controlada e gerida pela Direção de Serviços a Ativos de Alta Tensão (DSAT) e regulada pela ERSE. A necessidade da sua regulação deve-se ao facto destes ativos serem considerados o “coração” da rede de distribuição, com uma atividade crítica, tempo de entrega dilatado no tempo e elevado investimento.

Para armazenamento dos seus ativos e/ou equipamentos, a EDP possui armazéns/INE distribuídas pelo país, nomeadamente:

- INE de Olho de Boi;
- INE de S. Sebastião;
- INE de Ruivães;
- INE Lousã;

- Armazém da *EDP Global Solutions*, Sacavém.

Os equipamentos da reserva estão e serão armazenados nos espaços acima indicados, segundo a necessidade e reposição dos equipamentos ao longo da gestão da mesma.

A reserva tem origem em compras, processos de logística inversa<sup>6</sup> e acondicionamento após reparação do equipamento. Estes ativos encontram-se aparcados nas INE da empresa. Assim, esta reserva permite a saída do ativo para a reposição de um outro ativo avariado, para uma construção de origem e para a reparação e/ou abate do ativo notificado. Esta reserva assume, sempre, um stock de segurança<sup>7</sup>.

O conjunto destas quatro vertentes da Reserva Estratégica projetada permite uma otimização do serviço desempenhado pela EDPD, conseqüente aumento da satisfação dos clientes fornecidos e posterior aumento de rentabilização da empresa.

Atualmente, a gestão inadequada vivenciada envolve excesso de mão de obra, de recursos materiais e financeiros.

Tendo em conta a extensão da rede de distribuição da EDPD e a expansão que tem vindo a sofrer ao longo dos últimos anos, o custo de gestão da mesma tem vindo a aumentar continuamente.

Para além disso, na atividade diária desempenhada pelas equipas de manutenção e investimento da empresa, são notórios os problemas que persistem na aquisição dos equipamentos. Por um lado, as restrições de investimento impostas, tanto pelo Distribuidor como pelo Regulador, por outro, a evolução tecnológica que os equipamentos sofrem ao longo do tempo, originando a obsolescência de algumas peças armazenadas.

## **4.2. Ativos e/ou Equipamentos a constituir reserva**

De acordo com o dimensionamento efetuado pelo trabalho previamente efetuado [1], conclui-se que a quantidade dos equipamentos a constituir reserva é a indicada na Tabela 5.

---

<sup>6</sup> Logística inversa pode ser definida como sendo uma forma de “inversão”, indo do fabricante ao distribuidor quando, tanto os recursos como os produtos, são usados de forma repetida. [19]

<sup>7</sup> Stock de Segurança é a quantidade adicional de artigos em armazém para fazer face a consumos inesperados e/ou prazo de entregas inesperados.

Tabela 5 - Quantidade Dimensionada versus Existências em Armazém dos equipamentos a constituir reserva.

Equipamentos a Constituir Reserva		Quantidade Dimensionada	Existências em Armazém	Necessidades de Aquisição
Disjuntores AT		5	2	3
Transformadores de Serviços Auxiliares	10 kV	2	4	0
	15 kV	3	2	1
	30 kV	2	2	2 <sup>8</sup>
Reatâncias de Neutro	10 kV/300 A	1	3	0
	10 kV/1000 A	2	7	0
	15 kV/300 A	5	0	5
	15 kV/1000 A	1	1	0
	30 kV/300 A	1	1	0
	30 kV/1000 A	2	0	2
Disjuntor MT exterior		3	0	3
Disjuntor MT interior (celas)	10 kV	0	22	0
	15 kV	2	5	1 <sup>9</sup>
	30 kV	4	18	0
Disjuntor MT interior (QMMT)	10 kV	0	2	0
	15 kV	5	29	1
	30 kV	4	1	1 <sup>10</sup>
Transformador de Corrente	10 kV	15	90	9 <sup>11</sup>
	15 kV	36	178	3 <sup>12</sup>
	30 kV	24	292	0
	60 kV	48	303	1
Transformadores de Tensão	10 kV	3	3	3 <sup>13</sup>
	15 kV	6	51	0
	30 kV	12	30	0
	60 kV	12	92	0

<sup>8</sup> É necessária a aquisição de duas unidades de transformadores de serviços auxiliares com travessias tipo *elastimold*.

<sup>9</sup> É necessária a aquisição de um disjuntor TP.

<sup>10</sup> Só é necessária a aquisição de uma unidade, pois existe reserva instalada na rede de distribuição.

<sup>11</sup> Não existe reserva de alguns tipos instalada na rede.

<sup>12</sup> Não existe reserva de alguns tipos instalada na rede.

<sup>13</sup> Não existe reserva de alguns tipos instalada na rede.

É possível concluir através da tabela apresentada e da análise efetuada pelo grupo de trabalho da reserva a grande dimensão que é a reserva estratégica e por isso a idealização e aplicação de um modelo de gestão da mesma torna-se imprescindível.

### **4.3. Modos de Gestão Proposto**

A gestão eficiente do stock é considerada um ponto chave para a redução dos custos de uma empresa [17]. Neste caso específico, uma gestão adequada da reserva estratégica no seu global, será um ponto chave de redução dos custos da EDPD.

Ultimamente, a pressão financeira, os recursos inadequados e a manutenção deficiente dos ativos, conduzem à redução da atividade de uma empresa[2]. Assim, para melhorar a eficiência da atividade da empresa, tendo em conta a sua situação económica, a gestão da reserva estratégica pretende ser uma componente importante na mitigação de avarias e posterior melhoramento da distribuição de energia.

Uma eficaz e eficiente Gestão da Reserva, seguramente tem impacto em determinados índices de desempenho já aplicados e conhecidos pela EDPD, nomeadamente, os *Indicadores de Continuidade de Serviço*, que permitem determinar, indiretamente, o desempenho dos ativos da reserva, bem como o desempenho e eficiência da gestão da reserva [4]. Entre os indicadores aplicados na EDPD, salientam-se para uso neste modelo os seguintes indicadores gerais:

- TIEPI (Tempo de Interrupção Equivalente da Potência Instalada) – Indicador do tempo de interrupção efetiva.
- MAIFI (*Momentary Average Interruption Frequency Index*) – Indicador dos Incidentes de Curta Duração.
- SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) – Indicador de Frequência dos Incidentes de Longa Duração.
- SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) – Indicador de Duração dos Incidentes de Longa Duração.

O objetivo pretendido com a aplicação destes indicadores é a de uma maior perceção do impacto que a gestão eficiente da reserva tem no bom desempenho da atividade da EDPD.

Além disso, aquando das intervenções efetuadas devido à ocorrência de uma avaria, é também efectuada uma *análise de mérito*. Esta análise averigua a hipótese de reabilitar

ou substituir o ativo avariado, com base no tempo de vida restante, tendo em conta os custos de reabilitação do ativo e o intervalo de tempo até à amortização financeira do mesmo [6]. Caso esta razão se encontre acima da curva da Fig. 14, o ativo é substituído; caso esteja abaixo, o ativo deve ser reabilitado.

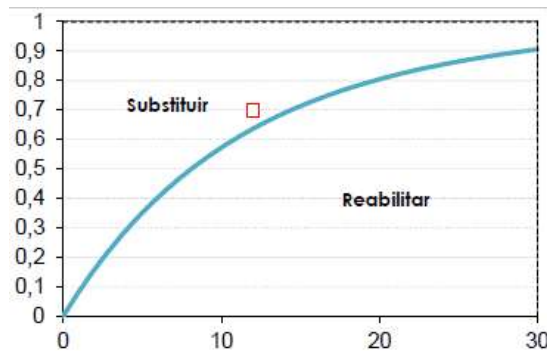


Figura 14 - Curva de análise de reabilitação versus substituição.

No exemplo da Fig. 14, o ativo alvo de avaliação foi substituído. No entanto, no caso do ativo ser reabilitado, é-lhe incorporado tempo de vida útil e/ou aumento da sua capacidade para desempenhar a sua atividade.

Uma gestão eficiente de ativos/equipamentos de reserva, exige determinados requisitos [2]:

- Redução dos tempos de inatividade do ativo causados por avarias;
- Redução dos tempos de manutenção programada, bem como dos seus custos;
- Redução da quantidade de equipamentos/ativos de reserva a um mínimo razoável para fornecimento.

Através da criação do fluxograma do Anexo B, é possível compreender o processo de gestão da reserva estratégica, que conduz às reduções acima mencionadas.

#### **4.3.1. Fluxograma de apoio à criação do modelo de gestão da Reserva Estratégica**

O fluxograma idealizado e apresentado no Anexo B projeta a gestão da reserva estratégica, com vista a concretização de um modelo de gestão para a mesma. Como a Reserva de Transformadores de Potência de TP AT/MT é gerida pela DAPR, o fluxograma apenas aborda o modo de funcionamento das outras três vertentes da reserva estratégica: Reserva Operacional, Reserva Volante e Reserva Instalada.

Tendo em conta que o enfoque da reserva estratégica é a ocorrência de avarias, o fluxograma parte da identificação de uma avaria num determinado ativo, criando-se uma necessidade de substituição do mesmo, seja por um ativo reparado ou por um equipamento novo. Para uma correta substituição do ativo avariado, são identificadas as características específicas do ativo, explicitadas no Anexo C.

Identificadas as características específicas do ativo avariado, a procura do seu substituto é feita numa das três vertentes da reserva operacional, de forma priorizada.

Primeiramente, é procurada a existência do ativo substituto na reserva operacional, pois é esta que contém ativos com menos tempo de vida útil, os quais tiveram origem em remodelações de instalações, avarias reparadas, etc., os quais devem ter preferência a exercer atividade, novamente, por poderem vir a tornar-se obsoletos caso o tempo de inatividade seja demasiado longo. Verificando-se a existência do ativo de reserva pretendido, procede-se ao transporte do ativo da INE para o local de ocorrência da avaria do ativo notificado. Posteriormente, procede-se à remoção do ativo avariado e instalação do ativo substituto.

Caso a reserva operacional não consiga suprir a necessidade, recorre-se à reserva volante para colmatar a necessidade identificada. Caso se encontre um equipamento capaz de satisfazer essa necessidade, efetua-se um pedido de requisição à *EDP Global Solutions*, para a instalação notificada. Depois da requisição do equipamento, procede-se à remoção do ativo avariado e instalação do novo ativo.

Se nem a reserva operacional nem a reserva volante satisfizer a necessidade identificada, é avaliado o recurso à reserva instalada, exclusivamente no caso de Disjuntores AT, MT exteriores e interiores. Caso a reserva instalada consiga atender à necessidade gerada, procede-se à desinstalação do ativo de substituição e transporte do mesmo para a

instalação pretendida. Posteriormente, dá-se a remoção do ativo avariado e instalação do ativo transferido.

Caso não haja suprimento da necessidade encontrada, em nenhuma das três vertentes da reserva, deve tentar resolver-se a avaria de uma forma alternativa.

Finalizado o processo de instalação dos ativos substitutos, os ativos avariados são transportados para uma INE, para posterior análise interna da avaria.

Finda a análise da avaria, verifica-se se esta é catastrófica ou não. Caso seja catastrófica, procede-se ao abate físico e económico do ativo e incrementa-se uma unidade à reserva volante<sup>14</sup>.

Caso a avaria analisada não seja catastrófica, é realizada uma análise de mérito ao ativo avariado.

Se desta análise resultar a conclusão da possibilidade de reparação do ativo, procede-se à conclusão da reparação e se o reparado pertencia à reserva instalada, efetua-se a sua transferência para a instalação de origem e troca-se com o ativo de substituição. Caso não seja da reserva instalada, devolve-se o ativo à INE.

Caso a análise de mérito dite que não é vantajoso reparar o ativo, este é sujeito a abate físico e económico e tal como anteriormente é incrementada uma unidade à reserva volante.

O fluxograma acima explicitado, levou à projeção de um Modelo de Gestão da Reserva Estratégica em *Excel*. Esse modelo tenciona servir de molde para a criação de uma plataforma de gestão integrada com o *software* de gestão utilizado pela empresa.

---

<sup>14</sup> O incremento de um novo equipamento é sempre efetuado para a Reserva Volante pois é a vertente da reserva que está diretamente relacionada com a *EDP Global Solutions*, entidade competente pela aquisição de equipamentos novos.

#### **4.4. Suplemento ao Fluxograma com um Modelo de Gestão**

Assumindo a eficiência da gestão baseada no fluxograma do Anexo B e os cinco módulos de função principais do modelo apresentado em [2], foi projetado um Modelo de Gestão da Reserva Estratégica, em *Excel*, com o intuito de este vir a ser posteriormente aplicado e adaptado ao programa de gestão da EDPD. Apesar de um pouco rudimentar, este modelo ajuda a perceber a importância da otimização da gestão da reserva.

Os módulos associados ao Modelo de Gestão da Reserva Estratégica, são:

- Dados Básicos;
- Gestão dos Ativos e/ou Equipamentos de Reserva;
- Programação dos Ativos e/ou Equipamentos de Reserva;
- Gestão de Stock da Reserva Estratégica.

O modelo projetado assenta nos quatro módulos acima apresentados. No entanto, o módulo dos relatórios estatísticos, que está diretamente associado à aplicação e análise dos Indicadores de Continuidade de Serviço sugeridos no ponto 4.3. (TIEPI, MAIFI, SAIFI e SAIDI) não foi aplicado no modelo projetado, devido à necessidade de um longo intervalo de tempo para avaliar tal implementação. No entanto, a realização desta análise é considerada crucial, devendo ser realizada logo que se justifique e que seja viável.

O modelo projetado tem como principal objetivo a otimização do processo de gestão da reserva estratégica, permitindo ao gestor uma análise mais expedita das necessidades e do modo de atuação desta reserva. É, contudo, essencial responsabilizar as atividades de gestão da reserva, dos principais elementos do processo de gestão:

- Dados Básicos – Unidade de Planeamento e Controlo;
- Aquisição de Peças – Unidade de Planeamento e Controlo e *EDP Global Solutions* (quando a aquisição é feita para a reserva volante);
- Reparação de Peças – Unidade de Planeamento e Controlo, Fabricante, *EDP Labelec* e Direção Gestão Ativos e Planeamento de Rede;
- Despacho de ativos e/ou equipamentos: Unidade de Planeamento e Controlo, Responsável de Armazém, Transportadora;
- Gestão de Limites: Unidade de Planeamento e Controlo;

- Gestão de Stock: Unidade de Planeamento e Controlo;
- Relatório Estatístico: Unidade de Planeamento e Controlo

Inicialmente, o gestor é informado acerca da ocorrência de uma avaria, num determinado equipamento, com determinadas características associadas. Nesse momento, o gestor coloca essa necessidade no modelo, no módulo: “Qual o equipamento que procura?”, tal como se pode verificar na Fig. 15.

Figura 15 - Escolha do Equipamento Pretendido.

Os equipamentos aplicados como alvo de estudo no modelo foram aqueles colocados no Anexo D.

Posteriormente à escolha do equipamento pretendido, o clique na célula: “Ir para Stock”, encaminha o gestor para a folha de Stock, onde lhe é permitido visualizar de forma expedita a quantidade dimensionada e a existência ou não do equipamento na reserva estratégica (Fig. 16).

EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	5	0

Figura 16 - Verificação de existência do equipamento pretendido em reserva.

Ainda na mesma folha de cálculo, visualizada na Fig. 17, é possível obter uma perceção imediata de todo o stock, com uma gestão por cores, orientando o gestor numa mais fácil compreensão.

STOCK COMPLETO			
EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	RESERVA
Disjuntores AT	5	2	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV	2	4	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV	3	2	
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV	2	2	
Reatâncias de Neutro 10kV/300A	1	3	
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A	2	7	Operacional
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	5	0	
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/300A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A	2	0	
Disjuntor MT exterior 10kV	3	0	Operacional
Disjuntor MT interior (celas) 10kV	0	22	Instalada
Disjuntor MT interior (celas) 15kV	2	5	
Disjuntor MT interior (celas) 30kV	4	18	
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV	0	2	Instalada
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV	5	29	
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV	4	1	
Transformador de Corrente 10kV	15	90	Operacional
Transformador de Corrente 15kV	36	178	
Transformador de Corrente 30kV	24	292	
Transformador de Corrente 60kV	48	303	
Transformadores de Tensão 10kV	3	3	Operacional
Transformadores de Tensão 15kV	6	51	
Transformadores de Tensão 30kV	12	30	
Transformadores de Tensão 60kV	12	92	

Figura 17 - Visualização completa do stock integrante da reserva, com gestão de cores.

O objetivo da gestão por cores, ilustrada na Tabela 6, é simplesmente tornar mais fácil ao gestor perceber o estado atual da sua reserva. Deste modo, o gestor através das cores sabe de que modo deve proceder perante a aquisição de novos equipamentos e/ou reparação de ativos. A gestão por cores é uma forma de gestão *Lean*, mais conhecida por *Kanban*, e permite ao gestor eliminar desperdícios e contratempos no processo de gestão [18].

Tabela 6 - Tabela explicativa da gestão por cores.

	A cor verde escuro simboliza existência em excesso de equipamento na sua reserva. Considerada como excesso, são existências em dobro ou acima do dobro da quantidade dimensionada.
	A cor verde claro indica a existência ideal de equipamentos em reserva.
	A cor amarela indica que as existências em armazém estão abaixo da quantidade dimensionada.
	A cor vermelha simboliza a redução das existências em armazém a metade ou abaixo de metade da quantidade dimensionada.

Ainda, na mesma folha de cálculo e conforme pode ser visualizado na Fig. 17, é possível verificar em qual das três vertentes da Reserva Estratégica, se encontra o equipamento selecionado: operacional, volante ou instalada. Para obedecer à regra de que primeiramente a necessidade deve ser procurada na reserva operacional, seguindo-se a reserva volante e, por fim, a reserva instalada, foi criada uma *restrição*.

Posteriormente à verificação da existência do equipamento pretendido, é necessário averiguar a sua disponibilidade ou indisponibilidade. Para tal, o gestor deve clicar na célula de “VERIFICAR DISPONIBILIDADE” da folha de verificação de stock e averiguar tal situação, conforme se ilustra na Fig. 18. A disponibilidade dos equipamentos é dada pela diferença entre a quantidade de existências em armazém e a quantidade de ativos indisponíveis.

DISPONIBILIDADE DE ATIVOS											
EQUIPAMENTO	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	DISPONIBILIDADE	INDISPONIBILIDADE	INE S. Sebastião	INE Olho de Boi	INE Ruivães	INE Lousã	Armazém GS Sacavém	Armazém GS Lousã	Subestações e Postos de Corte	Motivo
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operacional											
EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	DISPONIBILIDADE	INDISPONIBILIDADE	Operacional				Volante		Instalada Subestações e Postos de Corte	Motivo
				INE S. Sebastião	INE Olho de Boi	INE Ruivães	INE Lousã	Armazém GS Sacavém	Armazém GS Lousã		
Disjuntores AT	2	2	0								
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV	4	4	0								
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV	2	2	0								
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV	2	2	0								
Reatâncias de Neutro 10kV/300A	3	3	0								
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A	7	7	0								
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	0	0	0								
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A	1	1	0								
Reatâncias de Neutro 30kV/300A	1	1	0								
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A	0	0	0								
Disjuntor MT interior (celas) 10kV	22	22	0								
Disjuntor MT interior (celas) 15kV	5	5	0								
Disjuntor MT interior (celas) 30kV	18	18	0								
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV	2	2	0								
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV	29	29	0								
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV	1	1	0								
Transformador de Corrente 10kV	90	90	0								
Transformador de Corrente 15kV	178	178	0								
Transformador de Corrente 30kV	292	292	0								
Transformador de Corrente 60kV	303	303	0								
Transformadores de Tensão 10kV	3	3	0								
Transformadores de Tensão 15kV	51	51	0								
Transformadores de Tensão 30kV	30	30	0								
Transformadores de Tensão 60kV	92	92	0								

Figura 18 - Disponibilidade versus Indisponibilidade do equipamento pretendido.

Através deste quadro, exemplificado na Fig. 18, é possível avaliar ainda em qual INE, armazém ou instalação, se encontra o equipamento pretendido. Como já anteriormente referido, para a reserva operacional as INE's S. Sebastião, Olho de Boi, Ruivães e Lousã, são as procuradas. Para a reserva volante, o armazém da *EDP Global Solutions* em Sacavém e o armazém da Lousã são os recursos disponíveis. A reserva instalada está dependente da instalação origem do ativo substituto, subestação ou posto de corte localizado na vasta rede de instalações da EDPD.

A indisponibilidade do equipamento pode dever-se, essencialmente, a dois motivos:

- Análise pela *DAPR*;
- Análise *LABELEC*<sup>15</sup>.

Resumidamente, este é o modo de funcionamento do modelo de gestão da reserva criado. Apesar das suas limitações, exemplifica com clareza como a criação de um Modelo de Gestão da Reserva Estratégica otimizado, pode beneficiar o trabalho do gestor e, conseqüentemente, impulsionar o bom desempenho da atividade da EDPD.

<sup>15</sup> *LABELEC* é o laboratório da EDP responsável pela conceção e exploração de instalações e pelo controlo da qualidade de equipamentos/sistemas [20].

# Capítulo 5

## Discussão dos Resultados

Este capítulo apresenta a discussão do modelo obtido neste estudo e as ilações acerca do mesmo, no contexto da sua aplicação no caso de ocorrência de uma hipotética avaria.

Da explicação do modelo, apresentada no capítulo anterior, verificou-se a importância da sua aplicação adaptada ao programa de gestão em curso da empresa, devido à sua facilidade de uso e pertinência.

No sentido de procurar ser mais elucidativa a sua aplicabilidade, procurar-se-á exemplificar o recurso ao modelo para uma situação de avaria ocorrida num Disjuntor AT. A escolha deste equipamento deve-se única e simplesmente ao facto de constituir o tipo de equipamento que pode ser servido por todas as vertentes da reserva, uma vez que a reserva instalada recorre somente a necessidade de Disjuntores AT, MT exteriores ou interiores.

### 5.1. Exemplificação Prática do Modelo de Gestão

Foi comunicada, ao gestor encarregue pela gestão da reserva estratégica, a ocorrência de uma avaria num Disjuntor AT, na subestação de Amarante, no dia 05 de fevereiro de 2021.

O gestor procedeu à abertura do modelo de gestão de ativos, submeteu o seu número de colaborador, 123456, e seleccionou a necessidade de aquisição de um disjuntor AT, verificando-se a obtenção dos resultados apresentados na Fig. 19.

The screenshot displays a web application interface with the following elements:

- Logos for 'UPP FACULDADE DE ENGENHARIA' and 'edp distribuição' on the left.
- Red text header: 'Apoio à Gestão da Reserva Estratégica' and 'Avaria de Equipamento com Reposição pela Reserva'.
- Input fields: 'Nº Colaborador:' with value '123456' and a date field with value '05/02/2021'.
- Dropdown menu: 'Qual o equipamento que procura?' with 'Disjuntores AT' selected.
- Button: 'Ir para Stock'.

Figura 19 - Necessidade de aquisição de Disjuntor AT.

De seguida, o gestor seleccionou a cela “Ir para Stock” e deparou-se com o resultado ilustrado na Fig. 20.

EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM
Disjuntores AT	5	2

**VERIFICAR DISPONIBILIDADE**

Figura 20 - Número de existências em armazém, para acorrer a avaria.

### 5.1.1. Exemplo para Reserva Operacional

Dos resultados obtidos, o gestor teve oportunidade de verificar que conseguia suprir a sua necessidade, pois tinha duas unidades de Disjuntor AT em armazém, sendo que estas se encontravam em reserva operacional, conforme evidenciado na Fig. 21.

EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	RESERVA
Disjuntores AT	5	2	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV	2	4	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV	3	2	
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV	2	2	Operacional
Reatâncias de Neutro 10kV/300A	1	3	
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A	2	7	
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	5	0	
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/300A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A	2	0	
Disjuntor MT exterior 10kV	3	0	Operacional
Disjuntor MT interior (celas) 10kV	0	22	Instalada
Disjuntor MT interior (celas) 15kV	2	5	
Disjuntor MT interior (celas) 30kV	4	18	Instalada
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV	0	2	
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV	5	29	
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV	4	1	Operacional
Tranformador de Corrente 10kV	15	90	
Tranformador de Corrente 15kV	36	178	
Tranformador de Corrente 30kV	24	292	
Tranformador de Corrente 60kV	48	303	
Transformadores de Tensão 10kV	3	3	
Transformadores de Tensão 15kV	6	51	Operacional
Transformadores de Tensão 30kV	12	30	
Transformadores de Tensão 60kV	12	92	

Figura 21 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade.

No entanto, não sabendo se tinha alguma unidade disponível, seleccionou a cela “VERIFICAR DISPONIBILIDADE”, para fazer tal verificação, tendo obtido o resultado apresentado na Fig. 22.

DISPONIBILIDADE DE ATIVOS											
EQUIPAMENTO	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	DISPONIBILIDADE	INDISPONIBILIDADE	INE S. Sebastião	INE Olho de Boi	INE Ruivães	INE Lousã	Armazém GS Sacavém	Armazém GS Lousã	Subestações e Postos de Corte	Motivo
Disjuntores AT	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	Análise DAPR

Figura 22 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento.

Do resultado obtido, o gestor verifica que tem um Disjuntor AT disponível e um indisponível. O ativo indisponível encontra-se em Análise pela DAPR. Ambos os ativos se encontram na INE da Lousã.

### 5.1.2. Exemplo para Reserva Volante

Dos resultados obtidos, o gestor teve oportunidade de verificar que conseguia suprir a necessidade, pois tinha uma unidade de Disjuntor AT em armazém, sendo que esta se encontrava em reserva volante, conforme ilustrado na Fig. 23.

STOCK COMPLETO			
EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	RESERVA
Disjuntores AT	5	1	Volante
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV	2	4	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV	3	2	
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV	2	2	Operacional
Reatâncias de Neutro 10kV/300A	1	3	
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A	2	7	
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	5	0	
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/300A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A	2	0	
Disjuntor MT exterior 10kV	3	0	
Disjuntor MT interior (celas) 10kV	0	22	Instalada
Disjuntor MT interior (celas) 15kV	2	5	
Disjuntor MT interior (celas) 30kV	4	18	Instalada
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV	0	2	
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV	5	29	
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV	4	1	Operacional
Tranformador de Corrente 10kV	15	90	
Tranformador de Corrente 15kV	36	178	
Tranformador de Corrente 30kV	24	292	
Tranformador de Corrente 60kV	48	303	
Transformadores de Tensão 10kV	3	3	
Transformadores de Tensão 15kV	6	51	
Transformadores de Tensão 30kV	12	30	
Transformadores de Tensão 60kV	12	92	

Figura 23 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade.

No entanto, não sabendo se a unidade estaria disponível, selecionou a cela “VERIFICAR DISPONIBILIDADE”, para fazer tal verificação, tendo obtido o resultado apresentado na Fig. 24.

DISPONIBILIDADE DE ATIVOS											
EQUIPAMENTO	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	DISPONIBILIDADE	INDISPONIBILIDADE	INE S. Sebastião	INE Olho de Boi	INE Ruivães	INE Lousã	Armazém GS Sacavém	Armazém GS Lousã	Subestações e Postos de Corte	Motivo
Disjuntores AT	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Figura 24 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento.

Do resultado obtido, o gestor verifica que o Disjuntor AT está disponível. O ativo encontra-se aparcado no armazém da *EDP Global Solutions* em Sacavém.

### 5.1.3. Exemplo para Reserva Instalada

Dos resultados obtidos, o gestor teve oportunidade de verificar que conseguia suprir a necessidade, pois tinha uma unidade de Disjuntor AT em armazém, e que esta se encontrava em reserva instalada, conforme evidenciado na Fig. 25.

STOCK COMPLETO			
EQUIPAMENTOS A CONSTITUIR RESERVA	QUANTIDADE	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	RESERVA
Disjuntores AT	5	1	Instalada
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV	2	4	Operacional
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV	3	2	
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV	2	2	Operacional
Reatâncias de Neutro 10kV/300A	1	3	
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A	2	7	
Reatâncias de Neutro 15kV/300A	5	0	
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/300A	1	1	
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A	2	0	
Disjuntor MT exterior 10kV	3	0	
Disjuntor MT interior (celas) 10kV	0	22	Instalada
Disjuntor MT interior (celas) 15kV	2	5	
Disjuntor MT interior (celas) 30kV	4	18	Instalada
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV	0	2	
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV	5	29	
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV	4	1	Operacional
Transformador de Corrente 10kV	15	90	
Transformador de Corrente 15kV	36	178	
Transformador de Corrente 30kV	24	292	
Transformador de Corrente 60kV	48	303	
Transformadores de Tensão 10kV	3	3	
Transformadores de Tensão 15kV	6	51	
Transformadores de Tensão 30kV	12	30	Operacional
Transformadores de Tensão 60kV	12	92	

Figura 25 - Vertente da reserva que permite colmatar a necessidade.

No entanto, não sabendo se a unidade estaria disponível, selecionou a cela “VERIFICAR DISPONIBILIDADE”, para fazer tal verificação, tendo obtido o resultado apresentado na Fig. 26.

 <b>DISPONIBILIDADE DE ATIVOS</b>											
EQUIPAMENTO	EXISTÊNCIAS EM ARMAZÉM	DISPONIBILIDADE	INDISPONIBILIDADE	INE S. Sebastião	INE Olho de Bol	INE Ruivães	INE Lousã	Armazém GS Sacavém	Armazém GS Lousã	Subestações e Postos de Corte	Motivo
Disjuntores AT	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Subestação da Lapa	0

Figura 26 - Verificação da disponibilidade ou indisponibilidade do Disjuntor AT e seu local de armazenamento.

Do resultado obtido, o gestor verifica que o Disjuntor AT está disponível. O ativo encontra-se instalada na Subestação da Lapa.

Independentemente de qual a vertente da reserva estratégica que vai suprir a necessidade de substituição do ativo avariado, o gestor tem os dados suficientes para dar continuidade à resolução da avaria.

Se o ativo pertencer à reserva operacional e neste caso à INE da Lousã, o gestor solicita o transporte do ativo da INE da Lousã para a subestação de Amarante. Na subestação de Amarante é efetuada a remoção do Disjuntor AT avariado e a instalação do Disjuntor AT substituto, pela equipa de manutenção.

Se o equipamento substituto pertencer à reserva volante e neste caso se encontrar no armazém da *EDP Global Solutions*, o gestor requisita o equipamento à *EDP Global Solutions*, para a subestação de Amarante. Na subestação de Amarante, remove-se o ativo avariado e instala-se o equipamento novo.

Se o ativo pertencer à reserva instalada, neste caso pertencente à Subestação da Lapa, a equipa de manutenção desinstala o ativo substituto da subestação da Lapa e este é transportado para a subestação de Amarante. Na subestação de Amarante, a equipa de manutenção, procede à remoção do ativo avariado e à instalação daquele transferido.

O equipamento removido é enviado para a INE da Lousã, para ser analisada a avaria, por parte das entidades competentes. Se da análise resultar que a avaria é catastrófica, o Disjuntor AT removido é enviado para abate, físico e económico. Comunicado ao gestor o abate, este procede ao pedido de incrementação na reserva volante, em uma unidade de Disjuntor AT. Caso a análise ditar que a avaria não é catastrófica, este equipamento é sujeito a uma análise de mérito pela DAPR. Esta análise avalia a possibilidade ou impossibilidade de reparação. Caso seja impossível reparar, o ativo é enviado para abate; caso contrário dá-se a conclusão da reparação da avaria e o ativo reparado é transportado, novamente, para a INE da Lousã. Caso se trate do ativo que foi substituído pelo ativo que se encontrava na Subestação da Lapa, portanto pertencente à reserva instalada, o Disjuntor AT retoma o seu lugar na subestação de Amarante e o Disjuntor AT substituto é colocado novamente na subestação da Lapa.

De facto, o modelo de gestão implementado demonstra ser bastante útil no auxílio da tarefa do gestor responsável, complementando o fluxograma de gestão do Anexo B.

# Capítulo 6

## Considerações Finais

Esta capítulo apresenta as principais conclusões retiradas da realização deste trabalho. Enunciam-se, ainda, as limitações apresentadas pelo modelo de gestão criado e apresentam-se diversas propostas para trabalhos futuros.

### 6.1. Conclusões

O objetivo deste trabalho reside na definição do modo de gestão da reserva estratégica da EDPD. O trabalho realizado é suportado por um fluxograma de orientação ao gestor, complementado com um Modelo de Gestão, implementado ainda que de forma rudimentar, para servir de exemplo a uma posterior implementação na plataforma de gestão adotada pela EDPD.

Inicialmente, foi realizada uma análise extensa acerca de metodologias de gestão de reservas estratégicas. Para tal, foi necessário o recurso a dados bibliográficos existentes que permitissem uma melhor compreensão do tema, como a complexidade do tema de gestão de ativos, o ciclo de vida destes, indicadores de desempenho, etc. No entanto, a escassez de informação concreta acerca de modos de gestão de reserva estratégicas, dificultou numa fase inicial a melhor compreensão do tema. Mas, a EDPD auxiliou nesse sentido e facultou todos os esclarecimentos solicitados, bem como a partilha de informação acerca deste tema, o qual é, também para a empresa, um aspecto inovador.

Este trabalho, para além das orientações de gestão solicitadas, sugere um Modelo de Gestão para ser implementado como auxílio à tarefa do gestor e suplemento do fluxograma traçado.

Uma vez que o principal objetivo da EDPD com este projeto é a diminuição do impacto das avarias no desempenho da sua atividade e, por conseguinte, a diminuição dos custos que as avarias causam, a criação de uma Reserva Estratégica e uma eficiente gestão desta, revela-se, certamente, uma etapa importante para a concretização dos objetivos estabelecidos.

No entanto, o modelo criado apresenta algumas limitações. Primeiro, carece de informações básicas sobre todos os equipamentos constituintes da reserva, facto que se deve a motivos de confidencialidade impostos pela criticidade da atividade desempenhada pela EDPD. Para além disso, o modelo criado não é automatizado,

necessitando da inserção manual de alguns dados, o que resulta das limitações da aplicação utilizada, bem como da necessidade de integração de dados extensos, provenientes de outras aplicações utilizadas pela empresa, que o *Excel* não suporta. Também não foi conseguida a realização de relatórios estatísticos acerca do desempenho do modelo de gestão, pois para tal seria necessário o modelo estar implementado durante um intervalo de tempo considerável.

Como já referido por diversas ocasiões ao longo do trabalho, este modelo apresenta vantagens no modo de gestão da reserva, permitindo uma gestão eficaz e eficiente da mesma.

Por ser um projeto inovador, é aconselhado o aprofundamento do conhecimento acerca do tema; no entanto pode concluir-se que qualquer empresa, com uma atividade tão crítica quanto a desempenhada pela EDPD, deveria possuir uma Reserva Estratégica de Equipamentos e realizar a sua correta gestão, permitindo o alcance favorável dos objetivos traçados.

## **6.2. Propostas para Trabalhos Futuros**

A próxima tarefa a concretizar será o melhoramento e implementação do modelo numa plataforma de gestão mais sofisticada, capaz de assumir os parâmetros essenciais para o ótimo desempenho do modelo.

É, ainda, crucial a realização dos relatórios estatísticos com aplicação dos indicadores de continuidade de serviço sugeridos, para uma completa consciencialização do trabalho desempenhado pela Reserva Estratégica e avaliação do impacto ao nível dos valores que estes indicam.

É fundamental o alargamento da carteira de equipamentos que a reserva abrange, como por exemplo às proteções, comando e controlo, telecomunicações e SACC.

Procurou-se que o modelo desenvolvido possa vir a ser aplicado a outros equipamentos, bem como outras empresas. Contudo, esta tarefa reveste-se de alguma dificuldade, o que poderá ser ultrapassado através de um estudo profundo das características associadas a cada empresa e a cada equipamento.

## Referências Bibliográficas

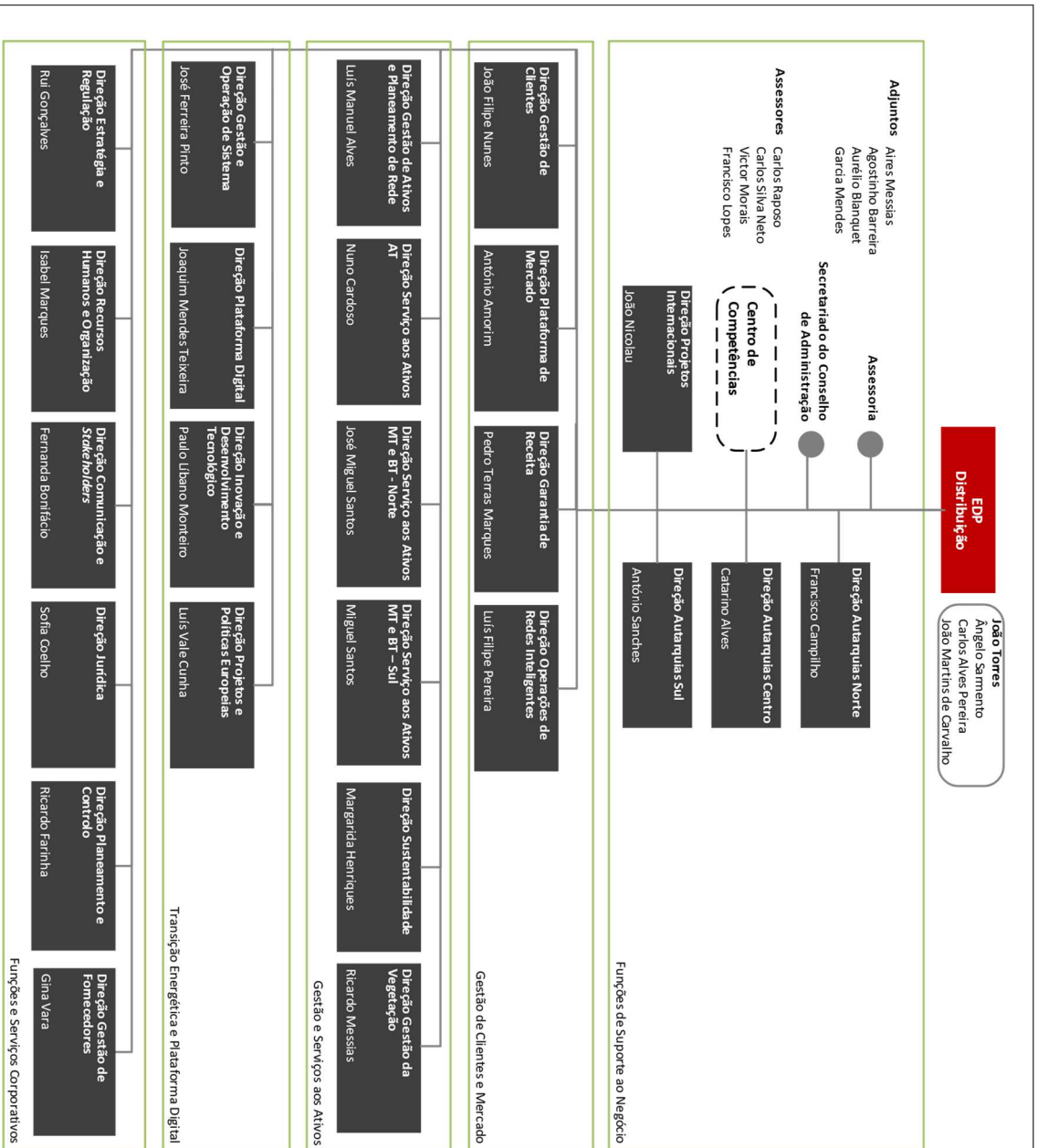
- [1] S. M. Pereira, “Dimensionamento da Reserva Estratégica no âmbito do Programa de Gestão de Ativos da EDP Distribuição,” Universidade de Coimbra, 2015.
- [2] G. Pingping and L. Feng, “The optimization and application of process model for spare parts management information system,” *2009 Int. Conf. Inf. Manag. Innov. Manag. Ind. Eng. ICIII 2009*, vol. 3, pp. 46–49, 2009, doi: 10.1109/ICIII.2009.321.
- [3] The Institute of Asset Management, “PAS 55-1-2008 - Asset Management,” *Br. Stand.*, 2008.
- [4] EDP Distribuição, “Conceitos Básicos de Manutenção,” *Escola da Distribuição*. pp. 43–50, 2016.
- [5] The Institute of Asset Management, “Asset Management – An Anatomy (v3),” no. December, pp. 1–84, 2015, [Online]. Available: [www.theIAM.org/AMA](http://www.theIAM.org/AMA).
- [6] Universidade EDP, “Curso de Gestão de Ativos,” no. 6. pp. 1–25, 2019.
- [7] ISO - International Organization for Standardization, “ISO 55000: 2014 Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia,” 2016. <https://www.iso.org/standard/55088.html> (accessed Aug. 05, 2020).
- [8] ISO -International Organization for Standardization, “Norma Portuguesa,” 2015.
- [9] IPQ, “Norma Portuguesa: NP ISO 31000:2012,” pp. 1–15, 2012, [Online]. Available: <http://www1.ipq.pt/PT/Pages/Homepage.aspx>.
- [10] UpKeep, “UpKeep,” 2019. <https://www.onupkeep.com/answers/asset-management/what-is-an-asset-life-cycle> (accessed Nov. 08, 2020).
- [11] A. J. M. Cardoso, *Diagnóstico de Avarias em Motores de Indução Trifásicos*. Coimbra, 1991.
- [12] Cambridge University Press, “KPI,” *Cambridge Dictionary*, 2020. <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/kpi> (accessed Oct. 07, 2020).
- [13] Klipfolio, “Definição de um Indicador Chave de Desempenho,” *O que é um KPI?*, 2020. <https://www.klipfolio.com/resources/articles/what-is-a-key-performance-indicator> (accessed Sep. 11, 2020).
- [14] E.-R.-E. S.A., “E - REDES,” 2020. <https://www.e-redes.pt/pt-pt> (accessed May 15, 2020).
- [15] Adene, “PORTUGAL ENERGIA.” <https://www.portugalenergia.pt/> (accessed

Jun. 12, 2020).

- [16] F. Scatiggio, M. Pompili, and L. Calacara, "Transformers Fleet Management Through the use of an Advanced Health Index," *2018 IEEE Electr. Insul. Conf. EIC 2018*, no. June, pp. 395–397, 2018, doi: 10.1109/EIC.2018.8481030.
- [17] W. Prachuabsupakij, "ABC Classification in Spare Parts for Inventory Management using Ensemble Techniques," *Proc. - APCCAS 2019 2019 IEEE Asia Pacific Conf. Circuits Syst. Innov. CAS Towar. Sustain. Energy Technol. Disrupt.*, pp. 333–336, 2019, doi: 10.1109/APCCAS47518.2019.8953154.
- [18] T. C. e E. de Negócios, "LEAN BLOG," *5 ferramentas de Gestão Visual que podem ajudar a sua empresa!*, 2018. <https://terzoni.com.br/leanblog/ferramentas-gestao-visual/> (accessed Feb. 05, 2021).
- [19] Y. Huizhe and M. Lihua, "Study on effective index of retailing reverse logistics risk factors evaluation and application," *Proc. - 2009 2nd IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. ICCSIT 2009*, pp. 325–327, 2009, doi: 10.1109/ICCSIT.2009.5234938.
- [20] E. L.-C. de E. T. do G. EDP, "EDP LABELEC," *Quem Somos - Experiência e Qualidade*, 2020. .

# Anexos

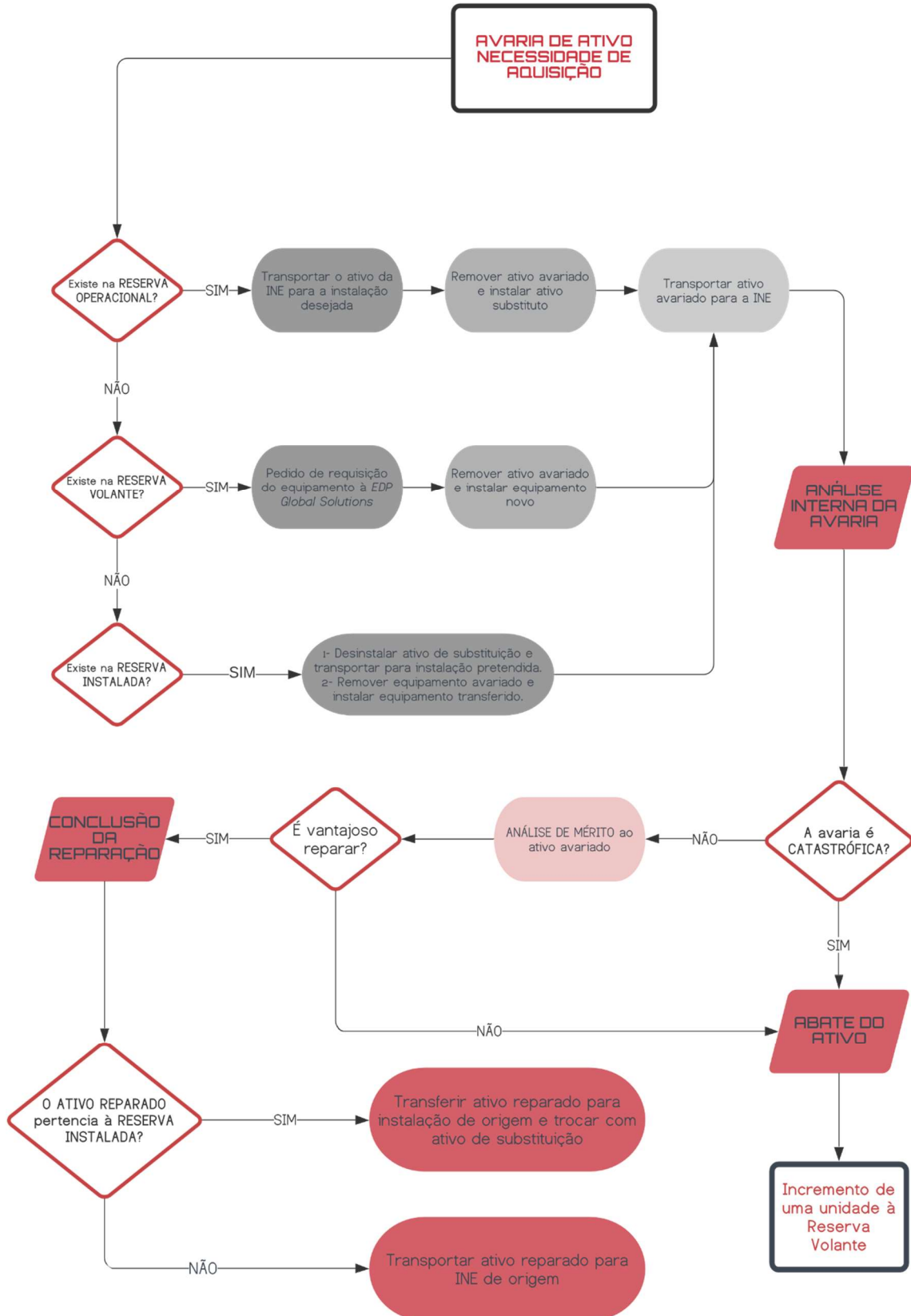
## Anexo A



# Anexo B

## Modelo de Gestão da Reserva Estratégica

Cláudia Matos | EDP Distribuição



## Anexo C

EQUIPAMENTO	CARACTERÍSTICAS
<b>Reatâncias de Neutro</b>	SAP ID
	Fabricante
	Número
	Ano de Fabrico
	Tensão/Corrente
	Impedância Homopolar
	Peso para Transporte
	Rodados
	Bitola Longitudinal
	Bitola Transversal
	Tipo
	Travessias
	<b>Transformadores de Serviços Auxiliares</b>
SAP ID	
Fabricante	
Número	
Ano de Fabrico	
Potência (kVA)	
Grupos Ligações	
Travessias (Porcelana/Elastimold)	
Nº de Tomadas	
Peso para Transporte	
Rodados	
Bitola Longitudinal	
Bitola Transversal	
Tipo	
<b>Transformadores de Serviços Auxiliares + Reatâncias de Neutro</b>	Idade
	Designação
	Tensão/Corrente
	SAP ID
	Fabricante
	Número
	Ano de Fabrico
	Potência (kVA)
	Grupos Ligações
	Tensões Nominais
	Nº de Tomadas
	Impedância Homopolar
	Tensão MT P/TOM. 1 (V)

	Peso para Transporte
	Dimensões para Transporte
	Rodados
	Bitola Longitudinal
	Bitola Transversal
	Tipo
	Travessias
<b>Disjuntores</b>	Fabricante
	Designação
	Tipo
	SAP ID
	Número
	Data de Fabrico
	Tensão Nominal (kV)
	Corrente Nominal [A]
	Poder de Corte (kA)
	Meio de Corte
	Modelo do Comando
	Tensão de Funcionamento
	Montagem (Fixa, extraível, QMT)
	Acesso Comando
	Ficha (nº pinos)
Com Pressostáto	
<b>Transformadores de Tensão</b>	Fabricante
	Designação
	SAP ID
	Número
	Ano de Fabrico
	Tensão Nominal (kV)
	Icc
	Primário
	1ª Relação de Transformação
	2ª Relação de Transformação
	3ª Relação de Transformação
<b>Transformadores de Corrente</b>	Fabricante
	Designação
	SAP ID
	Número
	Ano de Fabrico
	Tensão Nominal (kV)
	Icc
	1ª Relação de Transformação
	2ª Relação de Transformação

	3ª Relação de Transformação
	4ª Relação de Transformação

## Anexo D

<b>EQUIPAMENTOS USADOS NO MODELO</b>
Disjuntores AT
Transformadores de Serviços Auxiliares 10kV
Transformadores de Serviços Auxiliares 15kV
Transformadores de Serviços Auxiliares 30kV
Reatâncias de Neutro 10kV/300A
Reatâncias de Neutro 10kV/1000A
Reatâncias de Neutro 15kV/300A
Reatâncias de Neutro 15kV/1000A
Reatâncias de Neutro 30kV/300A
Reatâncias de Neutro 30kV/1000A
Disjuntor MT exterior 10kV
Disjuntor MT interior (celas) 10kV
Disjuntor MT interior (celas) 15kV
Disjuntor MT interior (celas) 30kV
Disjuntor MT interior (QMMT) 10kV
Disjuntor MT interior (QMMT) 15kV
Disjuntor MT interior (QMMT) 30kV
Transformador de Corrente 10kV
Transformador de Corrente 15kV
Transformador de Corrente 30kV
Transformador de Corrente 60kV
Transformadores de Tensão 10kV
Transformadores de Tensão 15kV
Transformadores de Tensão 30kV
Transformadores de Tensão 60kV