



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

Avaliação do Ciclo de Vida do Acelerador Linear “ONCOR 1” - Equipamento Terapêutico no IPOCFG - Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil

Trabalho de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

Raquel Marques Janeiro

Orientadores

Professora Ana Carla Vicente Vieira

Professor Hugo David Nogueira Raposo

Supervisores na empresa IPOCFG E.P.E.

Eng. Jorge Otero

Eng. Vítor Vaz Neto



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, junho de 2023

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e
nunca se arrepende.”

Leonardo Da Vinci

AGRADECIMENTOS

Queria aproveitar esta oportunidade para agradecer a todos os que me acompanharam ao longo desta etapa e que contribuíram de diversas formas para que a realização deste trabalho fosse possível.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus orientadores, Professor Doutor Engenheiro Hugo Raposo e Professora Doutora Engenheira Ana Vieira, pelas suas valiosas contribuições, partilha de sabedoria e persistência em querer o melhor para este Projeto, sem os quais não seria possível a realização deste último passo na conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos.

A toda administração do Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, os meus agradecimentos pelo apoio e aceitação para a realização do Projeto, com muita consideração ao Responsável do Serviço de Instalações e Equipamentos Engenheiro Vítor Vaz Neto, ao Engenheiro Jorge Otero do Serviço de Instalações e Equipamentos e à Diretora do Serviço de Física médica Dra. Maria do Carmo Lopes, pela oportunidade de realizar o Projeto no hospital, por toda a disponibilidade e acolhimento necessário para encarar este trabalho fazendo com que seja possível a realização do mesmo disponibilizando os meios essenciais necessários para a sua realização. Aos Técnicos que me acompanharam nas visitas, por toda a disponibilidade, dedicação e partilha de conhecimentos.

Aos meus pais e irmã, por terem sempre acreditado nas minhas capacidades.

Por último, mas sempre em primeiro, gostaria de agradecer à minha filha Bárbara Sousa, que mesmo antes de nascer era a minha fonte de inspiração e ao meu companheiro Pedro Sousa que foi o meu grande pilar durante este trabalho.

RESUMO

O atual desenvolvimento tecnológico, a competitividade entre as organizações e o preço excessivo dos produtos são fatores que obrigam as organizações a rever os seus ativos físicos, ganhando consciência que os mesmos, resultantes de investimentos significativos, devem ser mais rentáveis, isto é, que os custos ao longo dos seus ciclos de vida (aquisição, operação, manutenção e desvalorização) devem ser minimizados, de um modo sustentável, causando o mínimo de prejuízo na qualidade do produto ou serviço prestado, tal como na segurança de pessoas e bens (MARTINS, 2017).

Os equipamentos médicos de radiologia ou imagiologia são de máxima importância no diagnóstico e terapêutica de inúmeras patologias sendo, por isso, dos mais utilizados. No entanto, são também dos equipamentos cuja aquisição e manutenção constituem maior despesa para os hospitais ao longo do seu ciclo de vida. Assim, é importante garantir que quando se adquire um equipamento deste tipo, ele é o mais adequado possível às necessidades dos pacientes e do Hospital (WHO, 2000). A qualidade dos serviços prestados por instituições de saúde depende, na sua maioria, de um bom funcionamento e qualidade dos equipamentos médicos, por consequência, uma das competências dos engenheiros em ambiente hospitalar é criar um bom programa de supervisão e manutenção.

A substituição de equipamentos é uma decisão financeira e técnica muito importante nos hospitais, pois a compra de novos equipamentos, normalmente, envolve custos elevados e são ações irreversíveis. Há casos em que o equipamento poderá deixar de ser económico antes de atingir sua vida útil e não ser desejável a sua substituição (RAPOSO, 2017). Este pode ser avaliado através de métodos, tais como de “vida económica” e ou da “vida útil”. Estes modelos são fortemente discutidos ao longo do Projeto, utilizando dados reais do ativo físico.

O presente Projeto pretende apresentar uma metodologia, de acompanhamento e de análise do custo de ciclo de vida (CCV) de um ativo físico hospitalar. Para tal, primeiro será feita uma introdução a vários temas adjacentes, tais como a manutenção, a temática do ciclo de vida de um equipamento, a gestão de ativos e a relação entre os vários subtemas mencionados resultando assim na análise do ciclo de vida. De seguida serão abordados três métodos de depreciação de ativos físicos, nomeadamente: o Método Depreciação Linear; o Método da Soma dos Dígitos e o Método Exponencial. Serão também usados métodos para a determinação do ciclo económico de substituição dos ativos físicos, designadamente os seguintes: Método da Renda anual Uniforme (MRAU); Método da Minimização do Custo médio Total (MCMT); e o Método MCMT com redução do valor presente (MCMT-RVP).

Provou-se que não existem dispositivos inúteis ou de má qualidade, quer física, técnica ou operacional, mas que se pode melhorar o custo-benefício, a qualidade dos serviços e a satisfação dos utilizadores. É importante conhecer o Custo do Ciclo de Vida (CCV) tendo em atenção o Valor Presente em detrimento apenas do custo inicial.

O ativo físico em estudo é o acelerador linear ONCOR 1 do Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E.P.E. (IPOCFG, E.P.E.) e serão apresentados os resultados e as conclusões resultantes da aplicação dos métodos usados neste ativo do setor da saúde.

Palavras-Chave: Gestão de Ativos; Manutenção hospitalar; CCV; Substituição de ativos

ABSTRACT

The current technological development, the competitiveness between organizations and the excessive price of products are factors that force organizations to review their physical assets, becoming aware that they, resulting from significant investments, must be more profitable, that is, that the costs throughout their life cycles (acquisition, operation, maintenance and devaluation) must be minimized, in a sustainable way, causing minimal damage to the quality of the product or service provided, as well as the safety of people and goods (MARTINS, 2017).

Medical radiology or imaging equipment is of utmost importance in the diagnosis and treatment of numerous pathologies and is therefore one of the most used. However, they are also one of the equipment whose acquisition and maintenance constitute the greatest expense for hospitals throughout their life cycle. Thus, it is important to ensure that when purchasing equipment of this type, it is as appropriate as possible to the needs of patients and the Hospital (WHO, 2000). The quality of services provided by health institutions depends, for the most part, on the proper functioning and quality of medical equipment, therefore, one of the competences of engineers in a hospital environment is to create a good supervision and maintenance program.

The replacement of equipment is a very important financial and technical decision in hospitals, as the purchase of new equipment usually involves high costs and is irreversible. There are cases in which the equipment may become uneconomical before reaching its useful life and its replacement is not desirable (RAPOSO,H., 2017). This can be evaluated through methods such as “economic life” and/or “useful life”. These models are heavily discussed throughout the Project, using real data from the physical asset.

This Project aims to present a methodology for monitoring and analyzing the Life Cycle Cost (LCC) of a physical hospital asset. To this end, an introduction will first be made to several adjacent topics, such as maintenance, the life cycle of equipment, asset management and the relationship between the various sub-themes mentioned, thus resulting in the life cycle analysis. Next, three methods of depreciation of physical assets will be discussed, namely: the Linear Depreciation Method; the Sum of Digits Method and the Exponential Method. Methods will also be used to determine the economic cycle of replacement of physical assets, namely the following: Uniform Annual Income Method (MRAU); Average Total Cost Minimization Method (MCMT); and the MCMT method with present value reduction (MCMP-RVP).

It has been proved that there are no useless or poor-quality devices, whether physical, technical or operational, but that cost-effectiveness, quality of services and user satisfaction can be improved. It is important to know the Life Cycle Cost (LCC) taking into account the Present Value rather than just the initial cost.

The physical asset under study is the ONCOR 1 linear accelerator from the Portuguese Institute of Oncology of Coimbra Francisco Gentil, E.P.E. (IPOCFG, E.P.E.) and the results and conclusions resulting from the application of the methods used in this health sector asset will be presented.

Keywords: Asset Management; Hospital maintenance; LCC; Asset replacement.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	x
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	xi
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento teórico	1
1.2. Estruturação do problema.....	3
1.3. Objetivos	3
1.4. Motivação.....	4
1.5. Organização do projeto	5
CAPÍTULO 2 Manutenção	6
2.1. Manutenção Hospitalar	6
2.1.1. Manutenção: definições gerais e evolução.....	8
2.1.2. Políticas da Manutenção/ Os diferentes tipos de manutenção	10
2.1.3. Manutenção Preventiva.....	12
2.1.4. Manutenção Corretiva	15
2.1.5. Objetivos da manutenção.....	16
2.2. Gestão da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares	18
2.2.1. Critérios de qualidade na manutenção dos equipamentos médicos	19
2.2.2. Normalização.....	21
2.2.3. Manutenção Preventiva dos Equipamentos Hospitalares.....	23
2.2.4. Manutenção Corretiva dos Equipamentos Hospitalares	24
2.2.5. Subcontratação de Serviços de Manutenção	26
2.2.6. Cadernos de Encargos e contratos de Manutenção	26
CAPÍTULO 3 Enquadramento teórico - Gestão de ativos	30
3.1. Normas ISO 55000.....	30
3.2. Evolução da Gestão de Ativos	33
3.3. Ativos Físicos hospitalares.....	35
3.4. Ciclo de vida do ativo.....	37
3.5. Aplicação do custo do ciclo de vida.....	41
3.6. Gestão de custos do ciclo de vida de um ativo/equipamento	43
3.7. Obsolescência de equipamentos hospitalares.....	46

3.8. Processo de aquisição de equipamentos.....	47
3.8.1. Processo de aquisição no IPO Coimbra	50
3.9. Modelos de análise de investimento – Métodos de depreciação	52
3.9.1. Método de depreciação linear	52
3.9.2. Método da soma dos dígitos	53
3.9.3. Método exponencial.....	53
3.10. Método de substituição de ativos	54
3.10.1. Método da renda anual uniforme	55
3.10.2. Método de minimização do custo médio total	57
3.10.3. Método de MCMT com redução do valor presente	57
CAPÍTULO 4 Apresentação do estudo de caso	59
4.1. IPOFG Coimbra E.P.E. – Apresentação.....	59
4.1.1. Estrutura Organizacional	61
4.1.2. Missão, valores e Objetivos	63
4.1.3. Serviço de instalações e Equipamentos (manutenção).....	63
4.2. Ativo em estudo – Acelerador linear.....	65
4.2.1. Radioterapia.....	65
4.2.2. Acelerador linear	66
4.2.1. Manutenções no equipamento	72
4.2.2. Custos de manutenção e operação	74
4.2.3. Descrição do processo atual de substituição	75
CAPÍTULO 5 Proposta de Metodologia e vida económica	77
5.1. Recolha de dados.....	77
5.2. Custos operacionais (energéticos).....	78
5.3. Custos de manutenção	80
5.4. Métodos de depreciação – acelerador linear	82
5.4.1. Valor residual (VC_n)	83
5.4.2. Método linear.....	83
5.4.3. Método da soma dos dígitos	84
5.4.4. Método exponencial.....	84
5.5. Métodos de substituição – acelerador linear	86
5.5.1. Valor Presente Líquido (VPL).....	86
5.5.2. Método da renda anual uniforme (MRAU) com taxa aparente variável	87
5.5.3. Método da minimização do custo médio total (MCMT)	89
5.5.4. Método da minimização do custo médio total com redução ao valor presente (MCMT-RVP) com taxa aparente variável	91
5.5.5. Método da renda anual uniforme (RAU_n) com taxa aparente fixa.....	92
5.5.6. Método da renda anual uniforme (MRAU) com taxa aparente variável e custos de manutenção variáveis.....	94
5.6. Influência das Taxa de inflação, capitalização e aparente no Tempo de Substituição	96
5.7. Implicação dos modelos para o IPOCFG E.P.E.....	98

CAPÍTULO 6 Conclusões, Limitações e Trabalhos Futuros	99
6.1. Conclusões	99
6.2. Limitações de um estudo ACV	101
6.3. Perspetivas Futuras.....	101
REFERÊNCIAS	103
ANEXOS.....	111
Anexo A: Contrato de manutenção de 2022	112
Anexo B: Ficha técnica do equipamento.....	118
Anexo D: Cálculos auxiliares para os custos operacionais	120
Anexo E: Cálculos Auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente variável.....	121
Anexo F: Cálculos Auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da minimização do custo médio total.....	122
Anexo G: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da minimização do custo médio total com redução do valor presente - taxa aparente variável	123
Anexo H: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente fixa	124
Anexo I: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente variável – custos de manutenção variáveis.	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Crescimento das expetativas da manutenção (MANSO, J., 2012).	2
Figura 2: Importância atual da manutenção. Adaptado de (HELENO, 2014).	10
Figura 3: Políticas da manutenção. Adaptado de (CARDOSO T. , 2017).	10
Figura 4: Taxa de avarias de um equipamento eletromecânico (FARINHA, J., 1997).	12
Figura 5: Linha temporal de um programa de MP sistemática (BRITO, 2003)	14
Figura 6: Representação da prática de manutenção corretiva após falha de um bem (BRITO, 2003)..	16
Figura 7: Organograma do Sistema Português de Qualidade. Adaptado de (IPQ, 2022).	20
Figura 8: Ordem geral das atividades para fixação da marcação CE (FREITAS, 2014).	21
Figura 9: Critérios de avaliação da CE (LEÃO, J., 2016).	22
Figura 10: Impactos para o FDA da norma ISO 13485:2016. Adaptado de (INTERCER, 2023)..	23
Figura 11: Relação entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos (CARDOSO T. , 2017).	33
Figura 12: Ativos militares - cidade de Ur 2600 a.c. (PANEGOSS, A., 2020).	34
Figura 13: Principais fases do ciclo de vida de um dispositivo médico na visão do utilizador.	37
Figura 14: Representação do ciclo de vida de um ativo (CARDOSO T. , 2017).	37
Figura 15: Ciclo de vida dos ativos. Adaptado de (SIMÕES, C., 2017).	39
Figura 16: Ciclo de vida de um equipamento médico. Adaptado de (HELENO, B., 2014).	40
Figura 17: Custo de ciclo de vida (FERNANDES, R., 2017).	42
Figura 18: Relação Custo-Manutenção (COSTA, M., 2013)	43
Figura 19: Elementos que compõe a GTM. Adaptado de (MANSO, J., 2012).	44
Figura 20: Área de atuação da Gestão dos Equipamentos Médicos (MANSO, J., 2012).	44
Figura 21: Ciclo de vida das tecnologias em saúde (intensidade de uso em função do tempo) (PEREIRA, D., 2017).	45
Figura 22: Ciclo de vida de equipamentos médico-hospitalares Adaptado de (AMORIM A. , 2014) .	48
Figura 23: Esquema do processo de deteção e execução de uma substituição. Adaptado de (AMORIM A. , 2014).	50
Figura 24: Planta do IPOCFG, E. P.E (RODRIGUES, J., 2009)	61
Figura 25: Caracterização geral dos órgãos de administração, direção, consulta e apoio (RODRIGUES, 2009).	62
Figura 26: Sequência de processos e área responsável pela sua execução numa unidade de radioterapia. Adaptado de MATOS, P., 2016.	66
Figura 27: Acelerador Linear Onco I Siemens do IPOCFG, E.P.E.	68
Figura 28 Colimador multi-folhas (CARVALHO, A., 2009)	69
Figura 29: Diagrama de um Acelerador Linear (Lopes, A., 2016).	70
Figura 30: Ilustração do isocentro de rotação da gant de um acelerador linear (CARVALHO, A., 2009)	70
Figura 31: Representação de um sistema de ímanes de deflexão de 90° e de 270° (Lopes, A., 2016)..	72

Figura 32: Gráfico ilustrativo da análise custos-nível de manutenção (ARAÚJO, C., 2020).....	74
Figura 33: Evolução dos custos operacionais do acelerador linear do ano 2006 ao ano 2022.....	79
Figura 34: Evolução do preço da energia elétrica e/ Portugal entre 2006 e 2022 (EUROSTAT, 2023).	79
Figura 35: Valores de custos de manutenção fixos e variáveis considerados nos cálculos.....	81
Figura 36: Comparação entre os três métodos de depreciação: linear, soma dos dígitos e exponencial.....	85
Figura 37: Evolução do VPL ao longo dos anos.	87
Figura 38: Resultados obtidos da RAUn c/ os métodos de depreciação e taxa aparente variável.	88
Figura 39: Resultados obtidos da MCMT c/ os métodos de depreciação.	89
Figura 40: Resultados obtidos da MCMT-RVP c/ os métodos de depreciação e taxa aparente variável.	92
Figura 41: Resultados obtidos da RAUn c/ os métodos de depreciação e taxa aparente fixa.	93
Figura 42: Resultados obtidos da RAUn, taxa aparente e custos de manutenção variáveis.....	95
Figura 43: Variação da taxa de inflação entre 2006 e 2022. (PORDATA, 2022).....	96
Figura 44: Variação da taxa de capitalização em Portugal entre 2006 e 2022.....	97
Figura 45: Variação da taxa aparente em Portugal entre 2006 e 2022.....	98

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenções (MANSO, J., 2012).....	25
Tabela 2: Principais constituintes do AL e respetiva função. Adaptado de Lopes, A., 2016.....	71
Tabela 3: Dados do equipamento em estudo. Elaboração própria.	78
Tabela 4: Apresentação dos valores de custos operacionais do equipamento.....	80
Tabela 5: Apresentação dos valores de custos de manutenção do equipamento.....	82
Tabela 6: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método linear.....	83
Tabela 7: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método da soma dos dígitos	84
Tabela 8: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método exponencial.....	85
Tabela 9: Valores da RAU_n c/ taxa aparente variável para os três métodos de depreciação.....	88
Tabela 10: Valores da MCMT para os três métodos de depreciação.	90
Tabela 11: Valores da MCMT c/ taxa aparente variável para os três métodos de depreciação.	91
Tabela 12: Valores da RAU_n c/ taxa aparente fixa para os três métodos de depreciação.	93
Tabela 13: Valores da RAU_n c/ taxa aparente variável e custos de manutenção	94
Tabela 14: Custos de operação (energéticos)	120
Tabela 15: Somatório dos custos de manutenção e operação.....	120

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

AL	Acelerador Linear
ARS	Administração Regional de Saúde
CAT	Contratos de Assistência Técnica (Manutenção)
CAUE	Custo anual uniforme equivalente
CBM	<i>Condition Based Maintenance</i>
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CE	Conformité Européene
CM	Contrato de Manutenção
EMHs	Equipamentos Médico-Hospitalares
EPCS	Estabelecimentos de Prestação de Cuidados de Saúde
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
GA	Gestão de Ativos
GEM	Gestão de Equipamentos Médicos
IBM	<i>International Business Machines</i>
IL	Índice de lucratividade
IPOCFG E.P.E.	Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
MC	Manutenção Corretiva
MCMP-RVP	Método MCMT com Redução do Valor Presente
MCMT	Método da Minimização do Custo Médio Total
MCMT	Método de Minimização do Custo Médio Total
MCMT-RVP	Método MCMT com redução do valor presente
MP	Manutenção Preventiva
MRAU	Método da Renda Anual Uniforme
NP	Norma Portuguesa
OMS	Organização Mundial de Saúde

OT	Ordens de Trabalho
PAS	<i>Publicly Available Specification</i>
RAU _n	Renda Anual Uniforme
RBI	<i>Risk Based Inspection</i>
RCM	<i>Reliability Centred Maintenance</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SIE	Serviço de Instalações e Equipamentos
SM	Serviço de Manutenção
SNS	Sistema Nacional de Saúde
SPQ	Sistema Português de Qualidade
TC	Tomografia Computorizada
TIR	Taxa interna de retorno
TLAM	<i>Total Life Cycle Asset Management</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
ULGA	Unidade Local de Gestão do Acesso
VAUE	Valor anual uniforme equivalente
VPL	Valor presente líquido

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo inicial engloba a motivação que levou à escolha do tema deste trabalho e apresenta o enquadramento e os objetivos que foram propostos para a realização do mesmo. É também feita uma breve descrição do local onde foi realizado o estudo e, por fim, apresenta a estrutura e organização deste trabalho.

1.1. Enquadramento teórico

O presente trabalho surge na sequência da realização do projeto curricular para a conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e teve como objetivos a análise de ciclo de vida e substituição de um ativo físico hospitalar. Este projeto decorreu no Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E.P.E. (IPOCFG, E. P.E), uma unidade hospitalar que integra a rede de prestação de cuidados de saúde do Serviço Nacional de Saúde, localizado em Coimbra.

O avanço da tecnologia tem produzido técnicas que visam melhorar a qualidade de vida das pessoas de diversas formas. Na área da saúde não é diferente, onde ocorrem diversas mudanças, principalmente no que diz respeito aos equipamentos médico-hospitalares, tornando-os cada vez mais sofisticados. Segundo a Organização Mundial de saúde (OMS), os Equipamentos Médico-Hospitalares (EMHs) são equipamentos que necessitam de manutenção, calibração, formação dos usuários e desativação. São utilizados para fins específicos de diagnóstico, tratamento ou reabilitação da doença ou lesão, podendo ser manuseados sozinhos ou com auxílio de acessórios ou peças. Sem eles não existe um bom funcionamento das instituições de saúde, sendo essencial para o tratamento, diagnóstico e reabilitação do paciente. Logo, é essencial que estejam em perfeito estado para que a sua utilização não cause problemas ao operador ou paciente, além de prejuízos para a instituição (WHO, 2011a).

De acordo com (MARTINS, 2017), em Portugal não existe uma organização dedicada à avaliação de tecnologias para a saúde e esta atividade não é praticada nas instituições de saúde, o que constitui um obstáculo à otimização de processos com base nas evidências. A manutenção é fundamental para a fiabilidade, disponibilidade, qualidade dos produtos e serviços e também para a redução dos riscos de funcionamento, melhorando desta forma a rentabilidade económica e a segurança das pessoas e do ambiente. No entanto, segundo (ASSIS & JULIÃO, 2009), é também uma tarefa dispendiosa, constituindo muitas vezes a maior componente do custo de ciclo de vida do equipamento.

Nos últimos 20 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra, entre as quais se destacam o aumento bastante rápido do número e diversidade de equipamentos que têm que ser mantidos por muito tempo em funcionamento e devido às novas técnicas de manutenção que vem dando respostas às mais novas tecnologias da área da saúde (MANSO, J., 2012).

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra, resumidamente, a evolução dos objetivos da manutenção nos equipamentos.

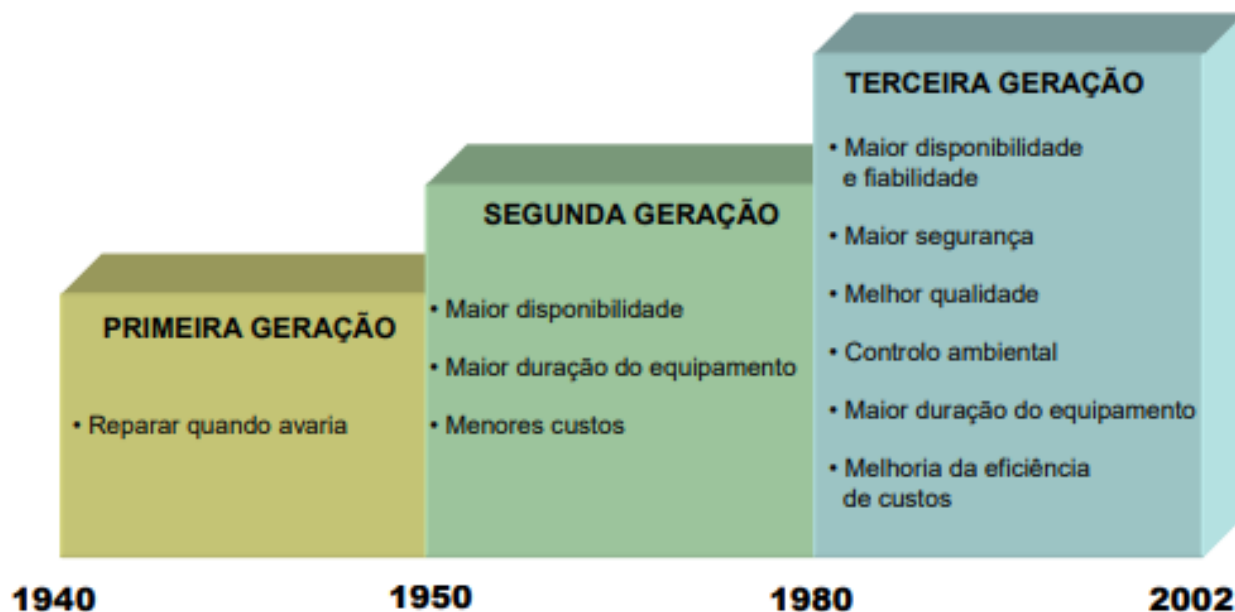


Figura 1: Crescimento das expetativas da manutenção (MANSO, J., 2012).

Segundo (PIRES, 2018) ao nível de manutenção, a mais utilizada até hoje pelos Engenheiros em ambiente hospitalar é a manutenção corretiva. Ela é utilizada em caráter de urgência, por não ser programada e consiste em restaurar as condições iniciais e ideais de utilização do equipamento, por isso a manutenção é uma ferramenta importante para a gestão dos equipamentos médico-hospitalares.

Mas para outros autores, a manutenção não planeada corresponde a uma política em que as intervenções procuram recuperar o equipamento para que este atinja o estado normal de funcionamento, após a ocorrência da falha. A manutenção não planeada constitui a forma mais simples e mais primária de intervenção, sendo uma opção de gestão, normalmente muito dispendiosa, quando avaliada economicamente do ponto de vista de funcionamento do sistema e que tem como consequências:

- Uma baixa utilização e a diminuição da vida útil dos equipamentos repercutindo-se, consequentemente, na produtividade dos meios de produção, independentemente de se tratar de produtos ou serviços;
- A paragem para manutenção em instantes aleatórios, e muitas vezes inoportunos, com custos indiretos muito elevados (RAPOSO, H., 2017).

A gestão da manutenção dos dispositivos médicos das instituições de saúde surge, assim, como fator determinante da produtividade e rentabilização económica das organizações. Para atingir estes objetivos, este projeto, desenvolvido em conjunto com o IPOCFG, E.P.E, tem como objetivo propor a aplicação de métodos de “substituição” e “vida útil” num acelerador linear

Oncor 1. Este equipamento foi selecionado por ser considerado um dispositivo muito utilizado e de elevada importância na instituição.

Podemos verificar, que hoje em dia devido ao difícil panorama económico atual as empresas e organizações de todos os sectores, incluindo o sector da saúde, são obrigadas a racionalizar cada vez mais os seus custos. As instituições de saúde encontram-se sob uma crescente pressão para encontrarem formas de diminuir as suas despesas operacionais e, simultaneamente, corresponderem às crescentes exigências de qualidade e segurança do seu serviço.

Verifica-se também que grande parte das instituições seleciona os seus ativos com base no investimento inicial, e só após a sua instalação procura otimizar os custos de utilização. Na realidade, o impacto do investimento num ativo traduz-se no seu Custo do Ciclo de Vida (CCV) e não apenas no custo de aquisição (ASSIS & JULIÃO, 2009). O CCV é uma técnica de análise que se tem generalizado tanto na seleção como na análise de custos dos equipamentos médicos.

Nos últimos anos existiu um crescimento do parque de equipamentos médicos em Portugal, correspondendo a elevados investimentos, embora não havendo um controlo efetivo, como era desejável, no que se refere à aquisição e renovação. Esta realidade é verificada, em particular, em especialidades como Radiologia, Radio-oncologia, Medicina Nuclear ou Medicina Hiperbárica (PENEDO, 2013).

1.2. Estruturação do problema

A identificação da necessidade de substituição de equipamentos médicos hospitalares, fundamentalmente, quando surgem problemas de ordem técnica no equipamento, isto é, quando está a sofrer demasiados problemas, o que implica sujeitá-lo a diversas intervenções, ou então quando sofre uma grande avaria, estuda-se se compensa proceder à sua reparação, dado o historial que apresenta. Num plano secundário ficam as razões relacionadas com a obsolescência do equipamento face à tecnologia atual, e que incluem fatores como as funcionalidades/características que estão em falta e que são necessárias no serviço, para responder às necessidades. Desta forma, a política de substituição de equipamentos não é planeada e uniformizada em todo o Hospital.

1.3. Objetivos

O principal objetivo do presente projeto é a construção de um modelo que pretende apoiar a decisão de compra de equipamentos médicos hospitalares na área do radiodiagnóstico. O trabalho decorre da necessidade de otimizar os recursos financeiros na área da saúde.

Esta metodologia poderá ser implementada apenas num ativo, com os ajustes necessários. Neste caso, esta metodologia foi aplicada num acelerador linear ONCOR 1, do IPOCFG, E.P.E de Coimbra. O ativo analisado foi selecionado de acordo com a criticidade e a qualidade dos dados a tratar.

A metodologia e o tratamento dos dados foram desenvolvidos sobre uma folha de cálculo no programa Microsoft Excel, aplicando os métodos de “vida útil” e “vida económica” e tendo sido estruturada e otimizada no sentido de facilitar a realização de algumas etapas, nomeadamente com o objetivo de ajudar na tomada de decisão.

A grande vantagem desta metodologia passa por realizar uma estimativa de vida útil restante, através de fórmulas. Este tipo de metodologia irá disponibilizar às equipas de manutenção informação essencial que pode ajudar a definir o período ou momento mais indicado para intervir no ativo, antes de este atingir os valores limite ou de alerta e entrar em avaria.

Objetivos específicos

Objetiva-se com este projeto:

- Estudar as fases que compõem o ciclo de vida do acelerador linear;
- Evidenciar a importância da análise do ciclo de vida do ativo, no IPOCFG, E.P.E;
- Direcionar para a importância do estudo deste equipamento porque são equipamentos muito importantes na assistência à saúde;
- Discutir possíveis custos do equipamento, através de uma comparação entre custos de manutenção corretivas e investimentos para a aquisição de um novo equipamento, frente à administração do hospital;
- Implementar esta metodologia, noutros equipamentos da instituição;

1.4. Motivação

O tema proposto baseou-se na avaliação dos processos do serviço de manutenção, nomeadamente os processos ligados à manutenção de equipamentos médicos. A motivação pessoal para a realização deste projeto final de mestrado teve como origem o interesse pela área de gestão de ativos na área da manutenção hospitalar, com a junção destas áreas foi possível conciliar duas áreas profissionais interessantes, a gestão e a engenharia.

No decorrer deste projeto, também foi possível ter noção de quais são as dificuldades na garantia do bom funcionamento da instituição e da prestação de cuidados de saúde.

Apesar da gestão de ativos possuir vantagens atrativas do ponto de vista económico, esta estratégia é frequentemente mal interpretada. Assim sendo, o presente projeto visa apresentar uma abordagem à gestão de ativos físicos fornecendo um guia de interpretação que tem como objetivo orientar as organizações na interpretação da mesma, recorrendo a um caso real como exemplo.

1.5. Organização do projeto

De forma a alcançar os objetivos propostos e sistematizar as várias etapas do trabalho, este projeto foi dividido em seis capítulos que podem ser descritos da seguinte forma:

No capítulo 1. Introdução - são apresentados, a motivação para a realização deste estudo; o seu enquadramento e os objetivos gerais e mais específicos.

No capítulo 2. Manutenção - é feita uma introdução à teoria das manutenções e são definidos os conceitos de manutenção, nomeadamente, preventiva, corretiva e preditiva; para concluir o capítulo é feita uma breve abordagem sobre a Gestão da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares.

No capítulo 3. Enquadramento teórico - Gestão de ativos – Apresenta um enquadramento teórico e uma descrição de todos os conceitos inerentes à Gestão de Ativos, com ênfase nos modelos econométricos de substituição de ativos físicos, normas ISO (*International Organization for Standardization*) 55000, ativos físicos hospitalares, definição, aplicação e gestão do custo do ciclo de vida de um ativo/equipamento.

No capítulo 4. Apresentação do estudo de caso - Apresentação da do Hospital e do equipamento em estudo

No capítulo 5. Proposta de Metodologia e vida económica - Na sequência do capítulo III, são validados os modelos aí apresentados, nomeadamente a aplicação e validação dos modelos econométricos de substituição de ativos, bem como análise dos resultados obtidos através deste estudo; a implicação dos modelos para o IPOCFG, E.P.E; e potencialidades dos modelos para o IPOCFG, E.P.E.

E por fim **no capítulo 6.** Conclusões - Neste capítulo são apresentadas as conclusões e uma breve discussão dos resultados, bem como enunciados os principais contributos aduzidos neste projeto.

CAPÍTULO 2 Manutenção

Este capítulo apresenta o estado da arte relativo ao tema subjacente ao projeto, iniciando-se com uma descrição sintética da evolução da manutenção, do seu conceito e da sua gestão ao longo do tempo. É de extrema importância para o desenvolvimento deste trabalho, uma vez que permite refletir sobre os conceitos adquiridos.

Recentemente, é possível observar um processo de mudança de mentalidade relativamente à forma como a manutenção é percecionada, sendo-lhe atribuído um papel cada vez de maior relevância, pelo que, faz todo o sentido fazer o seu enquadramento, mas também apresentar novas abordagens e políticas de manutenção.

2.1. Manutenção Hospitalar

Qualquer equipamento está sujeito a processos de deterioração e envelhecimento. Segundo (FERREIRA F. , 2013), para garantir que um equipamento cumpra a função para a qual foi concebido é necessário assegurar que o mesmo sofre intervenções que corrijam a falha funcional ou, de preferência, que a impeçam de acontecer, mantendo o desempenho do equipamento no nível desejado e com elevada produtividade. Estas intervenções incluem inspeções e calibrações regulares (ações preventivas) e reparações (ações corretivas).

A manutenção assume um papel de ainda maior importância quando aplicada a Equipamentos Médicos Hospitalares (EMHs). O ambiente médico é, intrinsecamente, de alto risco onde uma falha de um equipamento pode ter consequências graves ou, mesmo trágicas. A segurança e bem-estar, tanto dos utentes como dos profissionais da saúde dependem do correto funcionamento dos equipamentos usados.

Os serviços de manutenção nas organizações de saúde privilegiam a subcontratação devido à grande especificidade e diversidade de EMHs. Desde a década de 90 que a contratação externa de profissionais, cresceu de forma clara, tendo como principais objetivos reduzir o risco, diminuir os custos e melhorar a qualidade. As manutenções em geral são realizadas pelos próprios representantes e os serviços são cobertos por um Contrato de Manutenção (CM) que normalmente é negociado no momento da aquisição, este pode abranger um número fixo de anos ou pode ser renovável anualmente (NHS, 2009).

As organizações de saúde devem ainda estabelecer e implementar procedimentos que assegurem a realização de ensaios, de manutenções, de ajustes e calibrações dos equipamentos. Todas estas intervenções devem ser documentadas no registo histórico do equipamento, porque, segundo a OMS, a análise dos históricos de manutenção dos equipamentos pode ser útil para verificar se a reparação é viável economicamente ou se o seu uso é seguro, na medida em que a idade do equipamento aumenta os gastos com a manutenção e o risco associado (AMORIM A. , 2014).

A engenharia passou a desenvolver critérios mais sofisticados de manutenção baseada na criação de sistemas automatizados de planeamento e controlo, baseada na aplicação de modelos matemáticos e estatísticos de análise e controlo da fiabilidade, que só foi possível com o aparecimento dos computadores por volta da década de 70. Foi nessa altura desenvolvida uma metodologia nos Estados Unidos da América (EUA) denominada de *Reliability Centered Maintenance* (RCM), que tem sido progressivamente adotada por empresas em todo o mundo nos mais diversos setores (HELENO, 2014).

De acordo com (ASSIS R. &, 2015):

“A RCM consiste, basicamente, em encontrar respostas para sete questões aplicadas a cada órgão, equipamento ou sistema. São elas as seguintes:

- Quais as funções do equipamento (capacidade, qualidade, nível de serviço, ambiente, custos e segurança) e os níveis (ou standards) de desempenhos requeridos (*functions*)?
- De que maneira podem as funções falhar (*functional failures*)?
- O que causa cada falha de função (*failure modes*)?
- O que acontece quando uma falha ocorre (*failure effects*)?
- Qual a importância das consequências de cada falha (*failure consequences*)?
- Como se pode ser feito para evitar cada falha?

O que fazer quando não é possível ou justificável uma política de manutenção preventiva?”.

À medida que os desenvolvimentos técnicos e económicos aumentam, a procura por serviços de manutenção também aumenta. Por conseguinte, é importante que a abordagem aos CM seja feita de uma forma estruturada e cuidada. As instituições são forçadas a racionalizarem os seus custos, incluindo os de manutenção, obrigando os responsáveis a ser eficientes para além de serem eficazes, traduzindo as vantagens técnicas e operacionais em vantagens económicas para que possam ser entendidas pelos gestores.

Para (ASSIS R. &, 2015) :

“A prática da manutenção requer obviamente tempo e dinheiro para poder ser eficaz. Contudo, como estes recursos são sempre escassos, é necessário analisar quais os equipamentos que justificam este dispêndio. Com efeito, existem situações em que a melhor política consiste em deixar falhar e reparar depois”.

Em resumo, é perceptível e do entendimento geral que as exigências futuras vão continuar a focar-se na melhoria do desempenho, nomeadamente no que diz respeito à disponibilidade, fiabilidade e duração da vida útil dos equipamentos. Isto acontece, pois, a manutenção está diretamente ligada ao processo produtivo, influenciando a qualidade, o custo e o volume de produção, assim como o desempenho dos equipamentos e em consequência a qualidade do diagnóstico e a melhoria do estado do utente. Assim sendo, deve-se realizar um plano de manutenção, o qual não preveja apenas manutenções preventivas e corretivas, mas contemple atividades de deteção de falhas potenciais e ocultas que não são identificadas pelo utilizador e a respetiva calibração (recomendada pelo fabricante).

Margotti em 2013 refere que uma correta manutenção se reflete no desempenho dos ativos e, por sua vez, na qualidade de um diagnóstico/terapêutica, o que influencia o estado de saúde do utente. Na saúde, as falhas na manutenção podem ter consequências diretas no diagnóstico, no tratamento ou até mesmo levar à morte dos utentes e profissionais, o que representa um risco muito elevado de saúde pública.

2.1.1. Manutenção: definições gerais e evolução

De acordo com a Norma Portuguesa NP EN 13306 (2007) – Manutenção é “A combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida” (ISQ, 2007).

Farinha em 1997, aponta como uma possível definição de manutenção a *“combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para otimização dos seus ciclos de vida”*. Mas Cabral em 1998 faz um apanhado das definições e define manutenção de uma forma mais abrangente como *“o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, de maneira a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado”*.

Por sua vez, anos mais tarde de acordo com Helmann, 2006 as atividades de manutenção proporcionam a confiabilidade e a disponibilidade dos processos de produção evitando falhas e possíveis deteriorações por meio da preservação dos equipamentos.

Como podemos constatar, devido às especificidades de cada época, o conceito de manutenção foi evoluindo ao longo do tempo, surgindo várias definições para a função manutenção, principalmente com o desenvolvimento da indústria a nível mundial.

No século XIX, com a Revolução Industrial, surgiram novos desafios e foi introduzida a mecanização nos processos em oposição aos processos artesanais. Entre o século XIX e o início do século XX a manutenção tratava-se apenas da reparação das avarias quando estas surgiam, não havendo a preocupação com as consequências dessas paragens. Durante o século XX, a estratégia da indústria mudou e foi introduzido o conceito de produção em massa. Este conceito foi introduzido por Henry Ford, na indústria automóvel, mas rapidamente se espalhou para outros tipos de indústria (RAMOS, 2012).

Após a Primeira Guerra Mundial, a indústria enfrentou uma grande escassez de mão-de obra e uma necessidade de atingir maiores padrões de produção, o que conduziu a uma mudança de atitude relativamente às reparações de avarias. As paragens na produção começaram a ter maior significado, evidenciando a falta de eficácia da manutenção reativa existente. Durante a Segunda Guerra Mundial, a produção em massa e a necessidade de obter elevados níveis de disponibilidade nos equipamentos introduziram novas filosofias relativamente às avarias e respetivas reparações. As organizações começaram a ter a preocupação, não só em corrigir as falhas, mas também em atuar preventivamente através de substituições sistemáticas, dos

componentes mais críticos e que apresentavam maiores desgastes, assumindo assim uma atitude proactiva. Através desta nova abordagem, iniciou-se a designada Manutenção Preventiva (RAMOS, 2012).

Após as grandes guerras, a obtenção de lucro por parte das organizações começou a tornar-se uma tarefa bastante complicada. Com a enorme competitividade dos mercados, tornou-se necessário diminuir cada vez mais os preços dos bens, aumentar a eficiência dos processos produtivos e reduzir os desperdícios, o que levou a uma maior valorização da área da qualidade. Devido ao aumento da competitividade dos mercados e de maneira a dar resposta a este problema, deu-se início a uma nova área, a Engenharia da Manutenção. Esta baseava-se na aplicação de modelos matemáticos e estatísticos de análise e controlo de fiabilidade. Começou a aplicar-se técnicas de planeamento, que anteriormente eram apenas utilizadas na indústria militar, e a elaborar-se processos mais científicos de manutenção, tendo em conta os materiais aplicados nas máquinas (RAMOS, 2012).

Na década de oitenta, através da grande evolução tecnológica, passou-se a medir os parâmetros de funcionamento, a analisar a sua variação e a extrapolar o momento de falha dos equipamentos. Através desta nova técnica começou a ser possível a previsão da falha, sendo que parte dos elementos passaram a ser substituídos tendo em conta o seu estado, proporcionando custos de exploração bastante inferiores. No final desta década, com o aumento da exigência na qualidade dos produtos e serviços por parte dos clientes, a manutenção tornou-se ainda mais importante no desempenho dos equipamentos (RAMOS, 2012).

Atualmente, tendo em conta as diversas evoluções tecnológicas ao longo dos últimos anos, é comum aplicarem-se vários modelos de Gestão da Manutenção Industrial, tais como:

- RCM (Reliability-centered Maintenance) – Manutenção Centrada na Fiabilidade;
- TPM (Total Productive Maintenance) – Manutenção Produtiva Total;
- CBM (*Condition Based Maintenance*) – Manutenção Baseada na Condição;
- RBI (*Risk Based Inspection*) – Inspeção Baseada no Risco (RAMOS, 2012).

No futuro, as exigências de melhoria serão cada vez mais acentuadas relativamente ao desempenho, ou seja, serão exigidas maiores disponibilidades, maior fiabilidade e maior duração da vida útil dos ativos. A recente perspetiva referida como “Indústria 4.0” ou quarta revolução industrial terá certamente impacto na forma como a manutenção é realizada, mudando diversos paradigmas na gestão dos ativos (FERREIRO et al., 2016) .

A Figura 2 representa a mudança de visão da manutenção que houve, evoluindo de uma responsabilidade secundária para uma preocupação estratégica essencial. Sem dúvida que, hoje em dia, a manutenção é mais valorizada no seio das organizações (HELENO, 2014).

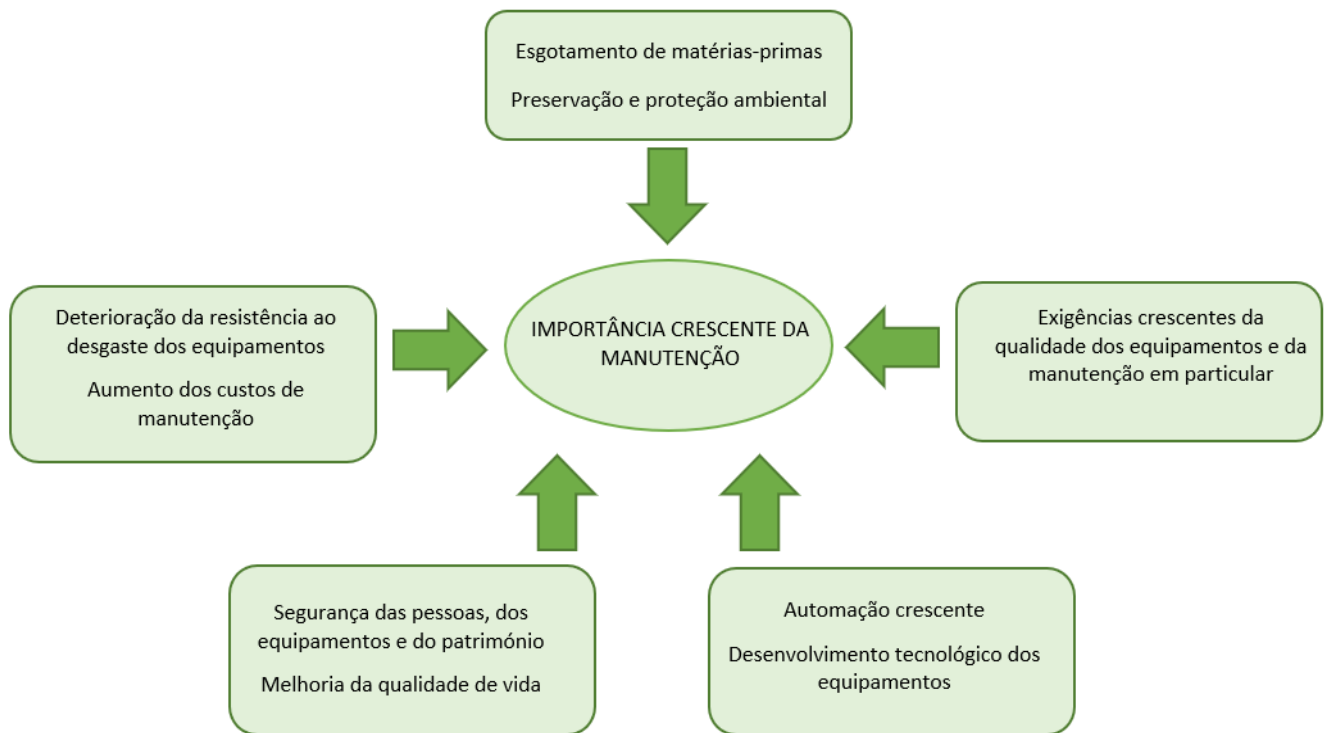


Figura 2: Importância atual da manutenção. Adaptado de (HELENO, 2014).

2.1.2. Políticas da Manutenção/ Os diferentes tipos de manutenção

Segundo a Norma Portuguesa NP EN 13306, os tipos de manutenção existentes podem ser divididos em dois grandes grupos: a manutenção preventiva e a manutenção corretiva (ISQ, 2007). As políticas de manutenção são condicionadas por fatores tais como as características do regime de produção, o tipo de equipamentos produtivos, as condições e a idade das instalações/equipamentos e as inspeções legais obrigatórias. As políticas de manutenção, presentes na Figura 3, devem ser selecionadas tendo em conta a otimização dos custos (CARDOSO T. , 2017).

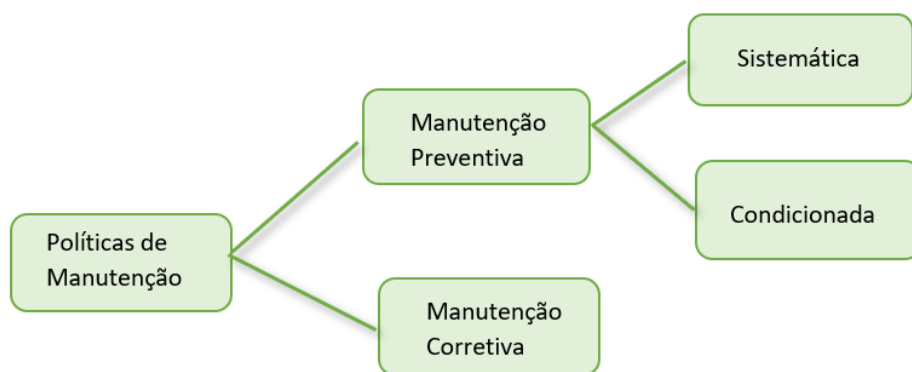


Figura 3: Políticas da manutenção. Adaptado de (CARDOSO T. , 2017).

Segundo Amaral em (CARDOSO T. , 2017) ao longo dos tempos ocorreu um aumento das tarefas atribuídas à função manutenção, em que no início se resumiam a manter ou repor as instalações em funcionamento, foram sendo ampliadas ao longo do tempo, passando a intervir nos dias de hoje nas seguintes áreas

- Gestão dos ativos físicos: o controlo e gestão do ciclo de vida; o custo de manutenção/custos de operação.
- Função de suporte;
- Colaboração com o projeto na escolha e especificação de novos equipamentos;
- Colaboração nas tarefas relacionadas com peças de reserva, níveis de stocks e receção de materiais e equipamentos;
- Colaboração no projeto de novas instalações, acompanhamento e fiscalização da sua montagem e colocação em serviço;
- Papel determinante na segurança das pessoas e bens;
- Parceiro fundamental na maximização de resultados.

A multiplicidade de tarefas associadas à manutenção, normalmente, prende-se com a diversidade de equipamentos a manter em condições adequadas de funcionamento. Porém, em termos de organização, estratégia e metodologia de funcionamento, podem estabelecer-se princípios gerais para qualquer organização. Nesta perspetiva, segundo Farinha (1997), aceitar-se-á afirmar que:

“É viável extrapolar as conclusões das organizações mais complexas para as menos complexas. Estão neste caso, os hospitais cujas instalações e equipamentos são muito diversificados e complexos, a sua manutenção segue princípios gerais válidos para qualquer empresa, contudo, a sua aplicação deve atender a certas especificidades do sistema hospitalar, tais como: os seus objetivos, necessidades, organização e cultura. Porém, atendendo às características inicialmente focadas, as conclusões a que for possível chegar-se para este tipo de organização (em relação às técnicas, às metodologias e até à estratégia) serão extrapoláveis para outras organizações. Ainda assim, neste ponto é realçado o papel fundamental do parecer técnico da equipa de electromedicina na gestão da manutenção dos equipamentos”.

Segundo a norma NP EN 13306:2001, a manutenção é definida como:

“A combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”. Esta definição da manutenção inclui também um outro conceito, o de ciclo de vida de um bem, que é também definido na referida norma como: *“intervalo de tempo que se inicia com a conceção e termina com a sua eliminação”* (FARINHA J. , 1997).

O ciclo de vida de um equipamento está ilustrado na Figura 4, através do gráfico da taxa de avarias (exemplo de um equipamento eletromecânico). Esta pretende ir ao encontro da ideia de que a manutenção tem como principal objetivo, no decorrer da vida útil de um bem, garantir que o seu nível de desempenho, através de intervenções adequadas, seja igual àquele para que

foi concebido, sendo que se for pretendido um nível superior já se considera estar em reabilitação. Se na etapa inicial do ciclo de vida de um determinado equipamento se verificar uma elevada taxa de avarias, tal pode dever-se a deficiências técnicas causadas pelo processo de fabrico do equipamento (FARINHA J. , 1997).

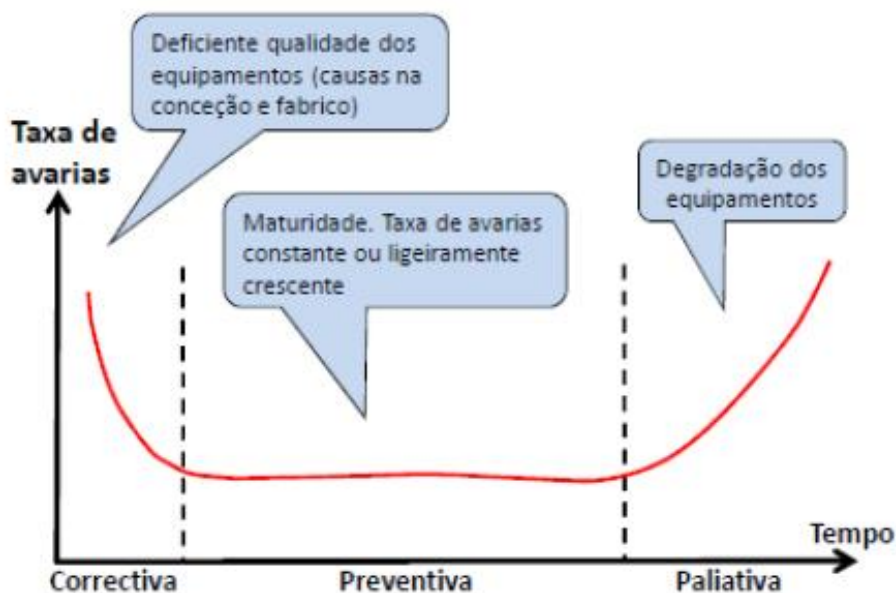


Figura 4: Taxa de avarias de um equipamento eletromecânico (FARINHA, J., 1997).

2.1.3. Manutenção Preventiva

Para utilizar a Manutenção Preventiva (MP), as organizações necessitam de uma manutenção preparada e bem estruturada com antecedência. Os planos de manutenção preventiva envolvem uma preparação e programação da ação, tendo em conta as indicações dos fabricantes ou com base nos dados obtidos, na exploração dos equipamentos, ao longo do ciclo de vida (COELHO R. , 2015).

A norma portuguesa NP EN 13306 (2007) define manutenção preventiva como “*Manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem*”. Ramalho (2008) define manutenção preventiva como, compreendendo todas as ações de manutenção que são realizadas antes da ocorrência de uma previsível falha (COELHO R. , 2015).

Quanto aos dois tipos de MP, estas são baseadas no tempo e ou baseada na condição. É baseada no tempo quando as atividades para manter as capacidades funcionais dos equipamentos ou sistema forem planeadas para serem realizadas em pontos específicos do funcionamento do bem (Ex. tempo, número de ciclos, quilómetros, quantidade de peças produzidas, entre outros, a unidades dependem do tipo de bem a ser mantido), sendo neste caso uma manutenção preventiva sistemática. É baseada na condição, quando as tarefas são programadas devido a anormalidades detetadas em equipamentos durante o funcionamento (COELHO R. , 2015).

Este tipo de manutenção tem os seguintes objetivos:

- Aumento da disponibilidade dos equipamentos e consequentemente da fiabilidade, reduzindo as falhas em serviço;
- Maior duração da vida útil dos equipamentos;
- Reduzir a carga de trabalho, intervalando as intervenções com a produção;
- Melhoria na gestão de stocks tendo em conta a previsão dos consumos;
- Redução das improvisações, devido a uma ação planeada que tem em conta todos os elementos necessários.

Muitos equipamentos médicos podem representar um risco maior para os pacientes, caso não sejam realizadas as intervenções de manutenção preventiva de maneira adequada, tornando-se assim obrigatório a utilização da MP para os mesmos (FILIPE, 2006).

Manutenção preventiva sistemática

A primeira questão a ter em conta, quando se implementa a manutenção preventiva sistemática, trata-se da periodicidade das intervenções nos equipamentos. Hoje em dia, muitos dos equipamentos, que as organizações adquirem, já vêm com indicações dos fabricantes das intervenções a realizar.

No entanto, muitas organizações optam por, através das informações internas, criar ou adaptar as intervenções aos seus equipamentos. Estas informações podem ser provenientes de observações ou análises estatísticas da degradação dos equipamentos e de avarias imprevisíveis e repetitivas. Esta estratégia de manutenção pode ser baseada num variável tipo tempo (sistemática) ou baseada na condição (condicionada). No caso de ser baseada no tempo, as ações para manter as capacidades iniciais, do equipamento ou da instalação, são planeadas para serem realizadas em intervalos específicos da vida do equipamento (tempo, número de ciclos, quilómetros, número de peças produzidas, entre outros). Quando é baseada na condição, as intervenções são realizadas quando se detetam anomalias nos equipamentos durante o seu funcionamento (RAMOS, 2012) (BRITO, 2003).

Habitualmente, a expectativa mínima do tempo de vida dos componentes é dada pelo fabricante. Numa ótica de otimização devem ser utilizadas as informações internas, obtidas a partir das intervenções preventivas. Na MP sistemática, as intervenções são executadas em intervalos fixos de tempo (calendário) ou de unidades de utilização. É normalmente utilizada nas verificações periódicas obrigatórias e na substituição de componentes com custo reduzido. As principais vantagens da MP sistemática são (RAMOS, 2012):

- O custo de cada operação de manutenção ser conhecido previamente, o que contribui para uma adequada gestão orçamental;

- As operações de paragens são programadas de acordo com o horário de utilização ou produção, diminuindo as disrupções no serviço. No entanto este tipo de manutenção não deixa de apresentar algumas desvantagens, nomeadamente:
- Um elevado custo total de manutenção devido à relativa baixa periodicidade das intervenções;
- Uma maior probabilidade de ocorrência de erro humano e da introdução de futuras novas avarias;
- A desmontagem, ainda que superficial, leva à substituição de peças provocadas pela síndrome de precaução, o que eleva o custo global da intervenção (RAMOS, 2012).

A Figura 5 representa a linha temporal de um programa de MP sistemática.

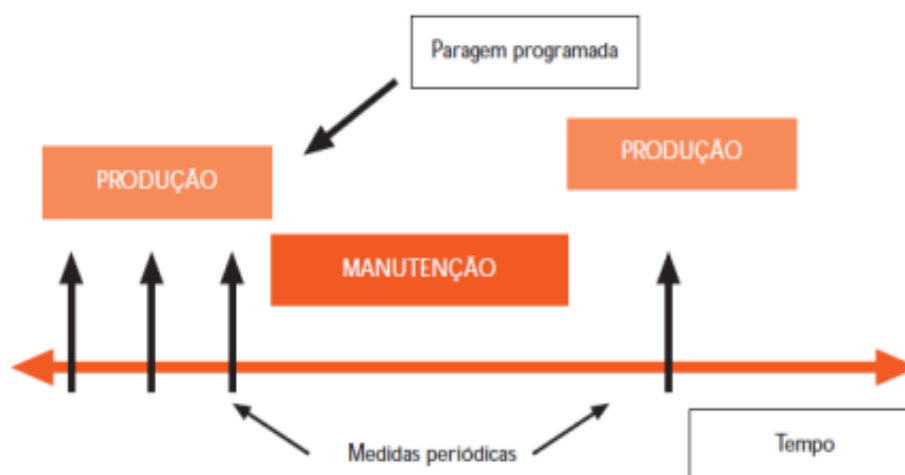


Figura 5: Linha temporal de um programa de MP sistemática (BRITO, 2003)

Manutenção Preventiva Condicionada

Este tipo de MP condicionada consiste na medição e acompanhamento dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos e a sua intervenção é desencadeada no momento em que um ou vários parâmetros atingem valores críticos. Existe uma vigilância periódica ou permanente nos equipamentos, através de inspeções visuais ou de sensores adequados, onde a informação é constantemente comparada com os valores críticos, que desencadeiam alarmes caso sejam ultrapassados. Tendo em conta os investimentos necessários para a sua implementação, a manutenção condicionada é considerada mais dispendiosa que a manutenção preventiva sistemática. No entanto, numa perspetiva dos custos do ciclo de vida, a MP condicionada tende a ser, globalmente, menos dispendiosa (CABRAL J. , 1998).

As principais vantagens da MP condicionada em relação à MP sistemática são (FILIPE, 2006):

- Utilização plena do potencial dos órgãos e equipamentos;

- Redução do consumo e do stock de peças de substituição;
- Redução do número de intervenções ao estritamente necessário;
- Redução dos custos de manutenção (FILIPE, 2006).

Como desvantagens da MP condicionada temos (FILIPE, 2006):

- Planeamento mais complexo das reparações e das renovações dos stocks de peças sobresselentes;
- Requer pessoal habilitado;
- Requer bases de tratamentos de dados mais potentes;
- Implica uma gestão individualizada da programação das intervenções
- Custos de implementação inicial podem ser elevados (FILIPE, 2006).

Pela descrição anterior é evidente que para a correta implementação de um programa de MP condicional é necessário (FILIPE, 2006):

- Estabelecer uma correlação entre um parâmetro mensurável e o estado do sistema;
- Determinação do valor de alarme;
- A existência de degradação progressiva e detetável (FILIPE, 2006).

Na Manutenção Condicionada, a leitura das medidas e a colheita dos dados podem ser feitas através de três formas (FILIPE, 2006):

- Vigilância contínua onde os equipamentos são permanentemente monitorizados;
- Vigilância periódica onde a leitura dos parâmetros é feita com uma determinada periodicidade (correspondente a ações de inspeção e de calibração);
- Autovigilância executada pelo operador do equipamento.

No contexto de dispositivos médicos, a vigilância periódica é a mais usada, através das calibrações periódicas obrigatórias (FILIPE, 2006).

2.1.4. Manutenção Corretiva

A Manutenção Corretiva (MC) é posta em prática quando as avarias surgem de forma súbita e imprevisível, ou quando deliberadamente se deixa o bem funcionar até à falha, sendo aplicada quando existe paragem do equipamento. Segundo a Norma Portuguesa NP EN 13303 (2007) a manutenção corretiva é “*Manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar a função requerida*” Quando se trata de manutenção corretiva, deve-se sempre compreender que estas ações são curativas/corretivas. As ações curativas são executadas apenas depois de surgir o problema e tem como objetivo repor o equipamento ao estado original, fazendo com que o equipamento volte a ter as condições necessárias para funcionar como antes da anomalia (ISQ, 2007) .

Aos ativos de baixa criticidade e onde os custos envolvidos na sua reparação sejam inferiores aos custos de manutenção preventiva, pode-se adotar a manutenção corretiva como a estratégia mais indicada. No entanto, quando praticada sem essas preocupações, este tipo de manutenção apresenta algumas desvantagens (BRITO, 2003):

- Mão-de-obra, peças e serviços com custos elevados;
- Equipamentos e instalações inoperantes;
- Perda de produção;
- Possíveis acidentes e danos no meio ambiente (BRITO, 2003).

A Figura 6 representa a prática de manutenção corretiva após a falha de um bem (BRITO, 2003).



Figura 6: Representação da prática de manutenção corretiva após falha de um bem (BRITO, 2003)

Em equipamentos novos, sem tendências conhecidas, pode ser necessário optar por MC para certos componentes, até reunir-se um histórico de falhas suficiente para justificar a passagem para manutenção preventiva. A aplicação deste tipo de manutenção deve ser reservada para equipamentos cuja indisponibilidade tenha pouca importância para a produção e cujo custo anual estimado de reparação e de avarias seja aceitável (FERREIRO et al., 2016).

2.1.5. Objetivos da manutenção

Para que as empresas consigam sobreviver, as partes integrantes da mesma devem estar inevitavelmente em sintonia com os objetivos gerais e os objetivos das políticas de manutenção não podem constituir exceção.

O principal objetivo da manutenção passa por garantir altos níveis de produção dos bens, garantir a disponibilidade, fiabilidade e qualidade do produto de modo a que o equipamento cumpra as suas funções durante o ciclo de vida, assegurando a segurança e o ambiente de trabalho e garantindo a utilização eficaz dos recursos e o equilíbrio entre o custo e o desempenho (FARINHA, J., 1997).

Farinha (1997) considera que o objetivo primário de qualquer sector de manutenção é garantir que os equipamentos sob a sua responsabilidade cumpram a função para a qual foram postos

ao serviço dos utilizadores, elegendo a maximização da disponibilidade como objetivo essencial. Contudo, deve-se ter em atenção os fatores que estão associados aos objetivos da organização e que poderão, de algum modo, criar situações divergentes. Como tal, fatores como a qualidade, a segurança, disponibilidade e custo de reparação devem ser alvos de uma importante análise.

Num ambiente hospitalar, a prática de uma boa organização, resultante de um rigoroso planeamento de intervenções aos equipamentos, tende a assegurar níveis adequados de fiabilidade e qualidade dos mesmos. Só com os objetivos da manutenção claramente traçados é que a organização consegue estabelecer uma estratégia através da compreensão dos fatores internos e externos da organização determinando assim, a melhor política de manutenção a aplicar nos equipamentos (FARINHA, J., 1997).

A política de manutenção, ou estratégia, consiste em definir os objetivos técnico-económicos relativos aos serviços efetuados numa empresa pelo serviço de manutenção. Como anteriormente descrito, cabe ao serviço de manutenção a tarefa de conceber e explorar os meios adaptados a esses objetivos. Os objetivos da manutenção podem ser divididos em operacionais, de dominante económica e/ou social e de organização (CABRAL J. , 1998), e que a seguir se enunciam sumariamente.

- Objetivos operacionais:
 - o Manter o equipamento num estado pré-definido;
 - o Assegurar a disponibilidade do equipamento ao nível pretendido;
 - o Tirar um rendimento máximo do equipamento;
 - o Prolongar o mais possível a vida do equipamento;
 - o Organizar as intervenções (ASSIS R. , 1997)
- Objetivos de dominante económica e/ou social:
 - o Assegurar a máxima segurança de pessoas e bens;
 - o Diminuir os custos diretos e indiretos das avarias;
 - o Melhorar as relações com os serviços de cuidados de saúde (garantia de prazos e de qualidade);
 - o Reduzir os stocks de peças de substituição;
 - o Melhorar as relações pessoais entre os profissionais associados à prestação de serviços e o setor da manutenção;
 - o Objetivos de organização
 - o Melhorar a eficácia do planeamento (menos improvisado, mais segurança) (ASSIS R. , 1997).

Assis (1997), sintetiza que “a manutenção deve assegurar, que o ativo continua a preencher a sua função específica, isto é, mantém as suas expectativas específicas de desempenho, em

qualquer contexto operativo.” Segundo o mesmo autor, “podemos identificar os principais objetivos da Função Manutenção, como sendo:

- Otimizar a fiabilidade do ativo;
- Manter o ativo em boas condições;
- Assegurar a maior disponibilidade do ativo;
- Melhorar a produtividade do ativo;
- Melhorar a segurança no trabalho;
- Garantir a adequada formação da pessoa.
- Gerir a frota de viaturas;
- Gerir a rede de “*utilities*”;
- Assessorar a Direção Fabril e a Produção nos projetos de aquisição de novos ativos;
- Garantir a qualidade dos produtos;
- Diminuir os consumos de energia;
- Garantir a preservação do meio ambiente (ASSIS R. , 1997).”

2.2. Gestão da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares

Um dos aspetos fundamentais de uma unidade/serviço hospitalar é a sua organização a nível da gestão e manutenção dos equipamentos hospitalares. Neste sentido, a gestão da manutenção do Serviço de Manutenção (SM) incide em procedimentos aplicados aos equipamentos hospitalares, com o intuito de prever falhas, aumentar o tempo de vida e diminuir os custos de reparação.

A gestão da manutenção é por isso muito importante, na medida em que deve ser feita sob uma base de fundamentos essenciais, para a obtenção da excelência do desempenho na atividade exercida. Deste modo, insere-se como uma atividade estratégica dentro de um plano inovador com vista à melhoria da qualidade do serviço prestado, com metas de redução de custos e maior eficiência.

De acordo com Vinhas, 2007, para que este seja implementado é necessário considerar a importância do serviço hospitalar a ser executado e, principalmente, a forma de gestão a realizar nesse serviço. A existência de uma equipa de manutenção não é suficiente para a reparação de equipamentos hospitalares, é também necessário conhecer a importância do equipamento nos procedimentos clínicos e a sua atividade nos serviços.

Para tal, é necessário conhecer o histórico do equipamento dentro do IPOCFG, E.P.E., isto é, a que grupo ou família de equipamentos pertence, a vida útil, o nível de obsolescência, as características de construção, a possibilidade de substituição durante a manutenção, assim como tudo o que se refira ao equipamento e que possa, de alguma maneira, auxiliar o serviço de

manutenção, visando sempre obter segurança e qualidade no resultado do procedimento médico.

Fundamentalmente, no serviço hospitalar a gestão da manutenção tem como principal foco a maximização da produção e, simultaneamente, a minimização dos gastos com as reparações dos equipamentos hospitalares. Desde a aquisição até ao abate do equipamento, o SM é o principal responsável pelo seu bom funcionamento (VINHAS, 2007).

Para a aquisição de um novo equipamento, o SM, juntamente com o serviço de aprovisionamento deve elaborar cadernos de encargo, de maneira a assegurar que o equipamento selecionado cumpre os pré-requisitos propostos. De seguida, o equipamento é instalado no serviço hospitalar destinado e todas as avarias existentes devem de ser reportadas ao SM, para que seja possível efetuar uma correta manutenção por parte dos seus profissionais. A manutenção tem um papel fundamental no cumprimento dos objetivos do SM, por contribuir para o alcance dos objetivos produtivos, quer em termos de prazos, quer em qualidade, estando assim diretamente relacionada com o funcionamento dos serviços técnicos da instituição: SM, serviço de aprovisionamento e a contabilidade.

Segundo (SANTOS M. , 2009) os principais objetivos de um serviço que presta manutenção são:

- Verificação periódica dos equipamentos, para detetar atempadamente qualquer desgaste ou falha;
- Arquivar os dados do equipamento para posterior consulta do histórico, de modo a facilitar a deteção de possíveis problemas;
- Conservar ao máximo todos os equipamentos e instalações evitando assim os tempos de paragem;
- Redução dos tempos de intervenção através de uma boa preparação do trabalho;
- Reduzir emergências e número de avarias;
- Aumentar o tempo de vida dos equipamentos;
- Monitorizar as peças vitais dos equipamentos para prever as futuras paragens;
- Aumentar a fiabilidade dos equipamentos;
- Relacionar os custos da manutenção com o uso correto e eficiente do tempo, materiais, mão- de-obra e serviços.

2.2.1. Critérios de qualidade na manutenção dos equipamentos médicos

É missão do Sistema Português de Qualidade (SPQ) promover o desenvolvimento da qualidade nos diversos sectores de atividade em Portugal subdivididos em três subsistemas: Metodologia, Normalização e Qualificação (Figura 7), disponibilizando para isso uma infraestrutura indispensável e potenciadora à prática de processos e métodos de gestão da qualidade (IPQ, 2022)

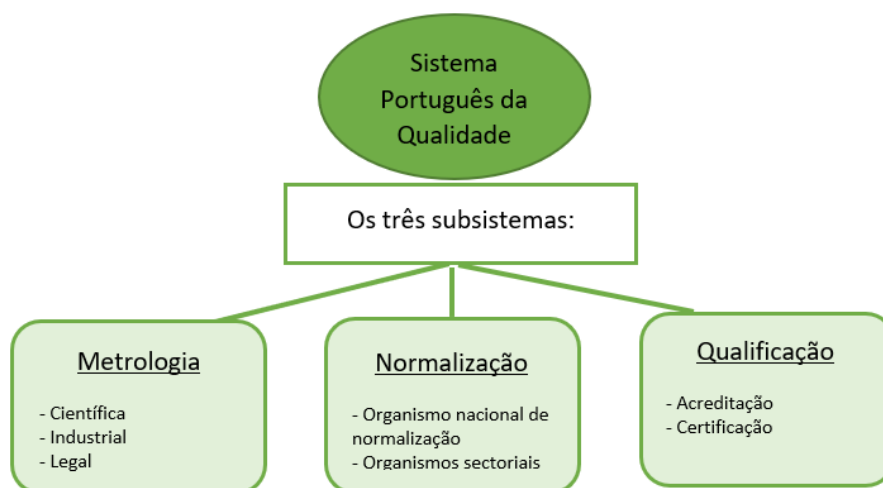


Figura 7: Organograma do Sistema Português de Qualidade. Adaptado de (IPQ, 2022).

O IPQ, enquanto Instituição Nacional de Metrologia, tem como missão garantir o rigor e a exatidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e a rastreabilidade, a nível nacional e internacional, e a realização, a manutenção e o desenvolvimento dos padrões nacionais das unidades de medida nos domínios da Metrologia Científica, Metrologia Aplicada e Metrologia Legal, concretizando o objetivo Constitucional da soberania dos Padrões Nacionais das unidades de medida e do Controlo Metrológico dos instrumentos de medição, necessários à indústria e à sociedade portuguesa em geral.

A normalização é a atividade que viabiliza a elaboração de regras ou normas de utilização generalizada ou generalizável de interesse comum ou específico. A produção de normas visa definir características qualitativas e quantitativas por forma a obter a melhor correspondência possível produtos às necessidades. As normas são documentos de aplicação voluntária, salvo se existir um diploma legal que as torne de cumprimento obrigatório

A qualidade, enquanto conceito horizontal que abrange todas as atividades e todos os sectores da economia, apresenta-se como um fator competitivo que pode diferenciar os produtos e as competências nacionais, apoiando assim a sua afirmação nos mercados e promovendo a inovação. Assim, o subsistema de qualificação é responsável pela conciliação das atividades de acreditação e de certificação, bem como pelo reconhecimento das competências técnicas das várias entidades que possam vir a atuar. o subsistema de metrologia do SPQ “garante o rigor e a exatidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e rastreabilidade, a nível nacional e internacional, e a realização, manutenção e desenvolvimento dos padrões das unidades de medida”.

A metrologia faz parte do dia-a-dia de cada cidadão, constituindo uma ferramenta indispensável para as diversas áreas de atividade da sociedade. Como o próprio nome indica, é a ciência da medição (massa, comprimento, temperatura, pressão, etc.), que engloba tudo o que a ela diz respeito, tratando em particular dos instrumentos, das técnicas de medição e do tratamento dos resultados de medição (RKP, 2023) (IPQ, 2022).

2.2.2. Normalização

Normas da Manutenção

Tendo em conta a diversidade de domínios técnicos relacionados com a execução das intervenções de manutenção, é recomendável que se recorra a um conjunto de normas que deverão ser acessíveis pelas organizações e recursos humanos afetos ao departamento. Recentemente, Cabrita em 2015 descreve que é possível observar uma atividade significativa na uniformização de terminologias, conceitos, definições e formas de atuação, através de normas internacionais. Esta tendência representa um fator positivo, no entanto, a sua eficácia depende do realismo no número de normas que se elaboram, do rigor dos seus conteúdos e da sua utilização intensiva pelos interessados

De seguida são apresentadas as normas mais significativas:

- NP EN 13306:2007: “Terminologia da Manutenção”;
- NP EN 15341:2009: “Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)”;
- NP EN 13269:2007: “Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção”;
- NP EN 13460:2009: “Manutenção – Documentação para a manutenção”;
- NP 4483:2009: “Guia para a implementação do sistema de gestão de manutenção”;
- NP 4492:2010 “Requisitos para a prestação de serviços de manutenção” (CABRITA, 2015).

Normas de gestão dos equipamentos médicos

Em Portugal está imposto que os equipamentos médicos têm que seguir um conjunto de procedimentos e obrigações com o objetivo de garantir a qualidade e segurança dos mesmos (Figura 8).



Figura 8: Ordem geral das atividades para fixação da marcação CE (FREITAS, 2014).

Para obter a marcação CE, é necessário apresentar um dossiê técnico que comprove que o mesmo cumpre todos os requisitos necessários a nível da União Europeia (EU). A declaração de conformidade do produto com todos os requisitos aplicáveis é da inteira responsabilidade do fabricante. Uma vez aposta a marcação CE no produto, o fabricante poderá ter de fornecer aos distribuidores e/ou importadores do produto em causa toda a documentação comprovativa da obtenção dessa marcação (Figura 10) (EUROPA.EU, 2022).



Figura 9: Critérios de avaliação da CE (LEÃO, J., 2016).

A ISO 13485 é uma norma internacional que estabelece os requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade voltados para dispositivos médicos. O seu principal objetivo é assegurar que as empresas do setor estejam em conformidade com regulamentações e normas aplicáveis, bem como, atendam às expectativas dos clientes e promovam a segurança dos pacientes. Ao adotar a Norma, as indústrias médicas podem aprimorar seus processos de produção, reduzir riscos e aumentar a confiabilidade de seus dispositivos. Essa norma abrange desde o desenvolvimento inicial até a produção, instalação, manutenção e serviços relacionados aos dispositivos médicos (LRQA, 2023). A versão mais recente da ISO 13485 é a 13485:2016, esta norma especifica os requisitos para um sistema de gestão da qualidade em que uma organização precisa demonstrar sua capacidade de fornecer dispositivos médicos e serviços relacionados que atendam consistentemente aos requisitos legais do cliente e aplicáveis (ESTRATEGOR CONSULTING, 2023)

Tanto a União Europeia como a *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA exigem que a indústria de dispositivos médicos implemente e gire os seus sistemas de gestão da qualidade, de acordo com a norma ISO 13485 (e não a ISO 9001 ou outras normas similares). A FDA adotou a ISO 13485: 2016, como uma norma de referência e criou também um plano de harmonização de unificação para os critérios a serem respeitados pelo sistema de gestão na

indústria de dispositivos médicos que terá como seu eixo principal a ISO 13485: 2016 (Figura 10) (INTERCER, 2023).



Figura 10: Impactos para o FDA da norma ISO 13485:2016. Adaptado de (INTERCER, 2023).

2.2.3. Manutenção Preventiva dos Equipamentos Hospitalares

A manutenção preventiva pode ser entendida como um conjunto de atividades, realizadas em períodos de tempo estabelecidos, com o objetivo de diminuir a probabilidade de falha ou da degradação dos constituintes dos equipamentos hospitalares. De uma forma mais simples a manutenção preventiva pode ser definida como uma revisão periódica segundo alguns critérios pré-estabelecidos (MANSO, J., 2012).

Os principais objetivos da manutenção preventiva aplicada aos equipamentos hospitalares são:

- Reduzir ao máximo o número de avarias dos equipamentos, e consequentemente o aumento da fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;
- Preparar antecipadamente os recursos para tornar as intervenções mais económicas e eficazes;
- Equilibrar a carga de trabalho de manutenção;
- Compatibilizar as intervenções com o programa de fabrico ou de serviço dos equipamentos;
- Diminuição do número total de intervenções corretivas, diminuindo o custo da manutenção corretiva;
- Diminuição do número de intervenções corretivas em momentos inoportunos como por exemplo, durante períodos críticos de utilização do equipamento.
- Aquisição de informações acerca da confiabilidade e disponibilidade operacional do equipamento (MANSO, J., 2012) (SANTOS M. , 2009).

Para que estes sejam cumpridos, o SM deve ter registado um plano de manutenção preventiva que auxilia na gestão e organização das manutenções a efetuar.

Manutenção Preventiva Sistemática

Na manutenção preventiva sistemática as intervenções nos equipamentos médicos obedecem a um plano previamente organizado e estabelecido que se destina a ser executado periodicamente, tendo por objetivo manter o sistema num estado de funcionamento equivalente ao inicial. Os intervalos de periodicidade são determinados numa unidade de tempo ou noutro parâmetro de uso, que traduza o funcionamento do equipamento hospitalar (SANTOS M. , 2009).

As principais vantagens associadas a este método de intervenção estão centradas na diminuição de gastos com reparações e onde as paragens são programadas de acordo com a necessidade de manutenção. Contudo, este tipo de manutenções tem um custo elevado devido à sua periodicidade e devido à mão de obra especializada necessária (SANTOS M. , 2009).

Manutenção Preventiva Condicionada

A manutenção preventiva condicionada é o tipo de manutenção preventiva efetuada no momento que existe uma evidência de avaria iminente. Entende-se por controlo condicionado ou preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis. Esse momento é detetado através de uma análise prévia ao equipamento em questão (CABRAL J. , 2021).

A deteção de anomalias poderá prevenir erros nos diagnósticos, e impedir um gasto monetário maior na reparação de uma avaria tardiamente detetada. Obrigando, no entanto, a uma inspeção pormenorizada dos constituintes do equipamento e exige uma otimização dos custos de inspeção face aos custos de reparação. para que permita detetar de uma forma mais adequada a necessidade de intervenção, podendo reduzir o número de anomalias (MACHADO, 2013) .

Este tipo de manutenção nos equipamentos hospitalares envolve, geralmente, uma substituição de componentes e, na maior parte das situações, leva à desmontagem parcial ou total do equipamento em causa. pretende também avaliar o estado geral do equipamento hospitalar, nomeadamente as condições de limpeza, e verificar os parâmetros definidos pelo fabricante, entre outros (MACHADO, 2013).

2.2.4. Manutenção Corretiva dos Equipamentos Hospitalares

Na manutenção corretiva incluem-se todas as intervenções não programadas antecipadamente, que devido a alguma anomalia impedem o bom funcionamento do equipamento, representando, consequentemente, custos elevados para a instituição em causa.

Este tipo de manutenção não planeada aplica-se quando o equipamento apresenta uma falha, sendo uma atividade que pretende a correção resultante de um defeito ou desgaste de algum

componente do equipamento. Este tipo de intervenção é necessário para evitar graves consequências ao nível da segurança. Deste modo, no caso dos equipamentos hospitalares a manutenção corretiva aplica-se quando estes estão na iminência de falhar ou já apresentam algumas falhas (CABRAL J. , 1998).

O objetivo deste tipo de serviço é a reparação de equipamento avariado, com base em quatro conceitos fundamentais:

- Controlo das avarias que ocorram, tanto em período de garantia como fora.
- Análise das causas, soluções corretivas e formas de execução.
- Inspeção do trabalho realizado e assistência na receção.
- Ações consequentes relativos à manutenção preventiva (CABRAL J. , 1998).

Este tipo de manutenção implica a paragem do equipamento e a sua reparação por parte de um técnico especializado, pelo que a sua reparação deve de ser efetuada o mais rapidamente possível de modo a não afetar a qualidade dos cuidados de saúde prestados aos utentes (MANSO, J., 2012).

A tabela 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos dois tipos de manutenção referidos anteriormente. Esta tabela é útil para a decisão do tipo de contrato de manutenção que deverá ser aplicado a um dado de equipamento (MANSO, J., 2012).

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenções (MANSO, J., 2012).

<i>Tipos de Manutenção</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<i>Preventiva</i>	- Aumenta a fiabilidade do equipamento; - Proporciona maior rendimento e durabilidade; - Pode ser programada; - Prolonga a vida útil do equipamento.	- Substituição de peças antes do fim da vida útil; - Maior número de interferências; - Divido ao grande número de interferências podem ocorrer avarias.
<i>Corretiva</i>	- Não exige acompanhamento e inspeções periódicas nos equipamentos; - Substituição das peças apenas no fim do seu ciclo de vida.	- Diminui a fiabilidade do equipamento; - Redução da vida útil; - Aumento do risco de incidentes; - Proporciona ociosidade de mão-de-obra devido à paralisação do equipamento; - Não é programada; - Paragens inconvenientes e demorada

2.2.5. Subcontratação de Serviços de Manutenção

A subcontratação em Manutenção é a transferência de serviços, para uma entidade exterior de atividades relacionadas com o programa de Manutenção de uma empresa. Tendo em conta todas as atividades que são geralmente atribuídas à Função Manutenção, e pretendendo prestar os serviços necessários ao ótimo desempenho da Função Produção, podem surgir picos de carga de trabalho. Esta subcontratação tem como principal objetivo minimizar custos, permitindo um correto planeamento da carga de trabalho de manutenção, realizado com meios internos. Além disso, proporciona a uma empresa maior flexibilidade na gestão dos recursos e, por conseguinte, uma mais adequada e pronta adaptação às variáveis de produção e dos mercados.

De acordo com CALIL, 2002, por norma é realizada em determinados casos como:

- a) Equipamentos com contratos de manutenção com ou sem peças, quando o contrato é “com peças” o técnico logo pede uma aquisição interna e implementa a peça, se for um contrato “sem peças” é preciso orçar a peça e fazer uma proposta ao cliente;
- b) Equipamentos que não podem ser transportados às instalações do IPOCFG, E. P.E devido a sua função no serviço, ou seja equipamentos que estão sempre em constante utilização e só se pode realizar manutenção nos curtos períodos em que estes não estão a ser utilizados;
- c) Equipamentos de grande porte ou afixados que praticamente tornaria impossível a sua deslocação;

Em Portugal, tem-se verificado que a subcontratação tem vindo a acentuar-se observando-se paralelamente o crescimento do número de empresas prestadoras de serviços de manutenção no mercado nacional (RAMOS, 2012). A subcontratação mais utilizada mais utilizado é o que inclui principalmente a mão de obra para manutenção corretiva no valor do contrato entre a unidade de saúde e a empresa prestadora de serviço. É feito principalmente para equipamentos mais sofisticados como raios-X, ressonância nuclear magnética, tomografia computadorizada, gama câmara, acelerador linear, ultrassom, etc (CALIL, 2002).

2.2.6. Cadernos de Encargos e contratos de Manutenção

Cadernos de Encargos

O contínuo desenvolvimento tecnológico obriga a uma especialização e atualização permanente para dar respostas aos cada vez mais exigentes procedimentos radiológicos. Partindo do pressuposto que os recursos são limitados, é vantajoso existir concorrência entre os serviços, pelo que é imprescindível a comparação das propostas. É de elevada importância para a gestão cumprir os aspetos legais, financeiros, técnicos e funcionais impostos pela *Conformité Européene* (CE) (COELHO R. , 2015).

A aquisição de um equipamento médico, é um processo que primeiramente vai a concurso no qual os compradores são obrigados a considerar mais do que um candidato, quer seja por obrigações legais (setor público), quer seja pela melhor relação custo-benefício. Esse processo

corresponde à análise realizada em concordância com os critérios de seleção e peso relativo de importância previamente estabelecidos, no que se refere ao preço (proposta económica mais vantajosa), à qualidade, à fiabilidade, ao prazo de garantia, à data de entrega, a requisitos de manutenção, a características técnicas e a características operacionais. Os potenciais fornecedores devem ser avaliados na capacidade de fornecer a proposta, o que envolve a avaliação de competência, viabilidade financeira, histórico e potencial futuro. Um fornecedor pode corresponder bem às necessidades, enquanto outro pode basear-se em alegações de competência de âmbito que não incluam a área requerida pelo projeto atual (COELHO R. , 2015) (HASTINGS, 2015)

Em Portugal, a única diferença no processo de aquisição é que a manutenção dos equipamentos médicos “inicia-se” quando se decide a aquisição do mesmo, ou seja, é nessa fase (seleção/aquisição) que se define não só a manutenção (ex. Contratos de Manutenção em função do ciclo de vida dos equipamentos), mas também a receção, instalação, garantias do fornecedor e questões de garantias de qualidade, através de uma boa elaboração dos CE, nos quais são requeridas as especificações técnicas que traduzam os limites considerados plausíveis de fiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (ASSIS, 2014).

Segundo a NP 13269:2007 devem ser seguidas três etapas:

- Etapa 1: o contratante deve decidir quais os serviços a comprar ao fornecedor e, por consequência, quais os sujeitos ao contrato de manutenção;
- Etapa 2: identificar os fornecedores de serviços com capacidade para realizar as tarefas de manutenção referidas;
- Etapa 3: o contrato de manutenção poderá utilizar esta norma como guia e o fornecedor do serviço deve ser selecionado pela negociação do preço ou por concurso (ASSIS, 2014).

Relativamente à manutenção, quando se faz a aquisição de um equipamento é importante garantir diferentes variáveis:

- Identificar o tempo de garantia;
- Se o fornecedor realiza a substituição de todas as peças durante esse período;
- Se a extensão de garantia possui um custo aceitável;
- Quem é responsável pelos custos de deslocação durante a garantia;
- Identificar a disponibilidade dos consumíveis, acessórios, peças sobressalentes e materiais de manutenção;
- Tempo de resposta a uma avaria;
- Identificar se existe outras empresas de manutenção para aquele dispositivo, que possam melhorar a negociação de manutenção;
- Negociar o contrato de manutenção antecipadamente e de preferência por um tempo igual ao custo de vida do equipamento (ASSIS, 2014).

O passo seguinte à aquisição é a receção e instalação, no qual deve ser cuidadosamente observado se o dispositivo respeita as condições técnicas do Caderno de Encargos, se os

manuais estão completos (utilização, técnicos, esquemas e desenhos), possuem comprovativos de conformidade (dados do Infarmed), número de série e se corresponde à versão. Estes itens são fundamentais para a seu adequado funcionamento e para a implementação da política de manutenção. A instalação dos equipamentos deve considerar as prescrições do fabricante no que diz respeito a infraestruturas e conformidade com normalização específica, devendo existir espaço para as intervenções técnicas, de higiene, de limpeza, instalações elétricas, de iluminação e de climatização necessários, de acordo com as recomendações do fabricante e regulações pertinentes (FARINHA J. , 2011)

As garantias do fornecedor prendem-se com a capacidade de entrega do(s) equipamentos médico(s) no prazo estipulado no CE, com a capacidade de assistência técnica, com o fornecimento de peças e materiais, na rapidez de resposta, na seriedade e na solidez da empresa (FARINHA J. , 2011).

Segundo (FARINHA, 2011), o decreto-Lei nº 18/2008, o procedimento deve ser o seguinte:

- Convite (no caso de ajuste direto);
- Programa de procedimentos (no caso de concursos públicos) – o regulamento do concurso define os termos do concurso, assim como as regras de participação;
- O Caderno de Encargos contém as cláusulas a incluir no contrato a celebrar;
- Especificações Técnicas devem aparecer no Caderno de Encargos.

Contratos de manutenção

Os contratos de manutenção de equipamentos trazem bastantes benefícios para as instituições de saúde, na gestão dos seus equipamentos, preservando e aumentando a vida útil dos mesmos, de forma a que os equipamentos possam ter mais segurança e qualidade para os pacientes.

Estes contratos de manutenção hospitalares referem-se aos serviços contratados e são voltados para a Engenharia Clínica. Para uma melhor gestão dos serviços contratados é essencial que alguns termos sejam claros e estes termos são (RKP, 2023):

- O contrato: é um documento na qual as exigências de ambas as partes, convergem. No IPOCFG é celebrado anualmente um contrato intitulado por “Contrato de manutenção e assistência com substituição de peças, a diverso equipamento Siemens”.
- O primeiro outorgante: o que adquire o produto ou serviço e paga por ele, ou seja, o IPOCFG, representado pela Dra. Maria Margarida Torres de Ornelas, na qualidade de Presidente do Conselho de Administração.
- E o segundo outorgante: quem fornece o serviço ou produto, representado pela Siemens Healthcare unipessoal, Lda., com sede na Amadora, representada pela Dra. Liliana Sofia Barbosa de Sousa e pelo Dr. Tiago Sá Alves dos Santos, na qualidade de representantes legais.

As exigências contidas num contrato são pontos chave para defini-lo. Regra geral, quanto maior o número de exigências maior o seu valor monetário (LEAL, 2019). O contrato celebrado entre o IPOCFG e a Siemens Healthcare Unipessoal, Lda. é direcionado a equipamentos de elevada sofisticação como, raio X, tomografia, ressonância magnética, entre outros e por isso engloba um serviço completo e contempla a gestão operacional de todo o parque de equipamentos do hospital, corresponde a cerca de 13 ativos (incluindo sub-ativos de equipamentos principais) – no Anexo A encontra-se um exemplo de um contrato de manutenção de 2022 e no Anexo B verificamos também esse valor na ficha do equipamento de 2007.

Relativamente aos contratos de manutenção, todos os anos são celebrados novos contratos entre o Instituto português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil E. P.E e a *Siemens Healthcare, Unipessoal, Lda.* que cobre geralmente manutenções preventivas que serão feitas periodicamente, com reparações ilimitadas, incluindo também as peças, despesas de viagem e disponibilidade 24h/dia, sete dias por semana, durante 365 dias do ano.

CAPÍTULO 3 Enquadramento teórico - Gestão de ativos

Neste capítulo será inicialmente abordada a definição de ativo e gestão de ativos. Após dada a definição, será ainda enquadrado o processo de evolução da gestão de ativos no mundo, desde a sua visão tradicional à sua evolução a nível mundial e à necessidade de normalização. Outro dos temas abordados neste capítulo são as normas ISO 55000 e PAS (*Publicly Available Specification*) 55 e os seus principais aspetos, bem como os ativos aos quais a PAS 55 se aplica.

3.1. Normas ISO 55000

A sigla ISO vem do inglês *International Organization for Standardization*, trata-se de um órgão não governamental que reúne 160 representações de padronização de diferentes países do mundo. Atualmente possui 18600 padrões a disposição de governos, empresas e sociedade, abrangendo a três bases do desenvolvimento sustentável: económica, ambiental e social (ASSUNÇÃO & MOROZ, 2016)

Devido à popularidade associada à PAS 55 e após uma consulta com a indústria e organismos profissionais internacionais, esta especificação foi apresentada à Organização Internacional de Normalização (ISO - *International Organization for Standardization*) em 2009 para a criação de uma norma ISO acerca de gestão de ativos. Da sua aprovação, surgiu a ISO 55000 em janeiro de 2014, a primeira norma internacional sobre gestão de ativos, que teve a colaboração de especialistas de 31 países, baseada na PAS 55 (HAMDAN et al., 2018).

Esta norma encontra-se dividida em três partes:

- ISO 55000 Gestão de Ativos - Visão geral, princípios e terminologia;
- ISO 55001 Gestão de Ativos - Requisitos;
- ISO 55002 Gestão de Ativos - Diretrizes para a aplicação da ISO 55001.

Estas três partes são referidas normalmente como um conjunto de normas ISO 5500X (HAMDAN et al., 2018).

Esta família de normas ISO 5500X encontra-se alinhada com outras grandes especificações de sistemas de gestão, de forma a facilitar a integração de sistemas (HONERT et al., 2013). A principal diferença entre a PAS 55 e a ISO 5500X reside na aplicação de cada uma delas.

Enquanto a PAS 55 se foca sobretudo na gestão de ativos físicos baseada no ciclo PDCA, tendo em conta a dependência de outros ativos, a ISO 5500X aplica-se a todo o tipo de ativos e foi criada através da adição e da omissão de ideias da anterior norma, de forma a facilitar a sua aplicação. A utilização destas normas tem como objetivo fornecer um conjunto de ferramentas para orientar e influenciar as atividades relativas à gestão de ativos físicos. Com a adoção das ISO 5500X, a instituição irá beneficiar de um conjunto de vantagens (HONERT et al., 2013).

Está contemplado na ISO 55000 que uma organização deverá conservar todos os documentos de informação importantes, como prova dos resultados de monitorização, medição, análise e avaliação. No entanto, não se encontram contemplados nas normas ISO 5500X, detalhes específicos acerca das técnicas envolvidas na gestão de ativos, sendo pertinente saber quais as técnicas que se destacam para cada instituição, e os detalhes das mesmas. A ISO 55000 e a PAS 55 não transmitem ao utilizador o que fazer, mas sim como fazer para a aplicação da estratégia (MINNAAR, 2013).

ISO 55000

A norma ISO 55000 dá uma visão geral da contextualização das normas ISO 5500X nas quais é explicitado um sistema de ativos, sublinhando os benefícios que a sua aplicação permite obter com diferentes níveis de organização.

A definição de gestão de ativos é simplificada em contraste com a definição de origem, como sendo o conjunto de atividades coordenadas de uma organização para retirar valor acrescentado dos ativos. A ISO 55000 tem como objetivo beneficiar as empresas que enfrentam dificuldades na gestão dos ativos, tais como serviços públicos ou empresas de transporte no sector público ou privado. Contrariamente à mentalidade social, na gestão de ativos não se trata de os utilizar despropositadamente, mas sim usá-los como um meio de acrescentar valor e alcançar os objetivos de uma organização. Segundo a ISO 55000:2014, um ativo é um item, objeto ou entidade que tem potencial ou valor atual para uma organização. Existem várias classes de ativos (físicos, humanos, financeiros, intangíveis e informação). No entanto, no decorrer deste trabalho, é feita uma abordagem mais extensa apenas aos ativos físicos (COELHO R. , 2015).

A gestão do ciclo de vida de um ativo engloba um conjunto de fases, que vai desde a sua conceção até à remoção do mesmo. Durante essas fases é possível tomar as decisões mais adequadas e que melhor satisfazem os objetivos de uma organização, no que diz respeito à escolha, aquisição, utilização e manutenção dos ativos.

ISO 55001

É na norma ISO 55001 que são definidos os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um sistema de gestão de ativos (conjunto de elementos inter-relacionados ou interligados que interagem para definir os processos, para alcançar os objetivos previamente estabelecidos obedecendo à estratégia e políticas impostas), não sendo, contudo, estabelecidas as atividades. Esta norma encontra-se estruturada da seguinte forma:

- Conteúdo;
- Referências padrão;
- Termos e definições;
- Contexto organizacional (determinar o objetivo e requisitos do sistema de gestão de ativos de acordo com as necessidades e expectativas das partes interessadas);
- Liderança (compromisso, política, responsabilidades, autoridade e outras funções);

- Planos (planos para lidar com possíveis riscos, oportunidades para o sistema de gestão de ativos, objetivos e estratégia);
- Apoios relevantes (recursos, competências, comunicação, requisitos e documentos informativos);
- Implementação (planeamento operacional, controlo, gestão de mudanças e recursos externos);
- Evolução do desempenho (monitorização, remoção de medidas, análise e evolução, auditorias internas e revisões da gestão);
- Melhoria (ações corretivas e ações de melhoria contínua) (COELHO R. , 2015);

Com base nos requisitos da ISO 55001 para gestão de um sistema de ativos em combinação com a situação atual, as organizações podem identificar possíveis lacunas, analisar as suas causas, propor soluções e melhorarem o desempenho para que possam atingir os seus objetivos. Adotando os procedimentos descritos pela norma e moldando o sistema para corresponder aos requisitos da mesma, mas sempre tendo em conta os objetivos da empresa, a instituição poderá beneficiar de um sistema sólido de gestão do ciclo de vida dos seus ativos, assim como de mecanismos de liderança completos e de uma redução do risco associado à gestão de ativos. Isto conduzirá a uma melhoria no desempenho global e a um aumento contínuo na vantagem competitiva melhorando a imagem e reputação da empresa não só perante as interessadas, como também em relação a outras empresas concorrentes (COELHO R. , 2015).

ISO 55002

A ISO 55002, a última norma da família 5500X contém pontos nas mesmas posições que a ISO 55001. Para cada ponto são dadas diretrizes sobre a forma como as exigências correspondentes às cláusulas da ISO 55001 deverão ser implementadas. Esta parte da norma fornece informações de como implementar e manter um sistema de gestão de ativos, em todos os níveis de gestão da organização (COELHO R. , 2015).

As normas anunciam as vantagens da gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos assim como uma abordagem estruturada e uma decisão mais fiável que contribuem para o desenvolvimento, coordenação e controlo das atividades realizadas em ativos, e para alinhar essas atividades com os seus objetivos organizacionais. A Figura 11 mostra a relação, em termos chave, entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos (CARDOSO T. , 2017).

A norma de gestão de ativos ISO 55000 define um ativo como:

“Um item, coisa ou entidade que tem valor potencial ou real para uma organização”.

Normalmente, e em todas as organizações, podemos facilmente identificar cinco tipos de ativos:

- 1) Ativos Físicos;
- 2) Ativos Financeiros;
- 3) Ativos Humanos;
- 4) Ativos de Informação;

5) Ativos Intangíveis (PAIS, 2019)



Figura 11: Relação entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos (CARDOSO T. , 2017).

A implementação dos requisitos da norma ISO 55001, face à juventude da norma, poderá ainda assumir o cunho pessoal de quem a implementa. Contudo, inequivocamente, a norma subentende que a Direção da Organização assume os seus Ativos físicos como um pilar estratégico da sua atividade. Para uma Organização que tenha já implementado um sistema de gestão, de qualidade, de ambiente, ou outro, será garantidamente mais fácil implementar os requisitos da ISO 55001, uma vez que as normas ISO de sistemas de gestão têm todas a mesma estrutura e alguns requisitos são bastante similares. O presente capítulo percorre os requisitos da norma ISO 55001 e apresenta sugestões de como os mesmos podem ser aplicados na prática, podendo ser utilizado como guia prático, para qualquer Organização, de implementação dos requisitos da norma (MEIRELES, 2018).

3.2. Evolução da Gestão de Ativos

O desenvolvimento dos ativos físicos tem sido uma marca da atividade humana desde quando surgiram os ativos físicos. A Figura 12 mostra vagões de militares na cidade suméria Ur, datada de 2.600 a.c. Os cidadãos, claramente, estavam habituados com a roda, porém, para que os vagões sempre funcionassem, deveria haver também artesões que estavam habituados com o rolamento, do qual a roda depende; com a lubrificação, da qual o rolamento depende; e com o torno e outras ferramentas, necessários para construir as rodas e os vagões. Esse sistema de fabricação, manutenção e logística deve existir desde muito cedo (PANEGOSSO, 2020).



Figura 12: Ativos militares - cidade de Ur 2600 a.c. (PANEGOSS, A., 2020).

A gestão dos vários tipos de ativos começou a ser introduzida nas organizações nos anos 90, sendo esta responsável por integrar várias áreas relacionadas com os ativos da organização que anteriormente se encontravam separadas. Na organização, a gestão dos ativos integra áreas da engenharia, gestão financeira, gestão de risco, logística e apoio, relação com os clientes, gestão ambiental e legislação, incluindo também os requisitos do ciclo de vida dos ativos (criação, utilização, manutenção e desativação) (FECHA, 2012).

O conceito de Gestão de Ativos (GA) permite conjugar diferentes áreas de uma organização, tais como a financeira, o planeamento, os recursos humanos e a gestão de informação, ajudando a gerir os ativos em função do custo-benefício (COELHO R. , 2015).

Ao longo das décadas, a gestão de ativos tem vindo a sofrer algumas transformações, começando nos registos em papel, que por muitos era considerado um mal necessário até hoje, onde as organizações olham para os ciclos de vida dos ativos e alinham a gestão de ativos com os objetivos estratégicos organizacionais. Num futuro muito próximo, é esperado ver uma integração da tecnologia nos próprios ativos. Tecnologia como o autodiagnóstico e chips de *Radio Frequency Identification* (RFID) que serão capazes de comunicar o estado dos equipamentos, avarias e métricas de desempenho diretamente para os sistemas de gestão em tempo real. Por exemplo, os veículos poderão comunicar a sua localização e eficiência de combustível e a robótica presente na fábrica será capaz de avaliar a sua saúde relativa (COELHO R. , 2015).

Um bom sistema de gestão de ativos é vital para as instituições que dependem destes para realizarem a sua função e desempenho. Encontrar o melhor custo-benefício na gestão de ativos pode ser complexo e envolve uma prudente análise das soluções possíveis, ou seja, um sistema de gestão de ativos é utilizado pelas instituições para dirigir, coordenar e controlar as atividades, através de ferramentas, incluindo políticas, planos, processos de negócio e sistemas de informação (COELHO R. , 2015).

3.3. Ativos Físicos hospitalares

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH) como dispositivos médicos que requerem calibração, manutenção, reparos, treinamentos dos usuários e procedimentos para obsolescência e que são usados para propósitos específicos de diagnóstico e tratamento de doenças ou reabilitação decorrentes de doenças ou lesões. Podem ser utilizados de forma independente ou em combinação com acessórios, descartáveis, ou outros EMH. A definição de EMH exclui materiais implantáveis, descartáveis ou de uso único segundo OMS (PEREIRA, 2017).

Ainda de acordo com Anvisa, os EMH podem ser ativos ou não ativos. Os equipamentos ativos são aqueles que dependem de uma fonte de energia e que agem convertendo essa energia. Os equipamentos não ativos são aqueles que não se enquadram entre os equipamentos ativos, como por exemplo, as camas hospitalares, as macas de transporte, as cadeiras de rodas, as mesas cirúrgicas, entre outros conforme consta em Anvisa (PEREIRA, 2017).

Para aumento da eficácia da gestão de equipamentos médicos eles são classificados de acordo com a complexidade tecnológica. Equipamentos de baixa complexidade requerem procedimentos simples para manutenção de maneira que os recursos humanos para execução dessas atividades não precisam de elevado grau de instrução e especialidade (PEREIRA, 2017).

Por exemplo os equipamentos de ressonância magnética e de tomografia computadorizada, aceleradores lineares apresentam uma complexidade tecnológica alta. Tais equipamentos possuem tecnologia intensa e complexa, de tal forma que a mão de obra, as peças, licenças e softwares são fornecidos pelo fabricante a valores extremamente elevados sob alegação de garantia de controle de qualidade e restauração do funcionamento do equipamento ao estado tão bom como novo. Isso ocorre como forma de indução para que os clientes assinem contratos de manutenção com o próprio fabricante (PEREIRA, 2017).

A gestão dos EMH é um processo sistemático no qual profissionais qualificados, em parceria com uma equipa multidisciplinar planeiam e gerem a tecnologia médica para garantir a prestação de serviços de qualidade. Logo, a gestão adequada dos equipamentos é vital para assegurar a segurança e eficácia bem como para maximizar a sua vida útil e consequentemente minimizar os custos (AMORIM A. , 2014)

A Sociedade Europeia de Radiologia (SER) recomenda que cada instituição ou autoridade de saúde deve ter um plano para atualização ou renovação dos equipamentos de imagem médica. Estudos têm demonstrado que o tempo de vida útil dos equipamentos será prolongado até 50% se não for de utilização frequente, em comparação com instituições com altas taxas de utilização. Além disso se a manutenção for ignorada, a vida do equipamento apresentará uma redução de 50% (AMORIM A. , 2014).

Os equipamentos de Tomografia Computorizada (TC) com idade até 5 anos (não devem ultrapassar os 60% do total dos equipamentos) são considerados atuais. Os que apresentam idade entre os 6 e 10 anos (não devem ultrapassar os 30% do total dos equipamentos), ainda são adequados para o uso se mantidos adequadamente, mas requerem o desenvolvimento de

estratégias de substituição. Os que têm mais de 10 anos (não devem ultrapassar os 10% do total dos equipamentos) devem ser substituídos (AMORIM A. , 2014).

Os equipamentos radiológicos têm um ciclo de vida definido, resultado da inevitável diminuição ou perda de qualidade da imagem, o que torna o equipamento inútil após um determinado período de tempo. Ou seja, através do estudo do CV é possível determinar o período de funcionamento de um dispositivo, assim como ter uma indicação de quando este deverá ser substituído. O período recomendado pela maioria dos fabricantes e investigadores ronda os 10 anos de vida útil, para EMH de diagnóstico (MANSO, J., 2012).

As decisões sobre incorporar ou adquirir novas tecnologias e a determinação de como utilizá-las estão entre as decisões mais importantes para um sistema de saúde, sendo de primordial importância a formação de uma equipa multidisciplinar para a tomada de decisão na aquisição de determinada tecnologia. A decisão tem múltiplas definições, mas essencialmente passa pela escolha de uma opção. Uma decisão sinaliza o fim de um processo. Muitos autores consideram a decisão a parte mais importante ou apreciada de muitas atividades profissionais.

O principal objetivo da GA é melhorar os processos de tomada de decisão na distribuição de recursos, com o fim de obter o melhor retorno sobre o investimento, baseado em recursos e conhecimentos. Quando existe uma substituição antecipada ou tardia de um dispositivo, poderá haver graves consequências económicas. Deve-se ter sempre presente que a justificação para a substituição de determinado dispositivo deve existir quando este se torna incapaz de satisfazer as necessidades operacionais ou quando os custos operacionais ou de manutenção atinjam valores demasiados elevados, tornando-se incompatíveis sob o ponto de vista económico-financeiro (OLIVEIRA V. , 2018).

A implementação de um sistema de gestão de ativos não é um processo imediato, sendo muito trabalhoso e necessitando de desenvolvimento e atualização ao longo do tempo. Trata-se de um processo contínuo que necessita de planeamento adequado e acompanhamento especializado (DANTAS, 2014).

O primeiro passo para dar início efetivo à gestão de Ativos físicos é o conhecimento profundo dos Ativos existentes, a sua importância e criticidade. Uma forma prática de abordar esta questão é elaborar uma lista exaustiva dos Ativos existentes, a qual deve conter informação como (MEIRELES, 2018):

- Nome do ativo e suas características;
- Configuração (resumo);
- Localização;
- Idade;
- Condição;
- Duração do Ciclo de Vida (estimativa);
- Custo de substituição;
- Histórico;

- Problemas conhecidos;
- Planos conhecidos;
- Outras informações relevantes (MEIRELES, 2018).

A criticidade do ativo depende de fatores, como perdas potenciais de produção em caso de falha ou avaria, aspetos de segurança e ambientais e deve ser tida em consideração na elaboração do SAMP. A recolha destes dados, bem como a existência de um histórico de todas as ocorrências significativas ao longo do Ciclo de Vida útil do ativo permitirão, no futuro, devem ter um suporte fidedigno para a avaliação da sua capacidade de resposta face aos requisitos das partes interessadas, bem como para a elaboração de estudos técnico-económicos de eventuais investimentos (MEIRELES, 2018). Na Figura 13 são apresentadas as principais fases do ciclo de vida de um dispositivo médico na visão do utilizador.



Figura 13: Principais fases do ciclo de vida de um dispositivo médico na visão do utilizador.

3.4. Ciclo de vida do ativo

O ciclo de vida de um ativo é definido pela conceção, fabrico, comissionamento, instalação, exploração (operação e manutenção) e abate. A análise de ciclo de vida de um ativo gera informações, avalia impactos e compara desempenhos funcionais e ambientais dos produtos. Entender que os ativos têm um ciclo de vida é um conceito-chave dentro da Gestão de Ativos. Uma maneira simples de se representar o ciclo de vida de um ativo (Figura 14) poderá ser a seguinte (CARDOSO T. , 2017):



Figura 14: Representação do ciclo de vida de um ativo (CARDOSO T. , 2017).

Para conseguir atingir as metas definidas pelas empresas é necessário um sistema de gestão de ativos que integre áreas como o planeamento de ativos, aquisição, manutenção, suporte logístico, informações sobre tecnologia, e serviços financeiros e jurídicos. Para intervenções no campo da remoção desse ativo é pertinente ter uma estimativa do tempo de vida restante de um ativo. Essas intervenções implicam uma decisão delicada e árdua, isto porque uma remoção prematura de um ativo é uma destruição direta de capital, enquanto que de um prolongamento da vida do equipamento em funcionamento, advém um aumento de falhas resultando no aumento de prejuízos no sector financeiro, na saúde e de danos ambientais. Esta decisão é dificultada devido aos fluxos de informação sobre os ativos não estarem atualizados propriamente. A informação encontra-se dispersa, não possui fontes fidedignas, os dados referentes aos ativos são reduzidos e incompletos e o conhecimento para com o futuro é incerto. A aposta nesta estratégia previne os gestores de ativos de realizar investimentos que poderão ser prejudiciais para a empresa a longo prazo (CARDOSO T. , 2017).

Segundo a *International Business Machines* (IBM), dos Estados Unidos, a prática da gestão total do ciclo de vida do ativo ou Total Life Cycle Asset Management (TLAM) possui uma visão mais ampla de como os ativos são previstos no que se refere à sua operacionalidade, uso, manutenção e, finalmente, eliminação. A visão tradicional, muitas vezes ignora certas fases dentro do ciclo de vida do ativo, assim esta nova prática fornece um novo nível de rigor e entendimento (SIMÕES, 2017).

A IBM refere que a estrutura é composta por oito fases do ciclo de vida (ver Figura 15), onde têm de ser consideradas informações importantes da gestão financeira e aspetos tecnológicos (SIMÕES, 2017):

- Estratégia de ativos – Definição de procedimentos que façam sentido tanto para a classe dos ativos como para os requisitos das atividades da organização;
- Planeamento – Definir os objetivos dos ativos, padrões, políticas e procedimentos para a execução da estratégia de ativos;
- Avaliação / Projeto – Analisar os ativos aquando da sua compra ou projetar os ativos que precisam ser criados;
- Criação / Aquisição – Esta fase pode ter um dos impactos mais visíveis, isto porque é a primeira fase onde se irá ter um investimento monetário significativo na gestão de ativos;
- Operação – Manusear os ativos de acordo com os procedimentos / estratégias definidas na fase de projeto. Novas práticas nesta área incluem programas de informação tecnológica da gestão de ativos e estratégias de gestão de desempenho dos ativos;
- Manutenção – Manter os ativos de acordo com as estratégias e metas definidas usando os padrões, as políticas e os procedimentos adotados;
- Modificação – Fazer a alteração dos ativos quando necessário, garantindo que as alterações são feitas com base nos procedimentos e políticas definidas na fase de planeamento. A alteração pode ser importante para a extensão da vida dos ativos, como por exemplo, máquinas que são remodeladas, instalações reaproveitadas e tecnologias adaptadas para facilitar os processos mais recentes;

- Abate / Alienação – Eliminação ou liquidação de bens em conformidade com as estratégias, políticas e procedimentos (SIMÕES, 2017).

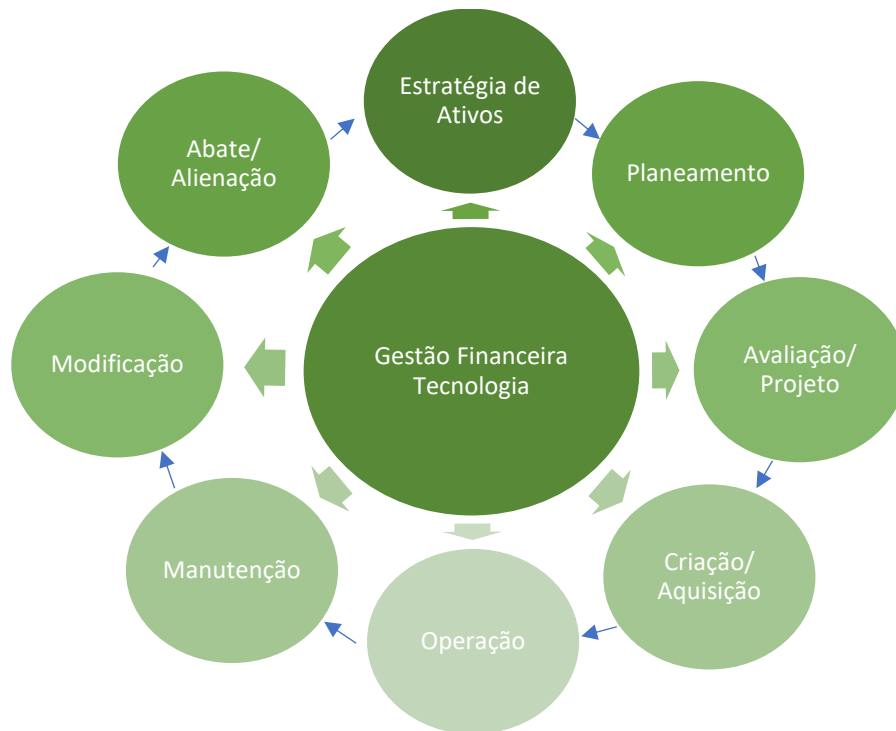


Figura 15: Ciclo de vida dos ativos. Adaptado de (SIMÕES, C., 2017).

A gestão de ativos olha para os ativos físicos não como um objeto imutável, mas sim como um sistema suscetível de sofrer mudanças e que se vai deteriorando com o tempo e utilização, até que, irá acabar por deixar de servir o seu propósito inicial, ou seja, os ativos possuem um ciclo de vida e que é de toda a importância saber delineá-lo e explorá-lo, por forma a obter o máximo de benefícios para os seus possuidores. Exemplos desses benefícios são (CARDOSO T. , 2017):

- Reduzir os custos de capital de investimento na base de ativos;
- Redução dos custos totais com a operação do ativo;
- Potencialização do desempenho do ativo;
- Redução de potenciais impactos de saúde causados pela degradação do ativo;
- Redução de riscos de segurança adjacentes à utilização do ativo;
- Minimização do impacto ambiental;
- Manter e melhorar a reputação da organização (CARDOSO T. , 2017).

O aumento da competitividade e da pressão da contenção de custos nos Estabelecimentos de Prestação de Cuidados de Saúde (EPCS) faz com que seja cada vez mais determinante o retorno dos seus investimentos. Neste contexto, o CCV, assume uma importância decisiva na gestão dos ativos físicos, neste caso, dispositivos médicos. Do ponto de vista dos EPCS, como utilizadores de dispositivos médicos, os custos de investigação e desenvolvimento, fabrico,

licenças e colocação em serviço, encontram-se concentrados no custo de aquisição do equipamento. A este acrescenta-se o custo de instalação, o custo de formação do pessoal, o custo de operação, o custo de manutenção, o custo de descativação e, eventualmente, custo de oportunidade. A seleção de equipamentos para aquisição por parte dos EPCS, do ponto de vista económico, deve ser feita com base no CCV e não apenas no preço de aquisição mais baixo. Se considerarmos todo ciclo de vida útil do equipamento, o custo do investimento à cabeça é frequentemente o menor componente, sendo o custo de operação e manutenção o maior. Assim, o CCV é usado para selecionar a solução com menor custo global (ASSIS & JULIÃO, 2009).

As etapas de um típico ciclo de vida de um equipamento médico estão esquematizadas na Figura 16. Na prática, estas etapas podem não estar completamente isoladas entre si, podendo ocorrer sobreposição e interação, o que implica que a boa gestão de cada etapa pode ter um impacto positivo nas outras (HELENO, B., 2014).

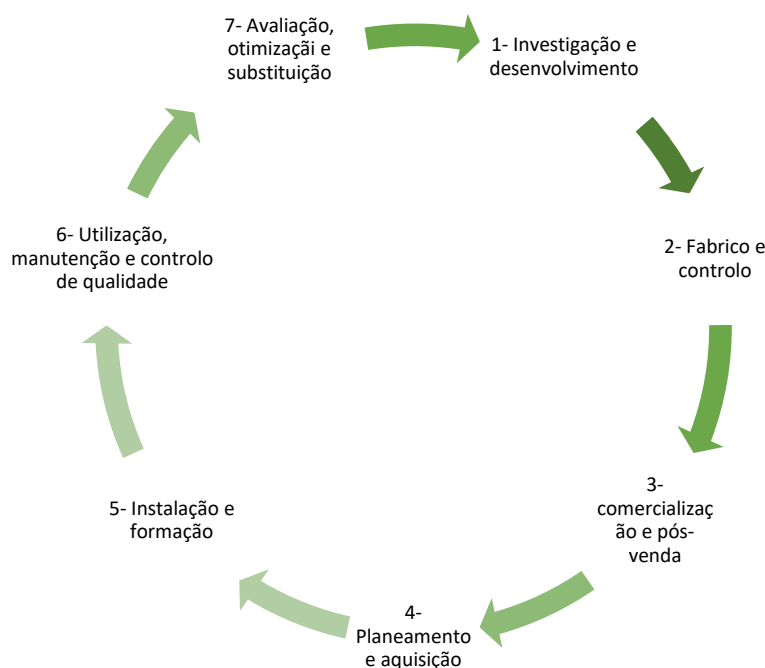


Figura 16: Ciclo de vida de um equipamento médico. Adaptado de (HELENO, B., 2014).

O correto planeamento de cada um dos elementos no ciclo de vida do equipamento vai ter um impacto na gestão da manutenção, mas é especialmente importante na etapa de planeamento. Por exemplo, no planeamento um EPCS pode especificar as seguintes condições que têm que ser cumpridas de modo a ajudar o processo de tomada de decisão (HELENO, 2014):

- Haver necessidade e benefícios demonstráveis na aquisição do dispositivo;
- Disponibilidade de operadores formados;
- Orçamento operacional aprovado e seguro;
- Serviço de manutenção e suporte confirmados;
- Suporte ambiental adequado;
- Concordância regulatória (HELENO, 2014).

Uma política de aquisição de dispositivos médicos que inclua estas condições como pré-requisitos para a aquisição vai reduzir a ocorrência de problemas mais tarde no ciclo de vida do dispositivo. Da mesma forma, levar em consideração os recursos financeiros da organização vai determinar se o custo total de operação do dispositivo pode ser suportado, sendo que a maioria dos custos incorridos durante o ciclo de vida de um dispositivo não estão à vista. Desta forma itens tais como, o custo de consumíveis, custos de formação e os custos de manutenção podem ser identificados e pode proceder-se ao planeamento financeiro adequado. Visto que os aspetos a considerar no planeamento de adoção de equipamentos médicos são múltiplos e frequentemente complexos (incluem questões de natureza clínica, ética, tecnológica, organizacional e financeira), é importante constituir equipas multidisciplinares para este efeito e recorrer a estudos e bases de evidência relevantes. Após o planeamento e antes da aquisição propriamente dita de um determinado tipo de equipamento médico, é efetuado um processo de avaliação da tecnologia que contempla aspetos objetivos e relevantes, nomeadamente: características técnicas, desempenho e fiabilidade, funcionalidades e opções, interfaces com utilizador, acessórios e consumíveis, dimensões e requisitos de instalação, ergonomia, riscos para profissionais e utentes, preço de instalação, custo de utilização incluindo manutenção, assistência técnica e garantias (HELENO, 2014).

3.5. Aplicação do custo do ciclo de vida

Com o passar do tempo, passou a ser dada uma maior importância à proteção do meio ambiente, tendo sido publicada em 2006 a norma ISO 14044 pelo Comité Técnico da ISO. A ISO 14044 é uma norma sobre Avaliação do Ciclo de Vida, que envolve uma compilação sobre avaliação das entradas e saídas e dos potenciais impactos de um produto ao longo do seu ciclo de vida (FERNANDES, R., 2017).

Para sua implementação é necessário seguir algumas etapas. Numa primeira fase definir os objetivos e a respetiva finalidade, na segunda fase realizar uma análise de inventário, e numa terceira fase realizar a avaliação do impacto do ciclo de vida com o objetivo de fornecer informações, para posteriormente se avaliar os seus resultados e para melhor se compreender o seu significado ambiental, por último, na quarta e última fase, são analisados os resultados obtidos na interpretação do ciclo de vida, para que possam ser formuladas conclusões, recomendações e decisões em conformidade com os objetivos e as finalidades (FERNANDES, R., 2017).

A implementação do CCV pode trazer inúmeros benefícios:

- Identificar oportunidades para melhorar o desempenho ambiental dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida.
- Informar os órgãos responsáveis pelas decisões na indústria, para fins de planeamento estratégico, definição de prioridades, design de produtos, etc.
- Selecionar indicadores de desempenho ambiental pertinentes, incluindo técnicas de medição.

- Publicitar e comercializar (por exemplo a implementação de um sistema de rotulagem ecológica, fazendo uma declaração ambiental, ou produzir uma declaração de produtos ambientais) (MACHADO, 2013).

O objetivo da análise CCV é a escolha da abordagem mais favorável em termos de custos, por forma a que sejam menores durante a vida útil do equipamento. O CCV permite ao técnico a justificação para uma aquisição ou a escolha de um processo, baseando-se nos custos totais e não nos custos iniciais. No CCV são consideradas quatro componentes de custos:

- Custos de investimento;
- Custos de manutenção;
- Custos de operação;
- Custos de desativação (FERNANDES, R., 2017).

Geralmente os custos de investimento representam uma pequena parte dos custos de CCV, como se representa na figura seguinte (Figura 17):

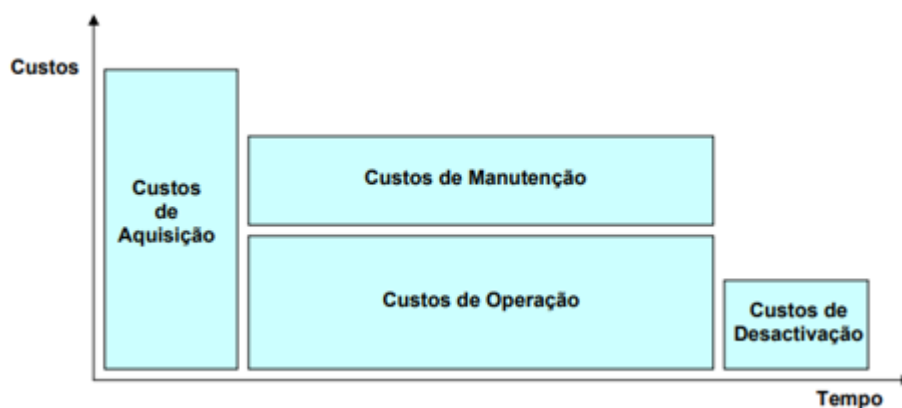


Figura 17: Custo de ciclo de vida (FERNANDES, R., 2017).

A manutenção dos equipamentos inicia-se no momento em que se decide fazer a aquisição de um novo equipamento, sendo a partir desse instante da responsabilidade deste departamento o processo de compra, receção e instalação, elaboração do caderno de encargos, garantias do fornecedor, questões relacionadas com a qualidade, entre outros. A qualidade do equipamento prende-se com a tecnologia, fiabilidade e segurança adequadas ao serviço; as condições e prazos de garantia; os manuais e os custos das manutenções. Já as garantias do fornecedor dizem respeito à capacidade e assistência técnica; à seriedade e solidez da empresa; rapidez da resposta; fornecimento de peças e materiais, etc.

Atualmente, as organizações interagem num ambiente cada vez mais competitivo, caracterizado pela necessidade de acrescentar valor, utilizando o valor mínimo de recursos, em todas os setores de atividade. Para isso, é essencial que todos os recursos disponíveis possam ser utilizados de forma otimizada. No caso das instituições hospitalares, torna-se assim essencial planear e gerir os equipamentos desde a fase de aquisição até ao final do seu ciclo de vida. Esse processo envolve a estimativa dos custos despendidos durante toda a vida do equipamento, antes de fazer a escolha para comprar um novo ativo, estudando as várias alternativas

disponíveis. Um planejamento correto para uma política de manutenção preventiva regular reduz os custos de inatividade (COSTA, 2013).

Na Figura 18 é essencial encontrar um nível equilibrado de serviço de manutenção e atividade a fim de ser compatível com o objetivo da organização e obter um custo total mínimo (COSTA, 2013).

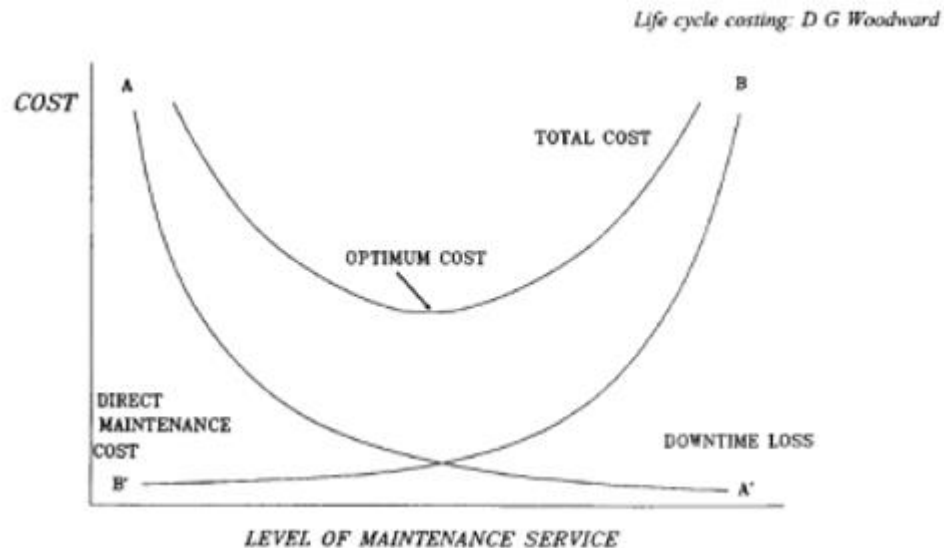


Figura 18: Relação Custo-Manutenção (COSTA, M., 2013)

3.6. Gestão de custos do ciclo de vida de um ativo/equipamento

A Gestão de Equipamentos Médicos (GEM) num Hospital caracteriza-se então pela união de conhecimentos de engenharia e de práticas de gestão aplicadas às Tecnologias de Saúde, onde o objetivo final é o de melhorar os cuidados médicos, e consiste em inúmeras atividades, tais como:

- Processo de aquisição tecnológica, desde a sua idealização até à instalação;
- Inventariar e manter atualizado o parque de equipamentos médicos, bem com os seus acessórios e componentes;
- Controlar a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos;
- Garantir a calibração dos equipamentos de acordo com os padrões estabelecidos pelos fabricantes, pela instituição ou pelas normas técnicas vigentes;
- Controlar os contratos de manutenção, tanto preventiva como corretiva;
- Realizar periodicamente a verificação da obsolescência dos equipamentos (MANZO, J., 2012).

Os elementos que compõem um programa de Gestão de Tecnologia Médica encontram-se representados na Figura 19. Estes programas contribuem para um completo ciclo de vida dos equipamentos, uma vez que permitem um acompanhamento adequado de todos os processos

que lhe estão subjacentes e, consequentemente, que determinam uma boa operacionalidade (MANSO, J., 2012).

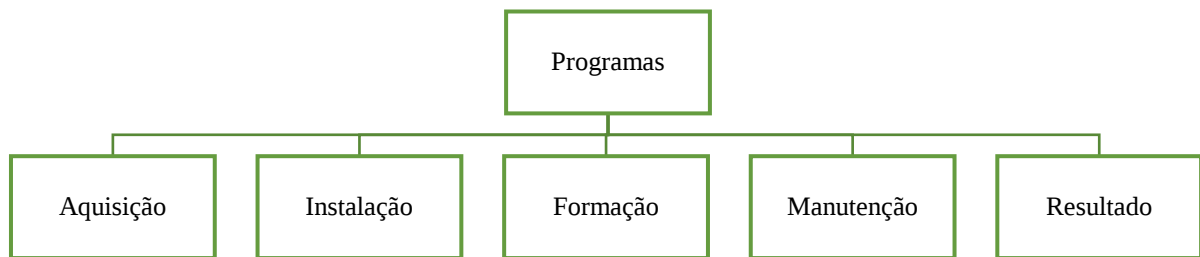


Figura 19: Elementos que compõe a GTM. Adaptado de (MANSO, J., 2012).

Portanto, a GEM pode ser identificada como um processo de avaliação, aquisição, controlo e manutenção dos equipamentos utilizados nas unidades de saúde. A Figura 20 apresenta a área de atuação da GEM nos meios hospitalares.

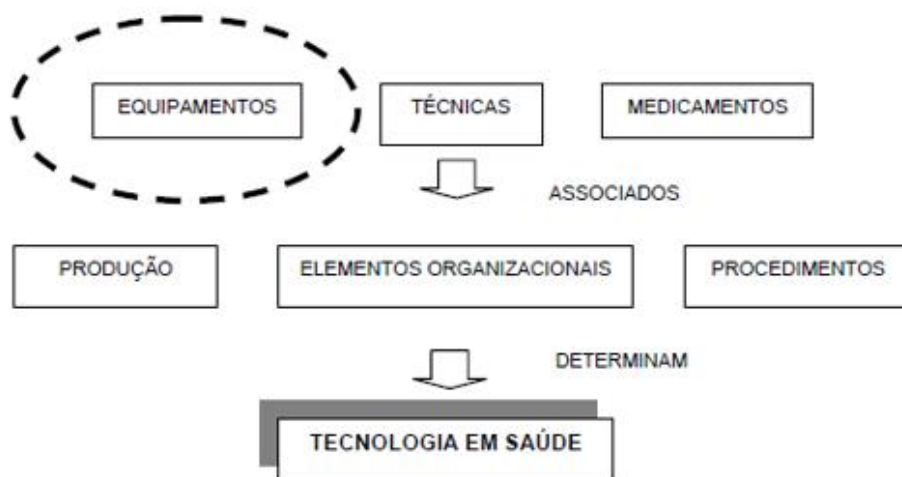


Figura 20: Área de atuação da Gestão dos Equipamentos Médicos (MANSO, J., 2012).

Na Figura 21 podemos ver representa graficamente o ciclo de vida de tecnologia em saúde relacionando a intensidade de uso em função do tempo. Na fase de utilização, o aparelho atinge seu grau máximo de uso e devem ser realizadas intervenções de manutenções corretivas em caso de defeitos e falhas e manutenções preventivas programadas. Na fase de abandono ou renovação, há uma diminuição de uso do equipamento devido ao aumento do número de quebras e, em seguida, há o processo de desativação e possível substituição por novo aparelho. Durante o processo de aquisição já se deve pensar sobre as operações de recebimento, instalação, treinamento e manutenção e tomar essas informações como base para a escolha entre as opções de marcas e modelos disponíveis no mercado (PEREIRA, 2017).

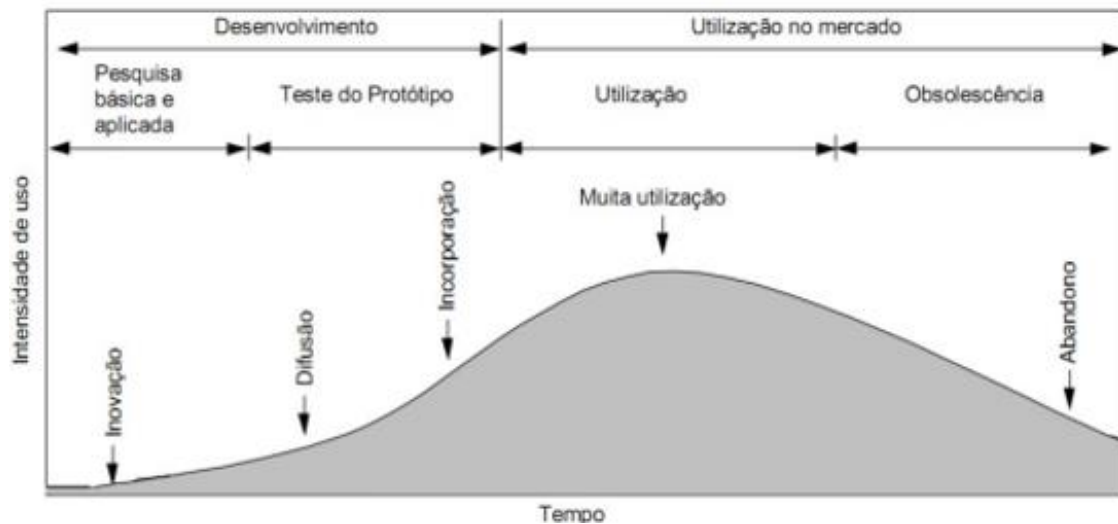


Figura 21: Ciclo de vida das tecnologias em saúde (intensidade de uso em função do tempo) (PEREIRA, D., 2017)

A Gestão engloba todas as atividades de uma organização (empresa), de modo a conseguir alcançar os objetivos a que esta se propõe. No caso da saúde, um hospital é considerado uma organização cujo principal objetivo é a prestação de cuidados médicos. Com a evolução científica e tecnológica que se tem vivido na área da saúde observa-se um crescimento exponencial dos equipamentos médicos que fazem parte de uma instituição de saúde.

Para assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e, com isto, garantir que os cuidados de saúde prestados sejam eficientes e seguros, é necessário implementar técnicas de Gestão de Equipamentos Médicos. Este tipo de gestão agrega um conjunto de conhecimentos de engenharia, tecnologias, saúde e gestão (ARAÚJO, 2020).

Compete à Gestão de Equipamentos Médicos:

- Adquirir e instalar equipamentos médicos;
- Inventariar e atualizar o parque de equipamentos médicos;
- Elaborar programas de gestão da manutenção corretiva, preventiva e preditiva dos equipamentos;
- Controlar as manutenções dos equipamentos;
- Elaborar e renegociar contratos de manutenção a empresas externas à instituição de saúde;
- Implementar medidas de segurança no ambiente hospitalar;
- Verificar periodicamente a obsolescência dos equipamentos médicos;
- E, por último, realizar relatórios de produtividade (ARAÚJO, 2020).

A documentação relacionada com manutenção de EMHs é da responsabilidade do gestor de equipamentos médicos. Este deve manter organizada e atualizada toda a documentação e informação de modo a ter um Sistema de Gestão de Equipamentos Médicos operacional e funcional. Desta documentação fazem parte as especificações do equipamento, garantia, testes

efetuados, histórico das manutenções realizadas, calibrações, manual do utilizador, custos gerados com reparos e instalação, entre outros (ARAÚJO, 2020).

O objetivo da gestão de equipamentos médicos é reduzir os riscos e custos intrínsecos, decorrente da utilização das tecnologias médicas, bem como, melhorar o seu planeamento, organização, aquisição e manutenção. Segundo a WHO, 2011b, cabe à gestão de equipamentos médicos assegurar que os cuidados de saúde sejam prestados de forma efetiva e segura, tendo em conta o aumento da diversidade de equipamentos médicos existentes nas instituições de saúde. A gestão de equipamentos médicos cabe à engenharia clínica. Esta aplica conhecimentos de engenharia e de gestão e tem a cargo as seguintes competências:

- Aquisição;
- Instalação;
- Inventariar e atualizar o parque de equipamentos, onde estão incluídos os acessórios;
- Formação do pessoal;
- Elaborar programas de gestão da manutenção;
- Realizar manutenções preventivas e corretivas;
- Resultado (elaboração de relatórios de produtividade relativa à manutenção) (WHO, 2011b).

Neste entendimento, é compreensível que devem ser introduzidas medidas de planeamento com o objetivo de obter um equilíbrio financeiro e controlo da manutenção.

3.7. Obsolescência de equipamentos hospitalares

A fase de desativação resulta da obsolescência tecnológica e/ou do estado de degradação e/ou excesso ou insuficiência de capacidade, ou por motivos de segurança (quando não garante as indicações clínicas iniciais, comprometendo a segurança de todos), desempenho (quando não cumpre as exigências da prática clínica) ou utilização (quando não cumpre as especificações por parte do fabricante). Vários fatores podem ser considerados pelas instituições para abater um dispositivo, tais como o fim da sua vida útil, custos de operação e manutenção muito elevados, descontinuidade do equipamento e consequente dificuldades devidas à indisponibilidade de acessórios e/ou peças para realizar a manutenção, equipamento obsoleto devido aos avanços da tecnologia ou por razões estratégicas da instituição, entre outros fatores.

Para Assis 2014, a idade de um ativo pode não limitar a vida deste, principalmente se tiver uma manutenção adequada ao longo da sua vida, contudo existem algumas limitações que justificam a sua substituição como:

- Não se conseguir realizar uma correta manutenção;
- Degradação física – perda progressiva da rentabilidade económica;
- Não se conseguir peças por parte do fabricante;

- Obsolescência tecnológica – inadequada às exigências do mercado;
- Excesso ou insuficiência de capacidade – adequação da capacidade.

Para o mesmo autor a decisão de substituir deve ser baseada na economia das condições operacionais futuras, analisando os custos presentes e futuros e desprezando os custos passados que são considerados custos irrecuperáveis. A desativação pode ocorrer por diversos motivos, no entanto é necessário que existam critérios documentados.

Todas as informações relativas à vida dos equipamentos devem ser registradas e arquivadas durante o prazo estabelecido por lei. Deverá ser prática corrente das instituições, quando ocorre a substituição dos equipamentos que os contratos incluam também o desmantelamento dos antigos (ASSIS, 2014).

No caso dos aceleradores lineares, como equipamentos médicos de longa durabilidade possuem processos demorados de desenvolvimento, validação e homologação de novos equipamentos, o projeto não acompanha as mudanças de mercado e, conseqüentemente, dos componentes de consumo disponíveis; a baixa procura de componentes eletrônicos pelos fabricantes de EMHs diminui a exigência quando comparados às indústrias de computadores e comunicação; os fabricantes de componentes eletrônicos não fornecem garantia de continuidade de produção alterando o projeto sem aviso prévio. Isto acarreta um aumento de custos e a necessidade de aumento de stock de peças de reposição (PEREIRA, 2017).

3.8. Processo de aquisição de equipamentos

Ao longo do último século, os sistemas de saúde têm aumentado a sua dependência em relação à tecnologia médica, na qual se inserem os equipamentos médicos hospitalares. Presentemente, considera-se que a disponibilização de equipamentos médicos relevantes e adequados à prática de medicina contribui largamente para a qualidade do serviço prestado, para o aumento do acesso aos cuidados e ainda para o controlo de custos. Por outro lado, a crise económica da última década obrigou a uma redução de custos muito significativa, bem como a uma reestruturação dos serviços. Ou seja, houve uma necessidade de otimização de recursos. No que toca aos equipamentos médicos esta otimização implica não só uma gestão eficiente do inventário, mas também um planeamento minucioso dos investimentos em novos equipamentos, quer com o propósito de substituição, quer com o propósito de inovação (FERREIRA C. , 2018).

Normalmente o processo de aquisição de equipamentos médico-hospitalares é iniciado com a necessidade clínica. Posteriormente é encaminhado para o setor de compras no departamento administrativo. Em seguida é feita a pesquisa de mercado e um estudo das operações de aquisição, classificação dos equipamentos e escolha dos mesmos. Após escolha é elaborado o edital de licitação, o contrato de compra e venda, o recebimento do equipamento e a garantia.

No processo proposto para aquisição de equipamentos médico-hospitalares, deve ser feito inicialmente um diagnóstico para verificar o que o hospital precisa. De acordo com Gonçalves 2010, para isso acontecer devem ser realizados os seguintes procedimentos:

- Realizar um levantamento do parque tecnológico do hospital.
- Analisar as rotinas de manutenção corretiva realizadas no hospital.
- Analisar os processos administrativos associados ao ciclo de vida (aquisição, manutenção e desativação) dos equipamentos médico-hospitalares.
- Analisar procedimentos de manutenção preventiva e de rotina em alguns equipamentos.
- Analisar os contratos de serviço de manutenção externa dos equipamentos.

Segundo Meireles 2018, existem também outros fatores a considerar como:

- Custo de um ativo novo;
- Valor de mercado do ativo usado;
- Revisão completa do ativo usado;
- Custos de manutenção do ativo usado (para o tempo do ciclo de vida que lhe resta) e custos de manutenção para o Ciclo de Vida do ativo novo;
- Fiabilidade e disponibilidade do ativo usado e do ativo novo;
- Tempos de paragem estimados para a reparação do ativo usado;
- Garantia do ativo novo;
- Eventuais melhorias operacionais introduzidas pelo ativo novo;

Num modelo ideal, todos os equipamentos deveriam possuir uma equipa de gestão de equipamentos médicos (GEM), responsável por desenvolver atividades técnicas, considerando o ciclo de vida do equipamento médico, pois deficiências nas etapas iniciais podem gerar problemas nas próximas etapas (AMORIM A. , 2014)

Segundo a OMS, o ciclo de vida dos EMHs consiste em várias etapas, desde o planejamento da aquisição até sua substituição ou desvalorização do equipamento – conforme apresentado na Figura 22.

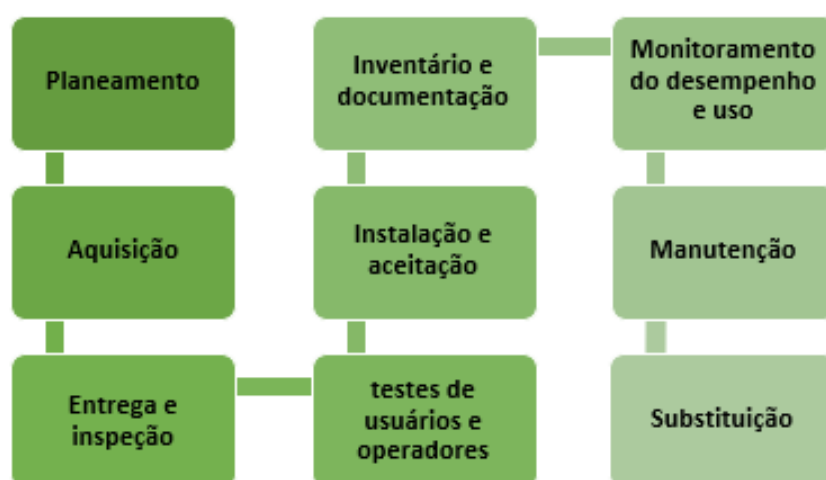


Figura 22: Ciclo de vida de equipamentos médico-hospitalares Adaptado de (AMORIM A. , 2014)

Os países em desenvolvimento têm maior necessidade de implantação de programas de GEM, pois a manutenção de equipamentos ainda é um problema não resolvido. De acordo com um estudo realizado pela OMS em 1998, cerca de 20 a 50% do inventário de equipamentos dos hospitais estavam desatualizados, o que piora devido à rápida difusão da tecnologia médica, isto é, novas aquisições não planejadas (AMORIM A. , 2014). Um programa eficaz de GEM exige planejamento, gestão e execução adequadas levando em consideração os recursos financeiros, materiais e humanos e visando ao funcionamento ótimo dos equipamentos (WHO, 2011a).

Em relação aos contratos de manutenção, são indicados para famílias de equipamentos, pois contratos que envolvem tecnologias diferentes podem mascarar os custos reais de algum equipamento. Segundo vários autores, o melhor momento para se negociar um contrato de manutenção é durante a compra do equipamento, sendo que um contrato mal redigido ou mal especificado pode tornar-se um problema para ambas as partes (gestor e fabricante/distribuidor). Equipamentos velhos devem ser descartados e substituídos de acordo com procedimentos de segurança. Vários são os fatores a serem considerados pela instituição para inutilizar um equipamento, tais como vida útil, custos de manutenção, etc., sendo que o principal deles é a usabilidade. Os custos que influenciam a decisão de substituição do equipamento são:

- a) custos de operação e manutenção, que são crescentes com o tempo;
- b) custos de obsolescência, que provocam uma desvantagem relativa por não usar equipamento tecnologicamente mais moderno. Isto pode afetar a qualidade do produto;
- c) custos de inadequação, que nos impedem de empregar um equipamento mais bem (AMORIM A. , 2014).

No caso de substituição, a OMS relatou que a doação de um equipamento usado pode ser realizada, desde que esteja baseada em protocolos para a avaliação das condições dos equipamentos e em regulamentos previstos numa política nacional. A utilização de um sistema informatizado para na gestão de equipamentos médico-hospitalares é o ideal para desenvolver atividades de gestão do parque tecnológico, devido ao volume de dados e por proporcionar uma melhor análise das informações dos equipamentos. A vantagem da utilização desses sistemas informatizados é a padronização e o armazenamento das informações, que permite maior controle e agilidade no processo de tomada de decisões. A implantação de um sistema integrado para o controle de processos, stock, uso de equipamentos e acompanhamento da vida útil das tecnologias disponíveis, além de melhorar o atendimento do EAS, pode proporcionar subsídios para áreas finalísticas. Atualmente, existem vários sistemas informatizados para a gestão de EMH disponíveis no mercado, comerciais e gratuitos (com códigos abertos), no Anexo 2 são apresentadas algumas soluções (AMORIM A. , 2014) (WHO, 2011c).

Torna-se clara a necessidade de desenvolver um conjunto de ferramentas que permitam um processo de aquisição metódico, transparente e concordante com as necessidades e estratégias das instituições. O trabalho do presente projeto pretende também desenvolver ferramentas que permitam uma ajuda na aquisição de novos equipamentos e que seja prática para a instituição de saúde, permita a decisão em grupo e defina um conjunto de critérios suficientemente

genéricos para a consideração de vários tipos de equipamentos diferentes ao mesmo tempo, ao invés de considerar apenas um tipo de equipamento.

3.8.1. Processo de aquisição no IPO Coimbra

Atualmente, o processo de executar uma reparação ou uma substituição, no IPOCFG, E. P.E, ocorre por norma como está demonstrado nas Figuras 24 e 25. Nos dois casos, a comunicação da necessidade de reparação e/ou substituição parte, essencialmente, da iniciativa do serviço hospitalar que detém o equipamento.

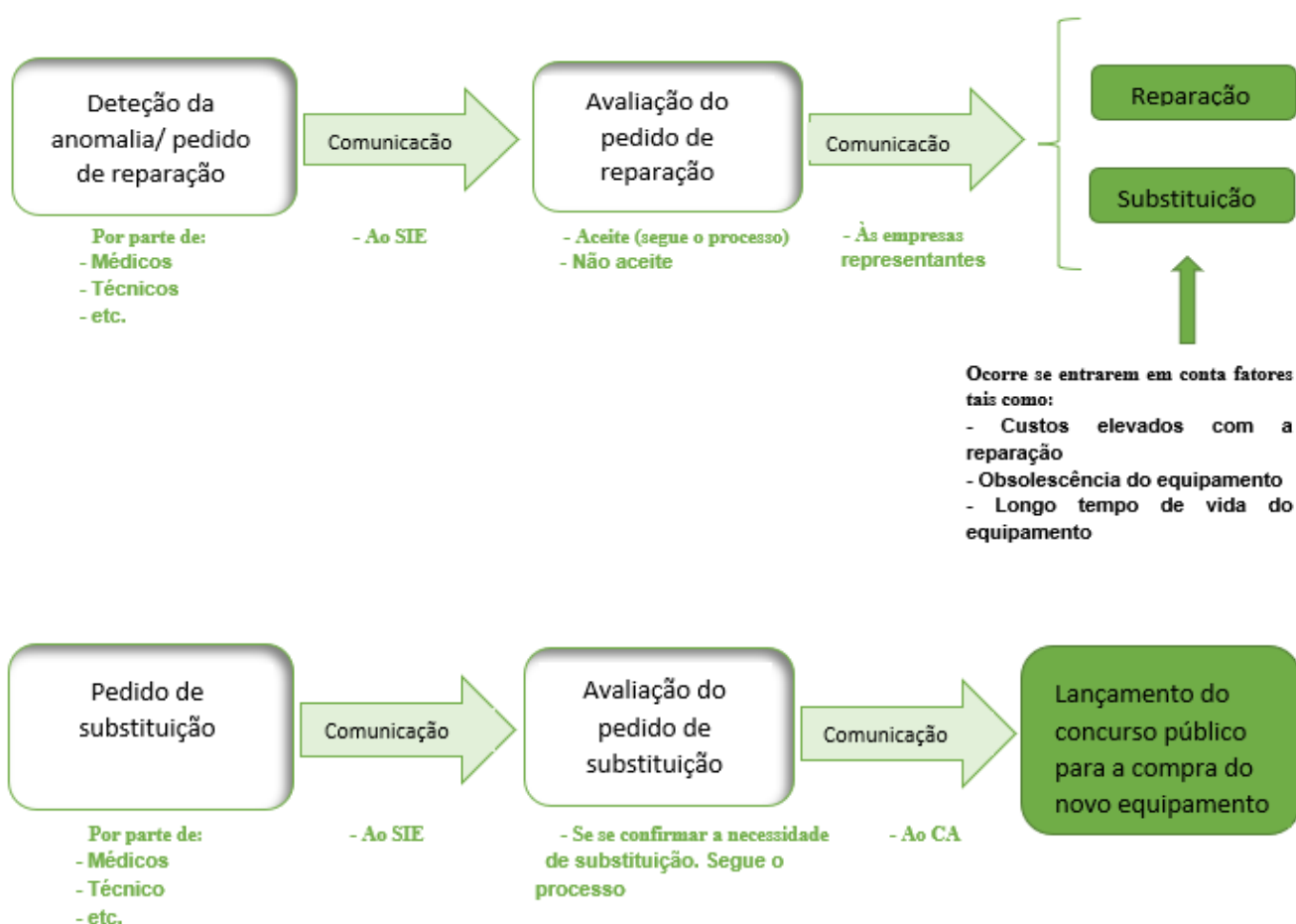


Figura 23: Esquema do processo de detecção e execução de uma substituição. Adaptado de (AMORIM A. , 2014)

Como se pode observar na Figura 23, é o serviço hospitalar responsável pelo equipamento que inicialmente faz o pedido de reparação, quando tem perceção de que este está a funcionar mal ou tem qualquer outro tipo de problema. O pedido é depois direccionado ao pessoal responsável do Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE), que se o aceitar contacta a empresa representante. Todas as reparações, mesmo aquelas que não envolvam quaisquer despesas para o Hospital, porque a natureza da reparação está incluída no contrato de assistência técnica, são registadas como Ordens de Trabalho (OT). Por outro lado, se o equipamento apresentar um

problema técnico grave e a sua manutenção for dispendiosa, então o cenário mais provável é partir para a sua substituição – e isto acontece, acima de tudo, se os custos de reparação forem muito elevados e se os equipamentos já forem considerados obsoletos, face à tecnologia vigente.

O pedido de substituição por parte do serviço que detém o equipamento pode também ser feito diretamente ao SIE, e isso é o que está representado na Figura 24. Desta forma, todas as partes indicadas anteriormente estão envolvidas no processo de comunicação da necessidade da substituição, ou seja, os utilizadores de cada equipamento, nomeadamente os diretores de serviço, médicos e técnicos, e o pessoal responsável do SIE.

A substituição ou reparação ocorre se entrarem em conta fatores, tais como: custos elevados com a reparação; obsolescência do equipamento e longo tempo de vida do equipamento. Será posteriormente feito um pedido de substituição que será avaliado pelo conselho de administração, e lançado a concurso público para a compra de novo equipamento.

Adicionalmente, se os equipamentos possuírem Contratos de Assistência Técnica (Manutenção) (CAT) (os que possuem são normalmente os equipamentos de grande porte (tal como o equipamento em estudo) que exigem maior esforço económico na sua compra e manutenção) também os técnicos provenientes da fábrica de origem, ou os técnicos formados pela mesma, podem aconselhar a substituição dos equipamentos. Estes técnicos seguem um plano de revisão específico e adequado com o grau de uso do equipamento, através de MP, e é a partir destas que se identifica a necessidade de substituição. No final, a deliberação pela substituição resume-se a uma decisão político-administrativa do Hospital, cuja orientação culmina no lançamento de um concurso público de aquisição do novo equipamento.

Os requisitos presentes no caderno de encargos do concurso são orientados por pessoas que lidam diretamente com o equipamento em questão, nomeadamente os diretores dos serviços hospitalares e os engenheiros. Tal como se indica nas figuras anteriores, a política de substituição de equipamentos seguida pelo Hospital não respeita qualquer modelo ou critérios pré-estabelecidos, que permitam recomendar de forma metodológica, sistemática e clara da necessidade de substituição. Antes, as substituições são baseadas em intuições subjetivas que não têm em conta todos os parâmetros e critérios que identificam a necessidade de substituição de um equipamento médico hospitalar. Torna-se, portanto, essencial desenvolver uma ferramenta que consiga informar atempada e metodologicamente da necessidade de substituição de qualquer tipo de equipamento hospitalar, que apresente toda a informação que deve ser considerada num processo de substituição, e que permita gerir eficazmente o inventário de equipamentos existente no Hospital. No fundo, a ferramenta pretende criar valor para o Hospital e informar os decisores hospitalares, que são responsáveis pelo processo de substituição (diretores de serviço, médicos, técnicos, SIE e administração), sobre as melhores opções que devem ser tomadas.

No final, pretende-se que seja o SIE a utilizar e manusear esta ferramenta, dado que é este o serviço hospitalar que diretamente planeia a gestão da vida útil de cada equipamento hospitalar.

3.9. Modelos de análise de investimento – Métodos de depreciação

A análise do ciclo de vida de ativos físicos e, particularmente a tomada de decisão, como aquisição, substituição e alienação, devem suportar-se em métodos de análise de investimentos, como os apresentados no presente capítulo. Tais métodos utilizam como input, entre outros, o valor residual, que pode ser definido como sendo “a quantia estimada que uma entidade obteria correntemente pela alienação de um ativo, após dedução dos custos de alienação estimados, se o ativo já tivesse a idade e as condições esperadas no final da sua vida útil”. O Decreto Regulamentar n.º 25/2009, de 14 de setembro, corresponde ao regime regulamentar das depreciações e amortizações e estabelece métodos de depreciação adequados e taxas de depreciação e amortização para cada tipo de ativo imobilizado (MEIRELES, 2018).

Em alternativa e como também está previsto no decreto mencionado no parágrafo anterior, existem métodos matemáticos alternativos que iremos detalhar no presente capítulo. São eles:

- Método linear ou das quotas constantes ou da linha reta;
- Método da soma dos dígitos;
- Método exponencial (MEIRELES, 2018).

3.9.1. Método de depreciação linear

Este método assume que o valor dos Ativos decresce a uma taxa constante e permite obter a quota de depreciação a aplicar:

$$d_l = \frac{CA - VC_n}{N} \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo,

d_l	Quota anual de depreciação
CA	Custo de aquisição do Equipamento
VC_n	Valor residual do equipamento ao fim de N períodos de tempo
N	Tempo de vida corresponde a VC_n
l	$l=1,2,3 \dots n$
V_n	Valor do equipamento, num período $n=1,2,3 \dots n$.

O valor do equipamento para um período de tempo menor do que N , determina-se através da Equação 2:

$$V_n = CA - l * d \quad (\text{Eq. 2})$$

3.9.2. Método da soma dos dígitos

Este método considera que o ritmo de depreciação do ativo abranda ao longo do tempo, ou seja, nos primeiros anos aplica-se uma taxa de depreciação superior que vai depois diminuindo à medida que a vida útil do ativo avança (MEIRELES, 2018).

$$d_l = 2 * \frac{N-(l-1)}{N+1} * \frac{CA-VC_n}{N} \quad (\text{Eq. 3})$$

Sendo,

d_l	Quota anual de depreciação;
CA	Custo de aquisição do Equipamento;
N	Tempo de vida corresponde a VC_n ;
VC_n	Valor residual do equipamento ao fim de N períodos de tempo;
l	$l=1,2,3...N$;
V_n	Valor do equipamento, num período $n=1,2,3...N$.

O valor do equipamento para um período de tempo menor do que N , determina-se através da Equação 4:

$$V_n = CA - d_l \quad (\text{Eq. 4})$$

3.9.3. Método exponencial

À semelhança do método apresentado anteriormente, este também considera que a taxa de depreciação do ativo decresce ao longo da vida útil.

$$d_l = VC_{l-1} * (1 - \sqrt[N]{\frac{VC_n}{CA}}) \quad (\text{Eq. 5})$$

Sendo,

d_l	Quota anual de depreciação;
CA	Custo de aquisição do Equipamento;
N	Tempo de vida corresponde a VC_n ;
VC_n	Valor residual do equipamento ao fim de N períodos de tempo;
l	$l=1,2,3...N$;
V_n	Valor do equipamento, num período $n=1,2,3...N$.

O valor do equipamento para um período de tempo menor do que N, determina-se através da Equação 6:

$$V_n = CA - d_l \quad (\text{Eq. 6})$$

Valor residual, VC_n

O valor residual de um ativo técnico ao fim de determinado período de tempo é muito variável e depende do tipo de equipamento, da idade, da condição e da tecnologia incorporada (MEIRELES, 2018). Para o presente trabalho e tendo em conta que o equipamento alvo de estudo tem 17 anos de idade, considerou-se que o valor residual equivale ao valor de abate, que corresponde essencialmente ao valor de mercado dos materiais que compõem o acelerador linear.

3.10. Método de substituição de ativos

Segundo Farinha (2011), os equipamentos podem ser substituídos segundo vários critérios. Pela vertente financeira, um critério usual é o “ciclo económico”, que permite determinar o período ótimo que minimiza os custos totais médios de operação, de manutenção e de imobilização de capital. Outro método, usualmente utilizado, é o da “vida útil”, que define que esta termina quando os seus custos de manutenção ultrapassam os custos de manutenção mais os de amortização do capital de um equipamento novo equivalente. Contudo, não obstante, ser possível, a partir dos valores de depreciação de mercado, poder passar-se à análise de substituição de equipamentos, dever-se-ão ter em consideração dois outros tipos de variáveis, que são:

- A taxa de capitalização, denominada por i
- A taxa de inflação, denominada por θ

Estas taxas relacionam-se da seguinte forma (RAPOSO, 2017):

$$i_A = i + \theta + i * \theta \quad (\text{Eq. 7})$$

Para a determinação do ciclo económico dos ativos físicos, existem diversos métodos matemáticos que permitem obter o período ótimo de substituição dos equipamentos. Ao longo do presente capítulo serão apresentados três métodos alternativos.

São eles:

- Método da Renda Anual Uniforme (MRAU);

- Método de Minimização do Custo Médio Total (MCMT);
- Método MCMT com redução do valor presente (MCMT-RVP) (RAPOSO, 2017).

Segundo o autor Ehrlich : "Antes de desenvolver a estrutura matemática necessária para a avaliação das propostas de aplicação do capital, é conveniente postular alguns princípios qualitativos que fundamentam a racionalização das decisões." Para determinar o momento ideal de substituição de ativos depreciáveis ou analisar alternativas de investimentos, existem vários métodos disponíveis para auxiliar a tomada de decisão. Entretanto, logo a seguir é dado destaque apenas aos métodos principais, sendo que eles serão divididos em três classes, baseadas nas classificações dos autores Dorneles e De Rocchi:. Assim, neste estudo, os métodos foram classificados nas seguintes classes:

- Métodos que utilizam fluxos de caixa em termos nominais:
 - o *Pay-back* nominal;
 - o Taxa de retorno contábil ou taxa média de retorno;
- Métodos que utilizam fluxos de caixa reais:
 - o Valor presente líquido (VPL);
 - o Valor anual uniforme equivalente (VAUE);
 - o Custo anual uniforme equivalente (CAUE);
 - o Taxa interna de retorno (TIR);
 - o Índice de lucratividade (IL);
 - o *Pay-Back* atualizado ou descontado;
- Métodos da pesquisa operacional:
 - o Método MAPI ou Terborgh;
 - o Método de Orenstein;
 - o Método de Clapham (VEY, 2004).

Após vários estudos realizados sobre os métodos acima citados, optou-se pela utilização do método CAUE, o qual é descrito na sequência do trabalho (VEY, 2004).

3.10.1. Método da renda anual uniforme

O Método da renda anual uniforme (MRAU) transforma os cash-flows decorrentes da utilização e operação do equipamento numa renda anual, mediante a aplicação de uma taxa de atualização, permitindo determinar o ano em que ocorre o menor custo, ou seja, o ano para o qual a renda do equipamento é mínima e que corresponde ao ano em que, idealmente, o ativo deveria ser substituído (MEIRELES, 2018).

Este método faz uso dos seguintes dados:

- Custo de aquisição do equipamento;
- Valores de cessão (calculados de acordo com os métodos atrás expostos);
- Custos de manutenção e de exploração ao longo dos anos;
- Taxa aparente;
- Valor presente líquido no ano n (VPL_n) é dado por (MEIRELES, 2018):

$$VPL_n = CA + \sum_{j=0}^n \frac{CM_j + CO_j}{(1+i_A)^j} - \frac{V_n}{(1+i_A)^n} \quad (\text{Eq. 8})$$

Sendo,

CA *Custo de aquisição do Equipamento;*

CM_j *Custos de manutenção no ano $j=1,2,3 \dots n$;*

CO_j *Custos de operação no ano $j=1,2,3 \dots n$;*

i_A *Taxa aparente;*

V_n *Valor do equipamento, num período $n=1,2,3 \dots N$.*

Sendo a Renda Anual Uniforme (RAU_n) calculada da seguinte forma:

$$RAU_n = \frac{i_A(1+i_A)^n}{(1+i_A)^n - 1} * (CA + \sum_{j=0}^n \frac{CM_j + CO_j}{(1+i_A)^j} - \frac{V_n}{(1+i_A)^n}) \quad (\text{Eq. 9})$$

$$RAU_n = \frac{i_A(1+i_A)^n}{(1+i_A)^n - 1} * VPL_n \quad (\text{Eq. 10})$$

O menor valor de RAU calculado indica qual o período respectivo (múltiplos do ano) em que o equipamento deve ser substituído. Esse valor é equivalente a uma renda mínima que o equipamento custaria anualmente (RAPOSO, 2017).

Para se calcularem os custos anuais equivalentes, utiliza-se o fator de recuperação de capital que é uma função financeira tabelada, e que pode ser calculada, e é representada pela Equação 11 e símbolos abaixo” (MEIRELES, 2018):

$$\frac{1}{[an]} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (\text{Eq.11})$$

O mesmo autor diz que através de tal método pode-se:

a) Comparar duas ou mais oportunidades de investimento; pelo método do Custo Anual, a alternativa que apresentar o mais baixo custo anual, ajustado ao fator tempo, será a mais conveniente para a empresa;

b) determinar o momento ideal para a substituição de uma máquina ou equipamento; o processo de análise está baseado na premissa de que, quanto mais longa for a vida de um ativo depreciável, tanto mais baixo se tornará o Custo Médio Anual do Capital. Entretanto, para utilizar o método do custo anual uniforme equivalente, necessário se faz obter algumas informações sobre o bem que estará sob análise, tais como:

- Valor do investimento ou de aquisição;
- Valor de revenda ou valor residual ao final de cada ano da vida útil do bem;
- os custos operacionais;
- o custo de capital ou a taxa mínima atrativa (MEIRELES, 2018).

3.10.2. Método de minimização do custo médio total

O MCMT permite determinar o menor custo médio de posse do equipamento e o respectivo ano em que ocorre, que corresponde ao momento ótimo de substituição. Não são considerados os custos de capital nem a taxa de inflação. O procedimento de cálculo é o seguinte:

$$C'_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (CM_j + CO_j) \quad (\text{Eq. 12})$$

$$C''_n = \frac{1}{n} (CA - V_n) \quad (\text{Eq. 13})$$

$$C_{n(MCMT)} = C'_n + C''_n = \min_{n \in \{1,2,\dots,N\}} \frac{1}{n} (CA - V_n + \sum_{j=1}^n (CM_j + CO_j)) \quad (\text{Eq. 14})$$

Sendo,

CA	<i>Custo de aquisição do Equipamento;</i>
CM_j	<i>Custos de manutenção no ano $j= 1,2,3 \dots n$;</i>
CO_j	<i>Custos de operação no ano $j= 1,2,3 \dots n$;</i>
V_n	<i>Valor do equipamento, num período $n=1,2,3 \dots N$;</i>
n	<i>Nº de anos $n=1,2,3 \dots n$;</i>
$C_{n(MCMT)}$	<i>Custo médio total.</i>

3.10.3. Método de MCMT com redução do valor presente

O MCMT-RVP é idêntico ao anterior, com a exceção de que este tem em consideração os custos de capital e a taxa de inflação. Os diversos valores de manutenção e valor residual ao longo dos anos são reduzidos ao seu valor presente, de acordo com o procedimento que se segue:

$$C_n' = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{CM_j + CO_j}{(1+i_A)^j} \right) \quad (\text{Eq. 15})$$

$$C_n'' = \frac{1}{n} \left(CA - \frac{V_n}{(1+i_A)^n} \right) \quad (\text{Eq. 16})$$

$$C_{n(MCMT-RVP)} = C_n' + C_n'' = \min_{n \in \{1,2,\dots,N\}} \frac{1}{n} \left(CA - \frac{V_n}{(1+i_A)^n} + \sum_{j=1}^n \left(\frac{CM_j + CO_j}{(1+i_A)^j} \right) \right) \quad (\text{Eq. 17})$$

Sendo,

CA	<i>Custo de aquisição do Equipamento;</i>
CM_j	<i>Custos de manutenção no ano $j= 1,2,3 \dots n$;</i>
CO_j	<i>Custos de operação no ano $j= 1,2,3 \dots n$;</i>
V_n	<i>Valor do equipamento, num período $n=1,2,3 \dots n$;</i>
i_A	<i>Taxa aparente;</i>
n	<i>Nº de anos $n=1,2,3 \dots n$;</i>
$C_{n(MCMT-RVP)}$	<i>Custo médio total</i>

CAPÍTULO 4 Apresentação do estudo de caso

4.1. IPOFG Coimbra E.P.E. – Apresentação

A estrutura dos serviços de saúde foi alterada com o passar do tempo, devido a influências dos conceitos religiosos, políticas socioeconómicas, alteração das patologias adaptando-se sucessivamente para dar uma resposta eficaz e eficiente à prestação de serviços de saúde aos utentes. Até à criação do Sistema Nacional de Saúde (SNS) em 1979, a assistência médica competia às famílias, a instituições privadas e aos serviços médico-sociais (SOARES, 2015).

A criação do SNS instituiu uma rede de órgãos e serviços prestadores de cuidados de saúde a toda a população, através da qual o Estado salvaguarda o direito à proteção da saúde. Desde a criação do SNS têm sido realizadas várias alterações e reformas a fim de melhorar a prestação de cuidados de saúde para os utentes (SOARES, 2015).

O estudo médico e tratamento da doença oncológica em Portugal remontam ao início do século XX. A 29 de dezembro de 1923, por Decreto do Ministério da Instrução Pública era criado o primeiro Instituto Português para o Estudo do Cancro, então com sede provisória no hospital Escolar de Santa Maria (NOBRE, 2011-2012). Exatamente 3 anos mais tarde, a 29 de dezembro de 1927, o Prof. Doutor Francisco Gentil inaugurou o primeiro pavilhão do IPO – o primeiro Centro Regional de luta contra o cancro em Portugal, situado em Lisboa (NOBRE, 2011-2012).

Em Coimbra, em 1953, para dar resposta à população do centro do país, impulsionado pelo Prof. Doutor Luís Raposo, foi adquirida uma pequena vivenda na rua Bissaya Barreto – o primeiro edifício sede do Centro IPO de Coimbra. A pequena vivenda hoje já não existe, demolindo velhas estruturas e remodelando outras, modernizando equipamentos e espaços, a instituição não tem parado de crescer, mas sempre fiel ao seu lema – a excelência de cuidar o doente oncológico (NOBRE, 2011-2012). Depois das obras de adaptação necessárias para entrada em funcionamento, dá-se início à atividade da instituição em 1962. Em 1977, autonomiza-se relativamente a Lisboa, tendo vindo sempre a crescer desde então com os pilares de uma organização sólida, afirmando-se como um Centro de Referência Oncológica tanto em Portugal, como no estrangeiro (RODRIGUES, 2009).

O IPOCFG, EPE dispõe de uma lotação de 231 camas, na qual se inclui o “Hotel” para doentes, estrutura inovadora no panorama de prestação de cuidados de saúde em Portugal. A posição de topo da instituição na cadeia de referência hospitalar em oncologia confere-lhe uma assinalável concentração de diferenciados meios tecnológicos e humanos. Atualmente, conta com cerca de 1.000 colaboradores (SNS, 2022).

Desde julho de 2016 é centro de referência em cancro do reto, expoente máximo de competência na prestação de cuidados de saúde de elevada qualidade, exigindo uma disponibilidade de recursos técnicos e tecnológicos altamente diferenciados. Em 2018 obteve acreditação da *European Respiratory Society* em ecoendoscopia endobrônquica, atualmente a técnica “gold

standard” no desenvolvimento do cancro do pulmão, para a qual é centro de referência (IPO Coimbra, 2019).

São órgãos de apoio técnico no domínio do acesso aos cuidados de saúde:

- ULGA – Unidade Local de Gestão do Acesso;
- A comissão da qualidade e segurança do doente;
- A comissão médica;
- A direção de enfermagem;
- A comissão de farmácia e terapêutica;
- Comissão transfusional;
- Equipa de gestão de altas (IPO Coimbra, 2019).

Outros órgãos de apoio técnico e consultivo:

- A comissão de ética;
- O Grupo Coordenador Local – Programa de Prevenção e Controlo das Infecções e Resistência aos Antimicrobianos;
- A comissão de higiene, segurança e saúde no trabalho;
- A direção do internato médico;
- A comissão local de informatização clínica
- O gestor do risco clínico;
- O gestor do risco geral;
- O gabinete coordenador da qualidade e comunicação;
- O gabinete coordenador da formação;
- O conselho científico;
- O gabinete coordenador da investigação;
- Gabinete de codificação e auditoria clínica (IPO Coimbra, 2019).

O IPO de Coimbra dispõe de um sistema de controlo interno e de comunicação de irregularidades, com o objetivo de garantir um desempenho eficiente da atividade que assegure a utilização eficaz dos ativos e recursos, a continuidade, segurança e qualidade da prestação de cuidados de saúde, através de uma adequada gestão e controlo dos riscos da atividade, da prudente e correta avaliação dos ativos e responsabilidades, bem como da definição de mecanismos de prevenção e de proteção do serviço público contra atuações danosas (al. a n.º2 artigo 20º do Decreto-Lei nº 18/2017 de 10 de fevereiro), neste sentido encontra-se ainda instituído um regulamento que define as regras e procedimentos de comunicação interna de irregularidades (IPO Coimbra, 2019).

4.1.1. Estrutura Organizacional

De acordo com o organograma no Anexo C, verificamos que a Instituição é constituída por três órgãos estatutários: o Concelho de Administração – que exerce todos os poderes de gestão que não sejam reservados a outros órgãos – constituído pelo presidente, pelo diretor clínico, pelo enfermeiro diretor e pelo vogal executivo; o Fiscal Único que é o órgão de fiscalização, responsável pelo controlo da legalidade, da regularidade e da boa gestão financeira e patrimonial da instituição; e o Conselho Consultivo – órgão de consulta que acompanha a atividade de IPO de Coimbra, aprecia os planos de atividade e emite recomendações, tendo em vista o melhor funcionamento dos serviços.

Outros órgãos de apoio técnico de carácter consultivo da instituição são a comissão de ética, a comissão de humanização e qualidade dos serviços, a comissão de controlo da infeção hospitalar, a comissão de farmácia e terapêutica, a comissão de enfermagem, a direção do internato médico, o gestor do risco clínico, o gestor do risco geral, o gabinete da qualidade e comunicação, o gabinete coordenador da formação, o conselho científico e o gabinete coordenador da investigação. Os serviços do IPO de Coimbra estão divididos em três grandes grupos, segundo a sua tipologia: Serviços de Prestação de cuidados de Saúde, Serviços de Suporte à Prestação de Cuidados de Saúde e Serviços de Gestão e Logística, encontrando-se fisicamente distribuídos por cinco blocos ligados entre si por passagens aéreas, terrestres e subterrâneas, ocupando uma área total de 15.250 m² (Figura 24) (RODRIGUES, 2009).



Figura 24: Planta do IPOCFG, E. P.E (RODRIGUES, J., 2009)

Os serviços de prestação de cuidados de saúde podem integrar-se em departamentos ou programas horizontais, sendo estes últimos contratos-programa internos que definem os serviços e recursos envolvidos, bem como os objetivos a alcançar.

O departamento constitui um nível intermédio de direção técnica e integra serviços de prestação de cuidados de saúde com homogeneidade e complementaridade de técnicas ou terapêuticas, desenvolve atividades nas vertentes de ambulatório, internamento e meios complementares de diagnóstico e terapêutica, tendo em vista assegurar respostas coerentes, flexíveis e articuladas às exigências da prestação de cuidados de saúde e à prossecução de objetivos comuns. Cada departamento é dirigido por um diretor nomeado pelo conselho de administração (Figura 25) (RODRIGUES, 2009).

CARGO	IDENTIFICAÇÃO	ELEIÇÃO	MANDATO
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO			
Presidente	Dra. Maria Margarida Torres de Ornelas	RCM n.º	2018/2020
Vogal – Vogal Executivo	Dr. Luís Miguel Santos Filipe	89/2018	
Vogal – Vogal Executiva	Dra. Maria do Rosário Simões Rodrigues Velez Reis		
Vogal – Diretora Clínica	Dra. Ana Filipa Horta de Oliveira Cardoso Pais		
Vogal – Enfermeiro Diretor	Enf. António João Mendes Moreira		
FISCAL ÚNICO - Em funções até 12/09/2019, de acordo com n.º 6 do artº 17 dos estatutos			
Efetivo	Cravo, Fortes, Antão & Associados, SROC n.º 87. Representado por: Dr. Avelino Azevedo Antão, ROC n.º 589, inscrito na CMVM sob o n.º 20160244	Despacho SEATF n.º 1520/2016 de 29 de dezembro	2015/2017 Em funções até 12/09/2019, de acordo com n.º 6 do artº 17 dos estatutos
Suplente	Dr. João Paulo Mendes Marques, ROC n.º 1.440, inscrito na CMVM sob o n.º 20161050		
FISCAL ÚNICO - Em funções a partir de 13/09/2019			
Efetivo	Alberto Martins, Magalhães & Associados, SROC, LDA, n.º 226 representado por: Dra. Diana Inês da Costa Simões, n.º 1781 e na CMVM n.º 20161643	Despacho SEATF n.º 912/2019 de 23 de dezembro	
Suplente	Dr. Luis Miguel Lopes Ferreira, n.º 1844 e na CMVM n.º 20170028		
CONSELHO CONSULTIVO			
Presidente	Dr. José Narciso da Cunha Rodrigues	Despacho n.º 1506/2015, de 12/02	2015/2017

Figura 25: Caracterização geral dos órgãos de administração, direção, consulta e apoio (RODRIGUES, 2009).

O serviço é a unidade básica da organização e integra recursos humanos e materiais especificamente destinados ao prosseguimento das respetivas atribuições, funcionando autonomamente, podendo funcionar mais do que um serviço de forma agregada em departamento. Cada serviço é dirigido por um diretor, nomeado pelo conselho de administração.

Os serviços e unidades de suporte à prestação de cuidados de saúde, como a própria designação indica, auxiliam a prestação de cuidados de saúde e incluem: o serviço de farmácia hospitalar, o serviço social, a unidade de nutrição, a unidade de psicologia clínica, o serviço de física médica e o hotel (RODRIGUES, 2009).

Por último, a gestão e logística incluem os serviços de gestão dos sistemas de informação, planeamento e controlo de gestão, e informação ao utente, gestão financeira, gestão de recursos humanos, aprovisionamento, instalações e equipamentos, gestão hoteleira, esterilização e ainda gabinete jurídico (RODRIGUES, 2009).

4.1.2. Missão, valores e Objetivos

Conforme o regulamento interno do IPOCFG E.P.E., a missão do Instituto é: *“desenvolver ações no âmbito da prestação de cuidados de saúde, de prevenção primária e secundária, da investigação, da formação e ensino oncológicos, do rastreio oncológico, do registo oncológico e da colaboração na definição e acompanhamento de execução da política oncológica nacional, constituindo, a par com os Institutos de Oncologia de Lisboa e Porto, a plataforma A da rede de referência Hospitalar de Oncologia”* (ARAÚJO, 2020).

Ainda segundo o mesmo documento, os valores que definem a estrutura e a organização institucional baseiam-se essencialmente na dignidade humana e interesse dos utentes, numa perspetiva de promoção da saúde da comunidade e de satisfação das necessidades individuais de saúde, pautando-se pela prestação de cuidados de saúde de qualidade, acessíveis e oportunos, pela eficácia e eficiência técnica e económica, pela melhoria e atualizações contínuas e pelo cumprimento dos compromissos assumidos com a tutela através do contrato-programa (ARAÚJO, 2020).

4.1.3. Serviço de instalações e Equipamentos (manutenção)

O Serviço de Instalações e Equipamentos, SIE, está englobado nos Serviços de Gestão e Logística do hospital, localizado no Edifício da Oncologia Médica e Laboratórios, Piso -1, dirigido pelo Engenheiro Vítor Neto Vaz. O SIE é composto pela Direção, o Secretariado, as Oficinas de Electromedicina, de Eletricidade e de Gases Medicinais, assim como um Armazém com Oficina Geral de Serralharia, Carpintaria, Pichelaria e Construção Civil.

O Serviço de Instalações e Equipamentos é responsável pela:

- Operação, manutenção preventiva e curativa de todas as instalações técnicas, entre elas as elétricas, mecânicas, eletromecânicas, telecomunicações;
- Promoção da redução dos riscos de instalações e equipamentos, em articulação com a gestão de risco geral;
- Gestão técnica das telecomunicações, eletricidade, água, fluídos, gases medicinais e demais instalações técnicas especiais;
- Emissão de pareceres técnicos sempre que solicitados;
- Acompanhamento da evolução tecnológica e da sua implementação na organização sempre que existam vantagens de natureza ambiental ou de eficácia;

- Zelo pela otimização dos recursos existentes e angariar soluções técnicas que garantam o melhor custo-benefício;
- Promoção de uma política de sustentabilidade ambiental;
- Gestão do imobilizado, inventariando-o em coordenação com o Serviço de Gestão Financeira;
- Planeamento da construção de novas instalações ou atualizações às existentes e coordenar as fases de planeamento, projeto, obra e equipamento;
- Realização da manutenção geral das instalações exteriores e interiores;
- Gestão do equipamento médico e administrativo, zelando pela garantia de segurança e funcionalidade.

Este serviço funciona todos os dias do ano, de modo a auxiliar qualquer irregularidade que perturbe o normal funcionamento do hospital. Conta também com o apoio de várias empresas externas e dos seus técnicos especializados durante os dias úteis.

- **Área Técnica**

A equipa técnica integra engenheiros e técnicos com experiência, formação e qualificação específicas nesta área, oferecendo aos hospitais a segurança do atendimento in situ ou nas nossas instalações.

Baseia em conceitos fundamentais, tais como:

- Reparação de avarias de equipamentos tanto em garantia como fora de garantia.
- Análise de causas, soluções corretivas e formas de execução eficazes.
- Inspeção de trabalhos realizados e assistência na receção.
- Intervenções técnicas e cumprimentos dos programas de manutenção preventiva.
- Verificação e calibração dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos.
- Controlo das ações dos serviços prestados aos clientes.

A manutenção de equipamentos incide na sua conservação e acompanhamento, garantindo assim o seu correto funcionamento. A manutenção periódica do equipamento durante o período de garantia é feita de acordo com as condições dos fabricantes, subcontratando a manutenção aos fabricantes no caso de exclusividade ou de condições particulares de perda da garantia. Da mesma forma, é realizada a manutenção corretiva de primeiro nível para todos os equipamentos, independentemente das condições e períodos de garantia.

4.2. Ativo em estudo – Acelerador linear

4.2.1. Radioterapia

A Imagiologia tem como objetivo a obtenção de um diagnóstico o mais completo e rigoroso possível de patologias. Esta disciplina da área médica assume um papel fundamental para as decisões terapêuticas a estabelecer aos doentes, com a finalidade, de ao realizar diagnósticos, orientar a decisão médica. Ou seja, sem a presença de um diagnóstico, não se poderiam, em muitos casos, adotar medidas eficazes pelas outras especialidades da Medicina para a obtenção de cura ou minimização dos efeitos dos agentes causadores de doença (SOARES, 2015).

A Imagiologia no SNS demonstra duas vertentes bem caracterizadas, que podem ser definidas como a Imagiologia do Ambulatório e a Imagiologia Hospitalar. Em Portugal Continental existem atualmente 367 estabelecimentos aproximadamente, públicos e não públicos, de Imagiologia detentores de convenção, em vigor, com o SNS. Em termos de análise por ARS (Administração Regional de Saúde), estas são divididas em Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve (SOARES, 2015).

Após a descoberta dos raios X em 1895 por Roentgen, foi dado início a uma série de estudos e em 1898 Pierre e Marie Curie descobriram o Rádio. Desde então a Radioterapia começou a desenvolver-se até que em 1922, num congresso internacional de oncologia em Paris, foi aceite como especialidade médica (MATOS, 2016).

A radioterapia é uma especialidade médica que se baseia no uso controlado de radiações ionizantes, como por exemplo, os raios-X, os raios gama e os eletrões, para fins terapêuticos, principalmente no que diz respeito ao combate de neoplasias malignas. Esta modalidade terapêutica é utilizada tanto no tratamento de tumores malignos como benignos e no tratamento paliativo, onde o objetivo é controlar localmente a doença ou aliviar os seus sintomas. No entanto, o uso da radioterapia em condições benignas é limitado, devido a precauções que existem sobre o risco de se vir a formar um tumor maligno originário da radiação induzida. O objetivo da radioterapia é fornecer uma dose de radiação prescrita a um volume alvo, tipicamente um volume tumoral, que seja capaz de danificar o material genético das células tumorais, conduzindo-as à sua destruição, mas sem afetar os tecidos saudáveis que lhes são adjacentes. Em contraste com outras especialidades médicas, que se baseiam principalmente no conhecimento clínico e na experiência dos médicos especialistas, a radioterapia depende de modernas tecnologias e dos esforços de colaboração de vários profissionais, cuja abordagem da equipa influencia o resultado do tratamento (FIGUEIREDO, 2009) .

Uma unidade de radioterapia, inserida numa unidade de saúde pública, é envolta em vários processos passíveis de serem melhorados, com o intuito de aumentar a eficiência e rentabilização de recursos existentes (MATOS, 2016).

A rentabilização dessas unidades, nomeadamente a nível de equipamentos (aceleradores lineares), passa por implementar ações de melhoria na gestão de processos de forma a torná-las mais eficientes. De modo a determinar quais as melhores ações a implementar devem ser analisados todos os processos subjacentes à performance desses equipamentos, que de alguma

forma possam influenciar a sua taxa de ocupação. Esses processos são: admissão do doente, agendamento no acelerador linear, consulta de radio-oncologia, aquisição de imagens de planeamento (TC), planeamento e execução do tratamento de cada doente individualmente (Figura 26) (MATOS, 2016).

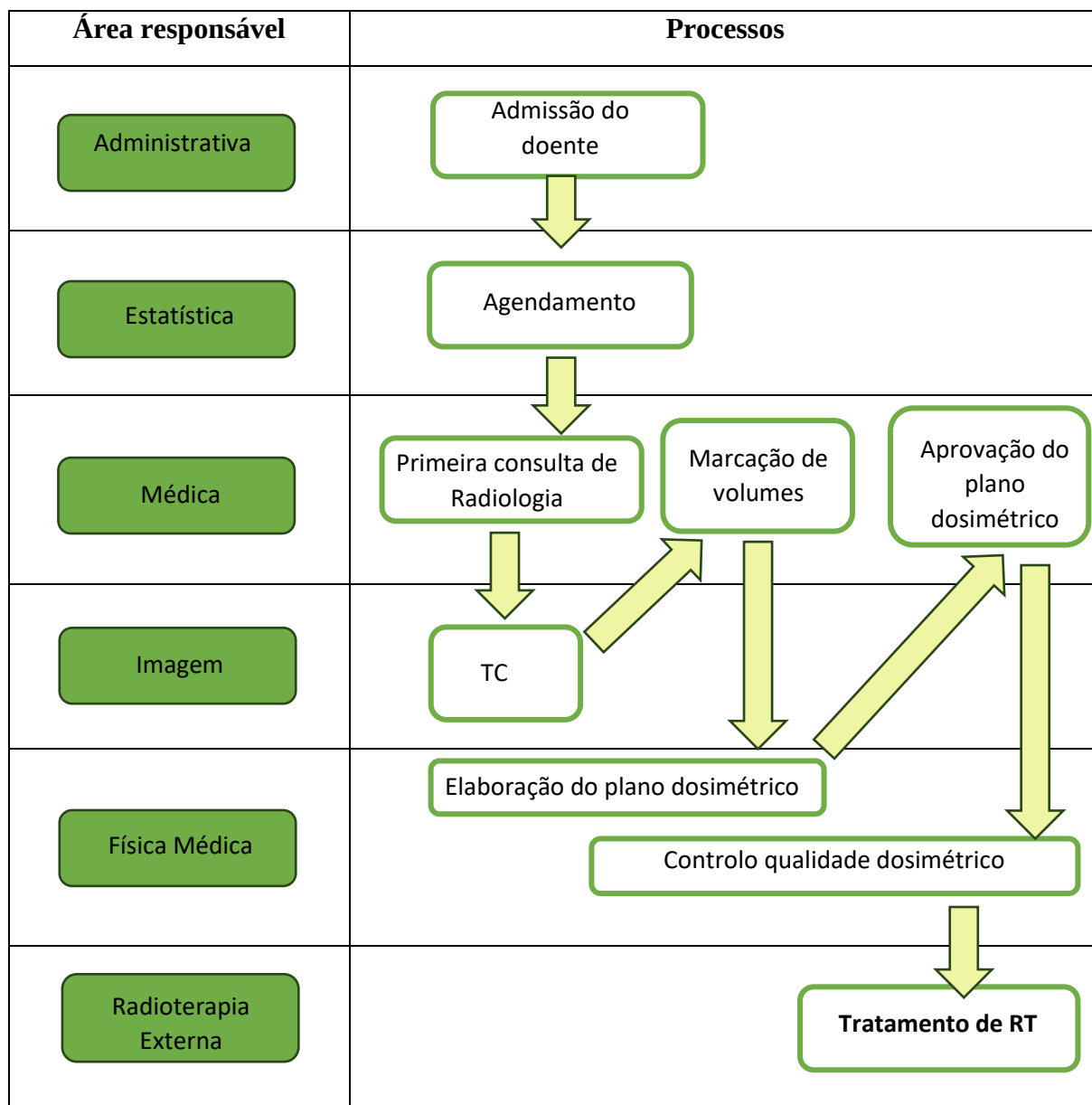


Figura 26: Sequência de processos e área responsável pela sua execução numa unidade de radioterapia. Adaptado de MATOS, P., 2016.

4.2.2. Acelerador linear

Os Aceleradores Lineares (AL) são os equipamentos de radioterapia mais usados na atualidade, tendo a capacidade de produzir feixes de radiação, que são administrados ao tumor por via transcutânea. Estes podem emitir feixes de raios-X e feixes de eletrões com várias energias. Esta versatilidade dos aceleradores lineares é de extrema importância pois permite a realização de múltiplos tratamentos utilizando apenas um equipamento (MATOS, 2016).

As novas técnicas em radioterapia possibilitam a diminuição de lesões em órgãos sadios, através de aceleradores lineares equipados com delimitadores da área de radiação multi-lâminas para tratamentos conformacionais 3D, sistemas de imagem com detectores sólidos (imagem portal), sistemas de imagem guiada dos movimentos dos órgãos e segmentação do feixe de radiação de intensidade modelada, entre outros. O uso de todos estes recursos permite maior precisão, rapidez e segurança na execução do tratamento (MATOS, 2016).

A palavra “Radioterapia”, etimologicamente provém de dois termos: Radio, procedente do latim radiativo-*onis* que significa radiação, e terapia, procede do termo grego *therapeia* que significa tratamento. De uma forma geral, a radioterapia é a especialidade médica que utiliza as radiações ionizantes com finalidade terapêutica. Utiliza feixes de radiações tais como fótons e elétrons produzidos nos aceleradores lineares ou raios gama procedentes do decaimento radioativo numa unidade de Cobalto-60 (^{60}Co) cujo principal objetivo é a administração rigorosa da radiação no volume tumoral previamente definido pelo médico radioterapeuta, com a finalidade de inviabilizar a reprodução das células neoplásicas, conduzindo-as a sua morte, de forma a obter-se um controlo permanente do tumor. Do ponto de vista dos tecidos sãos, o objetivo é conseguir-se a sobrevivência das células clono-génicas em número suficiente para assegurar uma adequada repovoação, imprescindível na manutenção da integridade das funções da região irradiada. Hoje em dia, calcula-se que 60% de todos os pacientes com cancro receberam a radioterapia como parte do tratamento oncológico. Em muitas ocasiões, este tratamento é associado a outros como a cirurgia, a quimioterapia ou a imunoterapia, com o objetivo de aumentar a taxa de cura. No entanto, em alguns casos manifestam-se efeitos secundários derivados da combinação dos tratamentos. Para a sua administração destacam-se duas técnicas básicas que se dividem segundo a posição da fonte, são elas (BANGO, 2013):

- Radioterapia externa ou Teleterapia. Quando a fonte de radiação se situa fora da anatomia do paciente;
- Braquiterapia. Quando as fontes radioativas seladas, são colocadas ou depositadas dentro de uma cavidade anatómica existente (Intracavitária) ou são colocadas diretamente através do tecido do paciente (intersticial) (BANGO, 2013).

Segundo a sequência temporal com respeito a outros tratamentos oncológicos, ela pode ser:

- Exclusiva. Quando o único tratamento que o paciente recebe é a radioterapia;
- Adjuvante. Quando é utilizada como complemento de um tratamento primário ou principal e pode ser neoadjuvante ou adjuvante;
- Concomitante ou Sincrónica. Quando é realizada em simultâneo com outro tratamento;
- Intraoperatória (BANGO, 2013).

Quando se administra uma dose única de radiação ionizante durante o ato cirúrgico. Segundo a sua finalidade pode ser:

- Radical ou curativa. É um procedimento que emprega doses altas de radiação, próxima ao limite máximo de tolerância dos tecidos normais, com o objetivo de eliminar o tumor. Este tipo de abordagem terapêutica implica um tempo de tratamento extenso e uma planificação

laboriosa, onde o benefício da possível cura supera a toxicidade originada pelos tecidos sãos;

- Remissiva. Quando o objetivo é apenas a redução/controlo tumoral;
- Profilática. Quando se trata de doenças subclínicas, isto é não há volume tumoral presente, mas possíveis células neoplásicas dispersas;
- Paliativa. Esta abordagem terapêutica emprega esquemas terapêuticos de curta duração, mas suficientes para aliviar os sintomas do paciente;
- Ablativa. Quando se administra a radiação para suprimir a função de um órgão, como, por exemplo o ovário para se obter a castração actínica (BANGO, 2013).

O acelerador linear é o equipamento de eleição para administrar tratamentos de Radioterapia Externa. Idealmente, deve dispor de duas ou mais energias de fótons, para tratamentos profundos, e diversas energias de eletrões, para tratamentos mais superficiais. Este equipamento é composto por sofisticados sistemas de produção, administração e controlo de radiação, equipamentos para posicionamento do paciente e sistemas de localização e verificação dos campos a irradiar. Ao Acelerador Linear (Figura 27) estão associados: uma mesa de tratamento específica, onde o paciente é posicionado; um sistema de lasers de localização; um sistema eletrónico de aquisição de imagens em tempo real do campo irradiado; um sistema de dimensionamento dos campos a irradiar; um sistema de vídeo em circuito fechado para vigilância do paciente durante o tratamento e um equipamento computadorizado de comando (CARVALHO, 2009).



Figura 27: Acelerador Linear Oncor I Siemens do IPOCFG, E.P.E.

Os Aceleradores Lineares possuem um de dois tipos de colimadores, os colimadores tradicionais ou os colimadores multi-folhas. Os colimadores tradicionais são compostos por dois pares de blocos metálicos, orientados perpendicularmente entre si e que permitem adequar o tamanho do campo de irradiação a cada tratamento. Dado que os tumores não apresentam formas regulares e que os colimadores tradicionais só permitem a abertura de campos retangulares, é necessária a elaboração de blocos de liga metálica para que a forma do feixe de radiação seja igual à forma do tumor (CARVALHO, 2009).

Os Aceleradores mais modernos possuem um sistema de colimação composto por múltiplas pequenas lâminas monitorizadas que permitem o tratamento de campos irregulares sem necessidade de recorrer a proteções personalizadas fabricadas individualmente. Este sistema designado por multi-folhas, embora mais dispendioso no momento da aquisição, reduz o custo de produção uma vez que não é necessária a preparação de proteções específicas para cada tratamento e diminui o tempo necessário para cada tratamento, o que permite melhorar a rentabilidade do acelerador linear. Os colimadores multi-folhas (Figura 28) são formados por 80 a 160 segmentos, com uma dimensão entre alguns milímetros e 1cm (ao nível do isocentro). Cada folha é individualmente monitorizada e controlada por computador, permitindo posições com uma precisão superior a 1 mm e a formação de campos de radiação irregulares (CARVALHO, 2009).



Figura 28 Colimador multi-folhas (CARVALHO, A., 2009)

Ainda como parte integrante do Acelerador Linear está o sistema de verificação de campos, constituído por um sistema de deteção de radiação que permite verificar, através de um sistema informático, a conformidade entre os campos irradiados e os campos planeados. O sistema de verificação eletrónico está normalmente montado no braço de tratamento do acelerador linear podendo ser colocado rapidamente na posição de aquisição de imagem. A imagem adquirida (imagem portal) pode ser comparada com a imagem obtida no sistema de planeamento e a sua conformidade verificada de modo manual ou eletrónico, dependendo do sistema informático instalado (CARVALHO, 2009).

Princípio de funcionamento do Acelerador Linear

O Acelerador Linear é um equipamento que usa micro-ondas de frequência de 3,0 GHz, para acelerar eletrões, através de um tubo linear. Os eletrões ganham energia viajando em fase com

o campo elétrico que é formado no interior do tubo acelerador. O próprio feixe de eletrões de alta energia pode ser usado no tratamento de tumores superficiais, ou pode atingir um alvo para produzir raios-X para tratar tumores profundos. O funcionamento básico de um AL pode ser descrito da seguinte forma (Figura 29): eletrões são libertados por emissão termo-iónica da fonte de eletrões, que consiste de um cátodo aquecido a uma temperatura de 1100 a 1200 °C e um ânodo. Os eletrões entram no tubo acelerador com uma energia de aproximadamente 500 KeV e nele são acelerados pelas micro-ondas de altas frequências geradas no Magnetron ou no Klystron (CARVALHO, 2009).

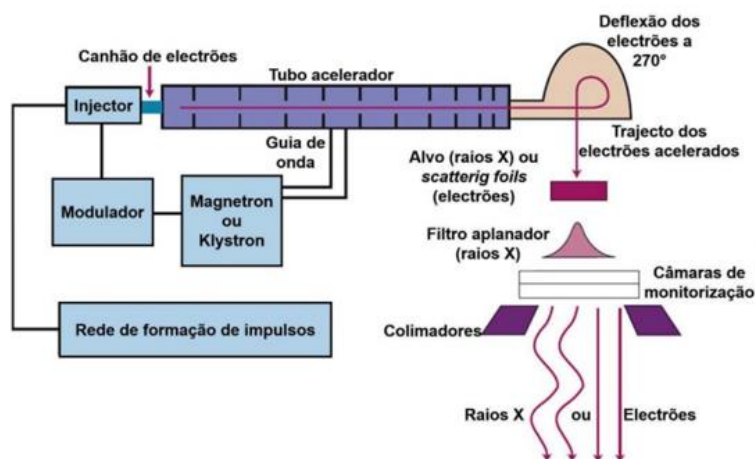


Figura 29: Diagrama de um Acelerador Linear (Lopes, A., 2016).

O tubo acelerador é feito de cobre com o seu interior dividido em discos de cobre com aberturas e espaçamentos variáveis para proporcionar a captura dos eletrões no campo elétrico sinusoidal formado no tubo. Ao emergirem da outra extremidade do tubo, o feixe de eletrões tem um formato cilíndrico de aproximadamente 3 mm de diâmetro. Para serem produzidos os raios-X, o feixe de eletrões colide com um alvo localizado na gantry do acelerador, que gira em torno do isocentro, como se pode ver na Figura 30.

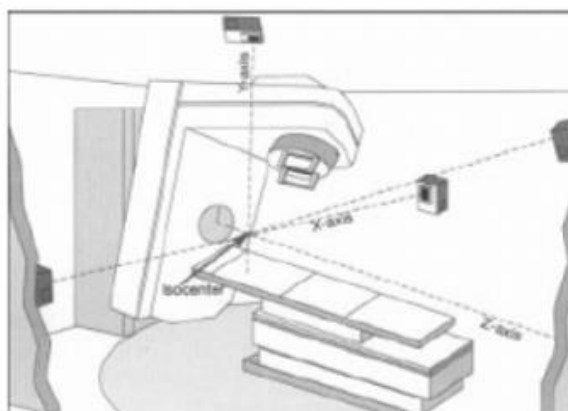


Figura 30: Ilustração do isocentro de rotação da gantry de um acelerador linear (CARVALHO, A., 2009)

Dependendo do potencial de formação do feixe do AL, o tubo acelerador pode ser aproximadamente de 0,4 m para produzir fotões com energia máxima em torno de 6 MeV ou mais longo (ex. com 1,5 m) para feixes de qualidade 18 MV. No primeiro caso, o alvo é

localizado em frente à saída do feixe de elétrons do tubo – Feixe reto. Como o tubo é longo para feixes formados com potenciais maiores que 6 MV, o feixe de elétrons sofre um desvio na sua trajetória, em direção ao centro do eixo de rotação da gantry, de um ângulo de 270° (CARVALHO, 2009). Os principais constituintes do acelerador linear, assim como a sua respectiva função encontram-se resumidos na Tabela 2.

Tabela 2: Principais constituintes do AL e respetiva função. Adaptado de Lopes, A., 2016.

<i>Componente</i>	<i>Função</i>
<i>Canhão de elétrons</i>	Fonte de elétrons
<i>Klystron ou Magnetron</i>	Fornecer potencial de aceleração e amplitude. No caso do klystron este é utilizado para energias > 10 MV e o Magnetron para <10 MV.
<i>Rede de formação de impulsos</i>	Sincronizar os feixes de elétrons com a fase das micro-ondas.
<i>Injetor</i>	Injetar pulsos de corrente no canhão de elétrons
<i>Guia acelerador</i>	Local onde os elétrons são acelerados através de múltiplas cavidades de geometria linear.
<i>Íman defletor</i>	Utilizado em tubos aceleradores de orientação horizontal com o intuito de redirecionar o feixe e selecionar a energia.
<i>Alvo de raios X</i>	Utilizado nos feixes de elétrons para produzir raios X aquando do impacto dos elétrons.
<i>Lâminas de dispersão</i>	Dispersar os elétrons com o intuito de produzir feixes uniformes.
<i>Filtro aplanador</i>	Homogeneizar o feixe de raios X que sai do alvo no sentido de produzir feixes mais uniformes.
<i>Câmaras de monitorização</i>	Câmaras de ionização responsáveis pela monitorização da quantidade de radiação presente no feixe.
<i>Colimadores</i>	Definir e configurar o tamanho e a forma dos campos de irradiação.

Para que o feixe de elétrons proveniente do tubo acelerador atinja o alvo é necessário direcioná-lo por meio de ímanes de deflexão (do inglês, *bending magnets*). Após saírem do tubo acelerador, os elétrons entram numa região de vácuo onde não existe aceleração chamada cavidade de deflexão nas extremidades da qual se encontram posicionados os ímanes responsáveis pela criação de um campo magnético que deflete e foca o feixe de elétrons. A designação dos sistemas de deflexão é feita de acordo com o ângulo de curvatura a que os elétrons são sujeitos, sendo os mais utilizados os de 90 graus e 270 graus (Figura 31) (LOPES, 2016).

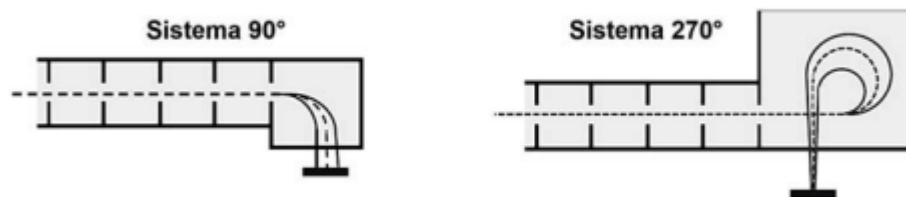


Figura 31: Representação de um sistema de ímãs de deflexão de 90° e de 270° (Lopes, A., 2016)

Devido à carga positiva do núcleo, quando um elétron passa a sua proximidade fica sujeito a uma força de coulomb atrativa e sofre um desvio na direção do núcleo, sendo essa alteração de direção acompanhada pela perda de energia cinética. A energia que é perdida pela desaceleração do elétron é emitida sobre a forma de fótons de raios X, conhecidos como radiação de travagem ou radiação de *bremsstrahlung*. Quanto mais próximo o elétron passar do núcleo do átomo do alvo maior a influência que o campo electrostático irá exercer sobre ele (LOPES, 2016).

De forma a homogeneizar o feixe é então aplicado um filtro cónico denominado por filtro aplanador com maior absorção na região central do campo de raios X, uniformizando o feixe. Os aceleradores lineares com dupla energia apresentam diferentes filtros aplanadores, cada um deles devidamente adaptado a uma das energias. Na cabeça do AL existem ainda duas câmaras de ionização da qualidade do feixe de fótons produzido. Estas câmaras de ionização são do tipo faces-paralelas apresentando-se seladas para evitar interferências induzidas pelas variações da temperatura e da pressão. Para além disso, trata-se de um sistema de câmaras duplas utilizado com o intuito de monitorizar simultaneamente duas câmaras de ionização independentes em que a primeira tem como função a medição da radiação, e a segunda atua como reserva da primeira, entrando em ação caso esta falhe. A câmara de ionização ativa tem ainda a função de fornecer um feedback às bobinas e aos ímãs de deflexão, no sentido de assegurar que o feixe de elétrons seja plano e simétrico (LOPES, 2016).

4.2.1. Manutenções no equipamento

A boa performance de um equipamento médico é afetada por grandes incertezas, tais como o nível de formação dos técnicos que o operam ou as condições de manutenção do mesmo. Também estes fatores reforçam a necessidade de desenvolver um sistema que monitorize o benefício real, para os doentes, da utilização de um determinado equipamento (FERREIRA C., 2018).

Portugal é um dos poucos países da União Europeia que não utiliza processos sistemáticos de avaliação de tecnologias, aplicados à escolha de dispositivos médicos. O Infarmed reconhece a importância deste processo de avaliação, pois considera que a avaliação de tecnologias em saúde maximiza os ganhos em saúde e a qualidade de vida dos cidadãos, contribui para a sustentabilidade do SNS, garante a utilização eficiente dos recursos públicos neste setor, monitoriza a utilização e efetividade de tecnologias, reduz desperdícios e ineficiências e ainda promove o acesso equitativo aos equipamentos. No entanto, este processo necessita da experiência e envolvimento de profissionais que assegurem a especificação dos critérios de

avaliação, gestão e seleção dos equipamentos, de acordo com as necessidades dos utilizadores, sejam eles pacientes ou profissionais. Um conhecimento das tecnologias existentes bem como das necessidades clínicas é crucial para que a metodologia proposta, depois de concebida, seja eficazmente implementada (FERREIRA C. , 2018).

O acelerador linear em estudo, é um equipamento que devido à tecnologia que lhe está subjacente, custos e taxa de utilização necessita de ter um contrato de manutenção de forma a garantir o seu pleno funcionamento. Assim sendo, este equipamento está sujeito a um conjunto de procedimentos que resultam numa avaliação periódica dos seus diferentes componentes. Todo este processo é acompanhado por um protocolo que deverá ter em conta determinadas particularidades do equipamento e dos componentes que o constituem. O protocolo é concebido pelo próprio fabricante do equipamento e detalha as ações que os engenheiros, médicos e técnicos de campo deve realizar ao longo de todo o procedimento. Estas ações podem ser testes, calibrações ou substituição das componentes de desgaste. De referir que este protocolo não necessita de ser seguido por ordem, desde que no final da manutenção todos os itens tenham sido verificados.

Por que é importante a manutenção preventiva no acelerador linear?

Quando existe uma falha no equipamento médico, a qualidade do atendimento pode diminuir e até mesmo em casos extremos afetar a vida do utente. É importante ter sempre uma empresa especializada em manutenção de equipamentos médicos. Mais importante que medir a situação de falha dos equipamentos é essencial aplicar manutenção preventiva. Deve ser feito um planeamento adequado à manutenção dos equipamentos, trocando as peças quando estão gastas e reparando os danos causados pelo tempo ou pelo desgaste.

Exemplo de uma metodologia de manutenção de equipamentos:

- Inspeção geral do equipamento;
- Lubrificação das peças necessárias;
- Teste para verificar o desempenho dos módulos elétricos;
- Substituir as peças que estejam em situação de falha.
- As empresas prestadoras de serviços devem ter acesso a:
 - o Informação geral sobre o equipamento;
 - o Local ou setor onde o aparelho pertence;
 - o Estado geral (ativado ou desativado);
 - o Tempo de vida útil.

Ao garantir o funcionamento do equipamento ao mais alto nível, tem-se a certeza de que o dispositivo dura mais tempo. Isso ajuda a dar um maior retorno sobre o orçamento de investimento e ajuda a manter as despesas controladas ao longo do tempo.

4.2.2. Custos de manutenção e operação

Os custos de manutenção referem-se a todos os gastos que são necessários para que o equipamento funcione em pleno, e podem ser:

- Custos diretos: como custos que estão associados à mão-de-obra dos técnicos que efetuam a manutenção; às peças e materiais necessários de reserva; à amortização do equipamento de manutenção; ao custo da mão de obra do pessoal administrativo ligado à manutenção;
- Custos indiretos: que são efetuados pelo serviço de manutenção, onde está incluído o salário dos administrativos, o custo dos serviços informáticos e o dinheiro gasto em telefone a tratar das manutenções;
- Custos especiais: estão relacionados com a paragem de produção em caso de interrupção; diminuição do trabalho efetuado pelo equipamento; excessiva deterioração; custo de operação e o custo do ciclo de vida (SANTOS A. , 2019).

No entanto, se não existirem as manutenções, estes custos podem aumentar devido à indisponibilidade e falta de produtividade do equipamento. Quando se compara a relação de custo-benefício de manutenções conclui-se que é melhor quando a manutenção do equipamento é do tipo preventiva comparativamente quando há a falha do equipamento, tal como se pode observar na Figura 32. Consta-se também que ao aumentar o investimento nas manutenções preventivas o valor que advém de falhas do equipamento (onde se inserem, também, os custos com a manutenção preventiva) irá diminuir. No entanto, ultrapassando um certo ponto do gráfico (ponto ótimo) os benefícios com o aumento dos investimentos não serão significativos para diminuir o valor dos custos de falha, e com isto existe um aumento do custo total (ARAÚJO, 2020). Conclui-se que a Manutenção Preditiva é a que deve ser preferencialmente seguida visto que aumenta o rendimento do equipamento, aumenta a sua precisão e garantia e diminui os custos de falha e indisponibilidade do equipamento. No entanto, como não existem muitos estudos da aplicação da manutenção preditiva em equipamentos médicos não são conhecidas as desvantagens deste tipo de manutenção, apenas se conhece as vantagens com maior impacto

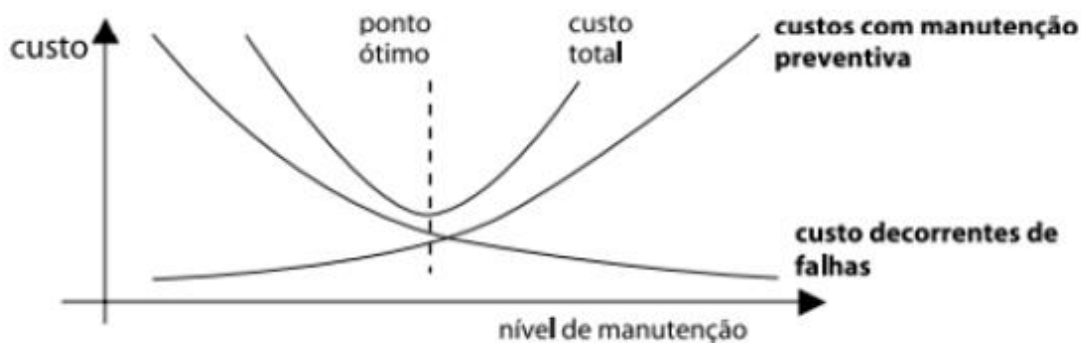


Figura 32: Gráfico ilustrativo da análise custos-nível de manutenção (ARAÚJO, C., 2020)

4.2.3. Descrição do processo atual de substituição

Segundo Farinha, 2011, para o processo de aquisição de um equipamento como o acelerador linear é necessário ter em consideração os seguintes aspetos:

- Elaboração do Caderno de Encargos e Contrato de Manutenção (quando se aplica);
- A seleção do equipamento;
- A receção e instalação;
- A formação dos utilizadores.

É importante encontrar os melhores equipamentos, onde fundamentalmente as grandes preocupações prendem-se com o CCV, com a viabilidade técnica e operacional, com a manutenção, com a vida útil do dispositivo e com os riscos envolvidos. Para além disso, é também fundamental que se proceda com critérios rigorosos, no que se refere a investimentos (análise custo-benefício) referente aos EMHs, com regras claras e bem definidas (OLIVEIRA V. , 2018).

Desta forma, a compra de ativos será gerida de uma forma muito racional. Nesse período, a equipa responsável deve identificar as opções e pesquisar justificações para a sua aquisição através de um cauteloso processo de avaliação tecnológico. A decisão de substituir ou simplesmente de adquirir EMHS pode prender-se com vários fatores, como aspetos de prática clínica, de estratégia, de missão, de mercado e concorrência, além de questões económicas, técnicas, sociais e humanitárias, ou simplesmente devido à deterioração ou à evolução tecnológica (OLIVEIRA V. , 2018).

O planeamento tecnológico é essencial para evitar aquisição de ativos inadequados, dispendiosos e obsoletos, a seleção dos ativos clínicos deve integrar os utilizadores. Contudo, é importante frisar que a decisão final sobre a compra deve ser da responsabilidade de uma equipa multidisciplinar, incluindo representantes dos diversos setores envolvidos, que atuam nas instituições de saúde, desenvolvendo atividades baseadas nos conhecimentos de engenharia e de GA (OLIVEIRA V. , 2018).

Outro fator a realçar é a incompatibilidade entre ativos e as dificuldades técnicas que os profissionais possam sentir ao estarem constantemente a mudar de EMHs com o mesmo fim, mas com particularidades diferentes, que implica um investimento para as instituições e para os profissionais (OLIVEIRA V. , 2018). Portanto é muito importante que exista um estudo alargado deste na fase de seleção., a análise do CCV nesta fase é de extrema importância, uma vez que pode condicionar os custos futuros, que são assumidos.

Os equipamentos de diagnóstico por imagem, como é o caso do AL, possuem muita tecnologia específica (softwares dedicados) que podem não estar contemplados para determinados exames especiais. Portanto, todas essas especificações devem ser muito bem estudadas e analisadas quando se faz um Caderno de Encargos, pois podem ter um impacto apreciável em relação ao custo de aquisição, manutenção e operação. O passo seguinte à aquisição é a receção e instalação, no qual deve ser cuidadosamente observado se o dispositivo respeita as condições técnicas do Caderno de Encargos, se os manuais estão completos (utilização, técnicos,

esquemas e desenhos), possuem comprovativos de conformidade (dados do Infarmed), número de série e se corresponde à versão. Estes itens são fundamentais para a seu adequado funcionamento e para a implementação da política de manutenção. A instalação dos equipamentos deve considerar as prescrições do fabricante no que diz respeito a infraestruturas e conformidade com normalização específica, devendo existir espaço para as intervenções técnicas, de higiene, de limpeza, instalações elétricas, de iluminação e de climatização necessários, de acordo com as recomendações do fabricante e regulações pertinentes. A maioria dos fabricantes pode fornecer uma lista de verificação dos requisitos de instalação com antecedência e estes devem ser obtidos como parte do processo de concurso e inseridos nos custos de aquisição dos dispositivos, nomeadamente nos equipamentos de TC. Entre eles destacam-se:

- A sala deve ser suficientemente grande para garantir o fácil acesso aos utentes, ao pessoal clínico, um carro de emergência para ressuscitação cardiorrespiratório, um injetor de contraste, insufladores e aplicadores;
- O ar condicionado pode ser necessário para garantir temperaturas constantes da TC;
- Deve ser dada atenção ao fornecimento de iluminação adequada dentro da sala de TC e nas estações de trabalho;
- Os requisitos de energia são especificados pelo fabricante, o que pode implicar a atualização do fornecimento antes da instalação (OLIVEIRA V. , 2018).

Os serviços de saúde devem, após a instalação dos equipamentos, realizar ensaios de aceitação com a participação dos fornecedores, onde deverão ser seguidas as atividades estabelecidas entre o fabricante, o fornecedor e o serviço de saúde, de modo a assegurar a segurança e o desempenho correto do equipamento. Esta fase deve ser realizada com a presença de toda a equipa multidisciplinar que fez a seleção e aquisição do equipamento, de modo a que todos os requisitos descritos no ou nos contratos sejam salvaguardados. Após a fase anterior, deve-se proceder à formação dos profissionais, a qual deve ser documentada com os conteúdos programáticos, com os critérios de avaliação, com a participação, com a avaliação do treino e com a avaliação da eficácia, na medida em que os equipamentos apenas devem ser utilizados por profissionais comprovadamente treinados. Esta formação também deve ser prevista nas fases de planeamento/aquisição dos ativos e os adjudicantes questionados sobre a oferta do treino após a compra (OLIVEIRA V. , 2018).

Tradicionalmente, a decisão de compra de uma nova tecnologia baseia-se inteiramente na vontade de um ou vários médicos, sendo o impacto financeiro um fator secundário. No entanto, o processo de aquisição, quando realizado sem uma avaliação apropriada de requisitos e sem a cooperação de todos os agentes envolvidos, desde os utilizadores aos estrategas, passando pelos financeiros, pode resultar em compras que se afastam largamente das necessidades dos hospitais (FERREIRA C. , 2018).

O equipamento em estudo terá sido substituído por outro mais sofisticado em meados de janeiro de 2022, por isso este estudo faz todo o sentido.

CAPÍTULO 5 Proposta de Metodologia e vida económica

Neste capítulo irá ser descrita a organização na qual se aplicou a metodologia de avaliação e irá ser apresentada toda a informação referente à recolha, análise e crítica dos dados obtidos.

5.1. Recolha de dados

Os dados de degradação de alguns componentes ao longo do tempo contêm informação importante relativamente à fiabilidade dos mesmos. Caso a falha possa ser definida em relação ao nível de degradação, é possível construir um modelo de substituição e estimar a distribuição do tempo até à falha. O tratamento de dados relacionados com a degradação pode, onde pouca ou nenhuma falha é esperada, proporcionar a obtenção de mais informações, que os dados de tempo até à falha disponibilizados. A observação direta do processo de degradação, em vez dos ensaios acelerados usados para obter informações mais rápidas em testes de fiabilidade, permite modelar diretamente o mecanismo da causa da falha, sendo mais credível.

Para a criação e aplicação do modelo de apoio à substituição foi necessário passar por três fases principais, que são: (1) a definição do problema, (2) a estruturação do modelo e avaliação do impacto e (3) a análise dos resultados. Na definição do problema, caracterizou-se inicialmente o contexto de decisão, estabeleceram-se os limites e alcance da análise e identificaram-se os fatores envolvidos na análise e as suas principais motivações e objetivos. A questão fundamental nesta fase de estruturação foi identificar “qual era o problema”, tal como descrito no subcapítulo 1.2.

Do conjunto de equipamentos existente no Hospital, escolheu-se o ativo acelerador linear Oncor I. O objetivo era identificar ao máximo os benefícios, as características, as desvantagens e as falhas deste equipamento, para assim criar uma metodologia geral de substituição, que pudesse ser aplicada em outros equipamentos médicos hospitalares. Esta escolha foi efetuada juntamente com os Engenheiros Vítor Neto e Jorge Otero, do SIE. O critério escolhido na seleção foi a antiguidade, ou seja, selecionou-se o equipamento mais velho, que já apresentava consideráveis registos com manutenções, reparações, etc., e que futuramente iria ser substituído por um novo.

O histórico do equipamento foi recolhido com a colaboração dos Engenheiros Vítor Neto e Jorge Otero, do SIE, dado que os registos de manutenção e ficha do bem estavam informatizados no software. Na Tabela 3 estão referidas as características mais importantes relativos ao equipamento selecionado.

Tabela 3: Dados do equipamento em estudo. Elaboração própria.

Dados importantes do equipamento

<i>Equipamento</i>	Acelerador Linear Oncor I
<i>Marca</i>	Siemens
<i>Modelo</i>	Avant garde
<i>Nº série</i>	4311
<i>Serviço</i>	Radioterapia ext. - tratamento
<i>Contrato de Manutenção</i>	Manutenção e assistência técnica com substituição de peças a diverso equipamento siemens (contrato global de manutenção)
<i>MP</i>	Sim
<i>Garantia</i>	0 anos
<i>Estado de conservação</i>	Novo
<i>Data de aquisição</i>	31/03/2006
<i>Valor de aquisição</i>	2066183,90 €

É importante ter presente que à medida que os equipamentos vão sendo substituídos por outros tecnologicamente mais avançados, novas características técnicas devem ser consideradas, em detrimento de outras que se tornam obsoletas. Nesta situação concreta, que consiste na avaliação do Ciclo de Vida do acelerador linear, foram tidas em consideração as seguintes variáveis:

- Custo de aquisição (CA): 2066183,90 €;
- Custos de manutenção (CM): 10858,50 € (valor real)
- Custos de operação (CO): ver tabela 4;
- Valor de cessão (V_n): determinado por cálculo.

5.2. Custos operacionais (energéticos).

A Tabela 4 apresenta o histórico dos custos de operação do equipamento alvo deste estudo. Os custos de operação, neste caso, resumem-se aos custos energéticos, pelo que foi necessário recolher informação sobre consumos e potência do equipamento assim como a variação do preço da energia elétrica ao longo dos anos, estes valores foram retirados da base de dados da EUROSTAT.

Consideramos que o equipamento está em funcionamento 24 horas por dia, em que dessas 24 horas 6 tem um funcionamento normal, consumindo mais energia e as outras 16 horas funciona em modo “stand-by”, tendo um consumo mais reduzido. Para obtermos o valor dos custos operacionais realizamos os cálculos descritos no Anexo D.

Seria interessante considerarmos outros custos operacionais como alguns consumíveis como por exemplo: papel, tinteiros etc., mas uma vez que não obtivemos esses dados não os consideramos nos cálculos.

Da análise da Figura 33 e da Tabela 4 é possível verificar que em, aproximadamente, 17 anos de funcionamento os custos de operação quase duplicaram. Tal terá como principal justificação o aumento do preço da energia elétrica em Portugal desde 2006 até aos dias de hoje.



Figura 33: Evolução dos custos operacionais do acelerador linear do ano 2006 ao ano 2022.

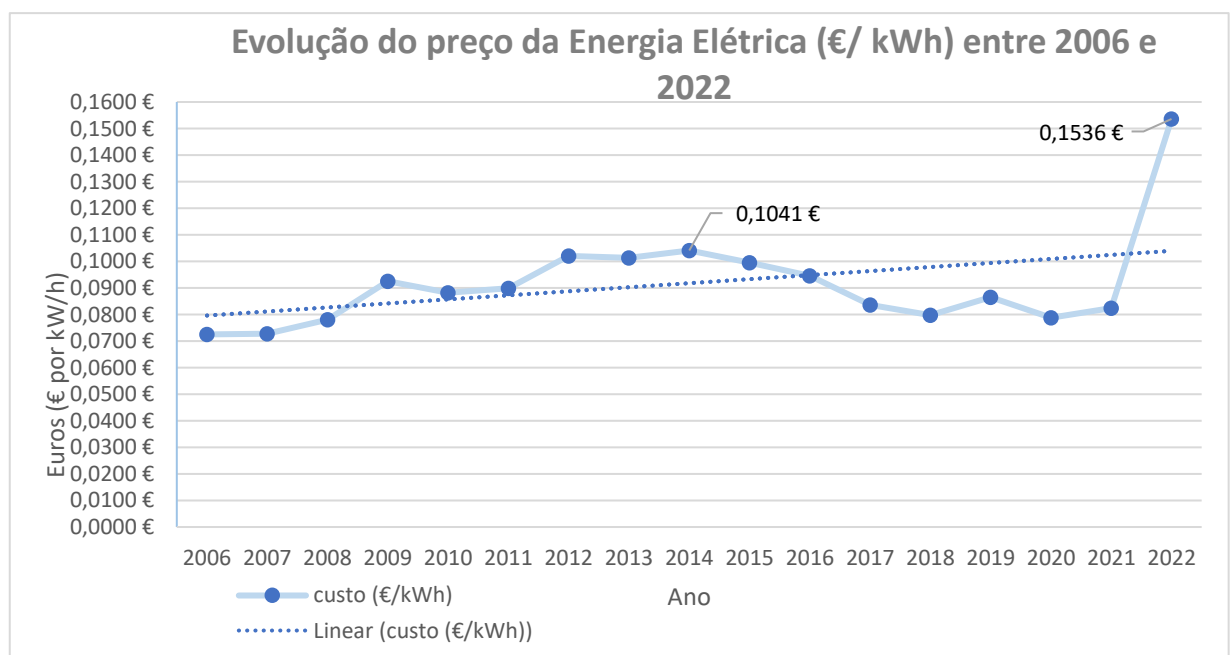


Figura 34: Evolução do preço da energia elétrica e/ Portugal entre 2006 e 2022 (EUROSTAT, 2023).

Tabela 4: Apresentação dos valores de custos operacionais do equipamento.

n	ANO	CUSTO ENERGIA (€/KW)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh)	CO (€)
1	2006	0,0725 €	23126,40	1 676,66 €
2	2007	0,0728 €	23126,40	1 683,60 €
3	2008	0,0782 €	23126,40	1 806,17 €
4	2009	0,0925 €	23126,40	2 139,19 €
5	2010	0,0882 €	23126,40	2 039,75 €
6	2011	0,0899 €	23126,40	2 079,06 €
7	2012	0,1021 €	23126,40	2 361,21 €
8	2013	0,1013 €	23126,40	2 342,70 €
9	2014	0,1041 €	23126,40	2 407,46 €
10	2015	0,0995 €	23126,40	2 301,08 €
11	2016	0,0946 €	23126,40	2 187,76 €
12	2017	0,0836 €	23126,40	1 933,37 €
13	2018	0,0798 €	23126,40	1 845,49 €
14	2019	0,0865 €	23126,40	2 000,43 €
15	2020	0,0788 €	23126,40	1 822,36 €
16	2021	0,0824 €	23126,40	1 905,62 €
17	2022	0,1536 €	23126,40	3 552,22 €

A Figura 34 mostra a evolução do preço da energia elétrica em Portugal desde 2006 até 2022 para consumidores não domésticos. Como é possível observar, o preço da energia elétrica é inconstante, observamos também que o preço por kWh foi aumentando até 2014, depois voltou a descer ligeiramente, aumentando quase para o dobro do ano 2021 para o ano 2022.

Como seria de esperar, o consumo de energia não é constante ao longo dos anos, este aumento está associado à atual situação geopolítica e pela guerra da Ucrânia.

5.3. Custos de manutenção

A eficácia do serviço de manutenção de uma empresa depende do grau de conhecimento que existe sobre os equipamentos. Este conhecimento deve ser canalizado para um meio que possa acompanhar a vida útil do equipamento e servir de apoio para o dia-a-dia do serviço de manutenção. A documentação técnica da manutenção serve de suporte para os intervenientes desempenharem as tarefas de acordo com as melhores práticas da arte. De acordo com (FERTUZINHOS, 2013) num serviço de manutenção, a documentação técnica pode incluir a documentação específica dos equipamentos:

- Especificações técnicas e literatura sobre os equipamentos;
- Documentos comerciais de aquisição (correspondência, garantia, representante local, entre outros);
- Manuais de operação, manutenção e lista de peças de reserva;
- Esquemas elétricos, pneumáticos, hidráulicos, entre outros;

- Notas da implantação do equipamento (fundações, ligações...);
- Desenhos técnicos das instalações.

Tendo em atenção a rápida evolução da tecnologia e a quantidade de EMHs disponíveis, é quase impossível às instituições de saúde não fazerem CM com organizações externas. No caso da Radioterapia, quem faz quase todo o tipo de manutenção nestes equipamentos são as próprias instituições que os comercializam, neste caso a Siemens Healthcare, Unipessoal, Lda. Como forma de diminuir os riscos (económicos, segurança, disponibilidade, qualidade) e os custos globais da atividade, deve-se fazer um CM que englobe todo o ciclo de vida do EMHs (OLIVEIRA V. , 2018).

O contrato celebrado entre a Siemens e o IPOFGC tem por objeto a prestação de serviços de manutenção, reabilitação e assistência técnica a equipamentos do serviço de medicina nuclear, radioterapia, cardiologia e radiologia, prestando os serviços de manutenção e assistência técnica com substituição de peças de acordo com o Caderno de Encargos, e com as Especificações Técnicas constantes do Anexo A ao presente contrato.

Este contrato é global, sendo que o valor estipulado anualmente engloba vários equipamentos comercializados pela Siemens Healthcare, ficando estes responsáveis pela manutenção dos mesmos.

Apenas tivemos acesso aos contratos a partir do ano 2016, mas o que se verificou foi que o valor da manutenção do equipamento em estudo não se alterou ao longo dos anos, por isso mesmo considerou-se o valor de custo de manutenção fixo, para a realização dos cálculos. Porém fez-se uma simulação com custos de manutenção variáveis, não fundamentados (Tabela 5), no sentido de analisarmos a importância dos contratos de manutenção e para discussão de resultados. A tabela 5 e a figura 35 apresenta os valores de custos de manutenção fixos e variáveis consideradas nos cálculos.

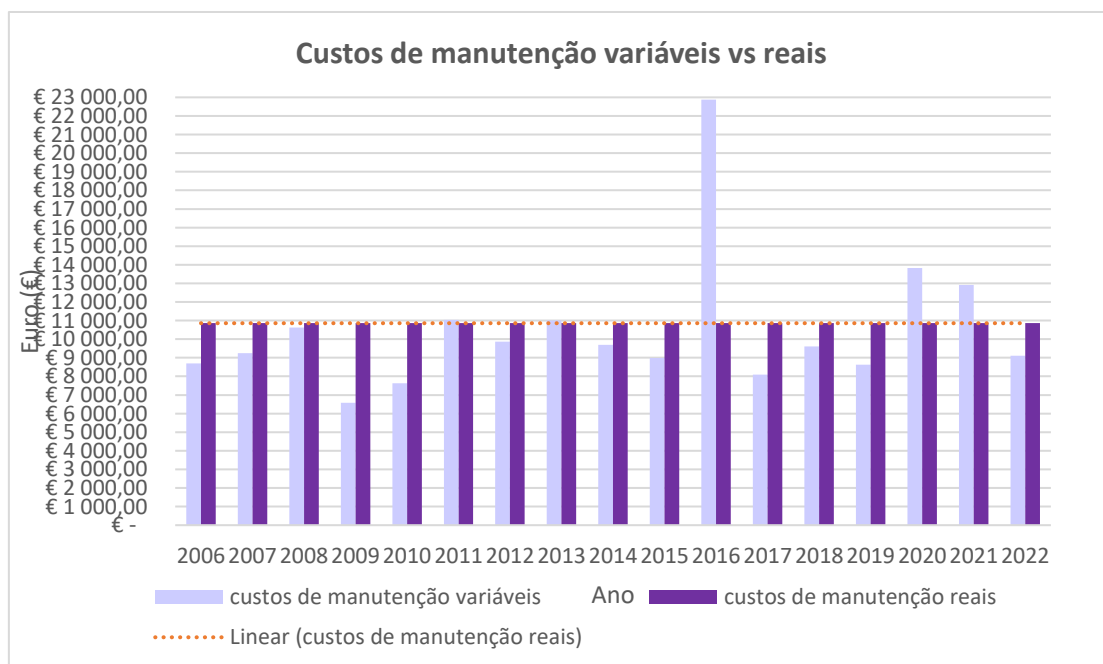


Figura 35: Valores de custos de manutenção fixos e variáveis considerados nos cálculos.

Tabela 5: Apresentação dos valores de custos de manutenção do equipamento.

<i>Ano</i>	<i>custos de manutenção variáveis</i>	<i>custos de manutenção reais</i>
2006	8 690,00 €	10 858,50 €
2007	9 245,00 €	10 858,50 €
2008	10 620,00 €	10 858,50 €
2009	6 572,00 €	10 858,50 €
2010	7 631,00 €	10 858,50 €
2011	11 030,00 €	10 858,50 €
2012	9 865,00 €	10 858,50 €
2013	10 999,00 €	10 858,50 €
2014	9 700,00 €	10 858,50 €
2015	8 985,00 €	10 858,50 €
2016	22 877,00 €	10 858,50 €
2017	8 100,00 €	10 858,50 €
2018	9 610,00 €	10 858,50 €
2019	8 633,00 €	10 858,50 €
2020	13 820,00 €	10 858,50 €
2021	12 905,00 €	10 858,50 €
2022	9 111,00 €	10 858,50 €

5.4. Métodos de depreciação – acelerador linear

A análise do Ciclo de Vida de Ativos físicos e, particularmente a tomada de decisão, como aquisição, substituição e alienação, devem suportar-se em métodos de análise de investimentos, como os apresentados no presente capítulo. Tais métodos utilizam como input, entre outros, o valor residual, que pode ser definido como sendo “a quantia estimada que uma entidade obteria correntemente pela alienação de um ativo, após dedução dos custos de alienação estimados, se o ativo já tivesse a idade e as condições esperadas no final da sua vida útil” (MEIRELES, 2018).

O Decreto Regulamentar n.º 25/2009, de 14 de setembro, corresponde ao regime regulamentar das depreciações e amortizações e estabelece métodos de depreciação adequados e taxas de depreciação e amortização para cada tipo de ativo imobilizado (MEIRELES, 2018).

Em alternativa e como também está previsto no Decreto mencionado no parágrafo anterior, existem métodos matemáticos alternativos que iremos detalhar no presente capítulo. São eles:

- Método linear
- Método da soma dos dígitos;
- Método exponencial.

5.4.1. Valor residual (VC_n)

O valor residual de um ativo técnico ao fim de determinado período de tempo é muito variável e depende do tipo de equipamento, da idade, da condição e da tecnologia incorporada. Para o presente trabalho e tendo em conta que o equipamento alvo de estudo tem 17 anos de idade, considerou-se que o valor residual de 56.000,00 €.

5.4.2. Método linear

Este método assume que o valor dos Ativos decresce a uma taxa constante. Para este método a quota anual de depreciação determinada é de 100.509,2 €. A Tabela 6 apresenta o valor residual obtido pelo método da linha reta ao longo dos anos de vida do equipamento.

Tabela 6: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método linear.

VALOR DE CESSÃO (V_n)		
n	ano	Método linear
1	2006	1 965 674,71 €
2	2007	1 865 165,51 €
3	2008	1 764 656,32 €
4	2009	1 664 147,12 €
5	2010	1 563 637,93 €
6	2011	1 463 128,73 €
7	2012	1 362 619,54 €
8	2013	1 262 110,34 €
9	2014	1 161 601,15 €
10	2015	1 061 091,95 €
11	2016	960 582,76 €
12	2017	860 073,56 €
13	2018	759 564,37 €
14	2019	659 055,17 €
15	2020	558 545,98 €
16	2021	458 036,78 €
17	2022	357 527,59 €

5.4.3. Método da soma dos dígitos

Este método considera que o ritmo de depreciação do ativo abranda ao longo do tempo, ou seja, nos primeiros anos aplica-se uma taxa de depreciação superior que vai depois diminuindo à medida que a vida útil do ativo avança.

Tabela 7: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método da soma dos dígitos

n	ano	VALOR DE CESSÃO (V _n)	
		Método linear	Método da Soma dos dígitos
1	2006	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €
2	2007	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €
3	2008	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €
4	2009	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €
5	2010	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €
6	2011	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €
7	2012	1 362 619,54 €	927 079,69 €
8	2013	1 262 110,34 €	802 639,73 €
9	2014	1 161 601,15 €	687 772,08 €
10	2015	1 061 091,95 €	582 476,74 €
11	2016	960 582,76 €	486 753,69 €
12	2017	860 073,56 €	400 602,95 €
13	2018	759 564,37 €	324 024,52 €
14	2019	659 055,17 €	257 018,39 €
15	2020	558 545,98 €	199 584,56 €
16	2021	458 036,78 €	151 723,04 €
17	2022	357 527,59 €	113 433,83 €

Observando a Tabela 7 é possível constatar que se trata de um método não linear e que a quota anual de depreciação diminui ao longo dos anos.

5.4.4. Método exponencial

À semelhança do método apresentado anteriormente, este também considera que a taxa de depreciação do ativo decresce ao longo da sua vida útil. Para este método a taxa de depreciação obtida ao fim dos 17 anos foi de aproximadamente 16,5 %.

Tabela 8: Valor de cessão do acelerador linear obtido pelo método exponencial.

VALOR DE CESSÃO (V_n)				
n	ano	Método linear	Método da Soma dos dígitos	Método Exponencial
1	2006	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €	1 725 122,45 €
2	2007	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €	1 440 359,42 €
3	2008	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €	1 202 601,75 €
4	2009	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €	1 004 090,33 €
5	2010	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €	838 346,85 €
6	2011	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €	699 962,36 €
7	2012	1 362 619,54 €	927 079,69 €	584 420,77 €
8	2013	1 262 110,34 €	802 639,73 €	487 951,43 €
9	2014	1 161 601,15 €	687 772,08 €	407 406,12 €
10	2015	1 061 091,95 €	582 476,74 €	340 156,29 €
11	2016	960 582,76 €	486 753,69 €	284 007,27 €
12	2017	860 073,56 €	400 602,95 €	237 126,67 €
13	2018	759 564,37 €	324 024,52 €	197 984,58 €
14	2019	659 055,17 €	257 018,39 €	165 303,60 €
15	2020	558 545,98 €	199 584,56 €	138 017,22 €
16	2021	458 036,78 €	151 723,04 €	115 234,95 €
17	2022	357 527,59 €	113 433,83 €	96 213,31 €

Através da análise da Tabela 8 é possível aferir que o método Linear de Depreciação apresenta uma diminuição mais lenta ao longo do tempo, o mesmo já não acontece com os outros dois métodos. É de salientar que se compararmos o método Soma de Dígitos com o método Exponencial, o Exponencial apresenta um decaimento muito mais acelerado do que o método Soma de Dígitos. Com o estudo anteriormente mencionado, foi possível tratar os dados relativos ao ciclo económico de substituição do acelerador linear, dados esses que podem ser observados na Figura 36.

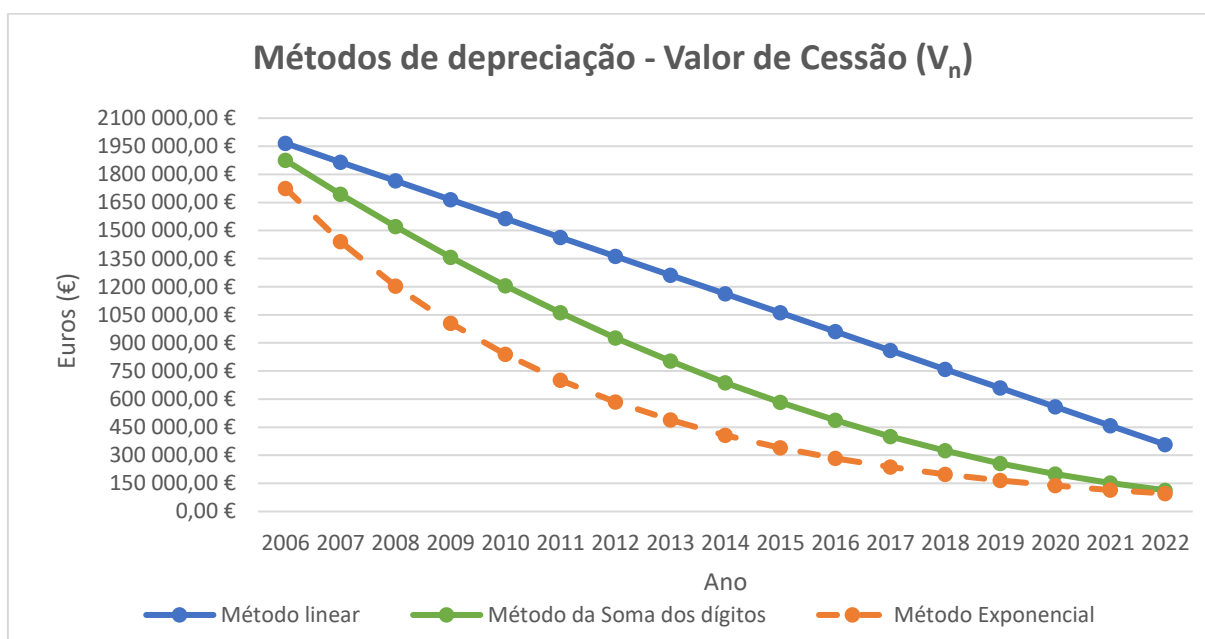


Figura 36: Comparação entre os três métodos de depreciação: linear, soma dos dígitos e exponencial

5.5. Métodos de substituição – acelerador linear

Nesta fase, após terem sido recolhidos todos os dados necessários e de ter sido calculado o valor residual pelos diferentes métodos de depreciação, é então possível determinar o ciclo económico de substituição do equipamento em estudo. Os valores monetários foram atualizados para o momento presente, considerando assim o valor temporal do dinheiro.

Neste subcapítulo apresenta-se a determinação do momento mais adequado para substituir um acelerador linear, utilizando modelos econométricos de substituição, tendo em consideração a influência de algumas variáveis. Para uma melhor compreensão da análise efetuada, apresentam-se alguns cálculos da determinação desse momento, remetendo-se para Anexo (D, E, F, G, H, I) os cálculos auxiliares dos modelos apresentados.

Nesta fase, foi importante a participação dos engenheiros, colaboradores e gestores do equipamento, na análise e recolha dos dados, pois melhor do que ninguém conhecem o equipamento e saberão que critérios são considerados mais importantes para o planeamento estratégico e económico do hospital e quais afetam diretamente o desempenho do equipamento. Alguns exemplos de critérios são: operação, manutenção, etc.

Primeiramente, os dados recolhidos foram analisados com uma taxa aparente variável, com uma taxa aparente constante (considerou-se uma taxa de 14%), ao longo dos anos e com um aumento gradual da taxa aparente, seguidamente foram analisados com custos de manutenção fixos e variáveis. Estas análises permitem verificar se a taxa aparente e a alteração dos custos de manutenção influenciam os resultados finais.

O período de estudo do acelerador linear foi de 17 anos, ultrapassando assim a vida útil considerada pelo fabricante (10 anos). Assim sendo, o estudo vai desde o momento da aquisição até a data do projeto, ou seja, a partir de 2016 (ano da aquisição) até 2022.

5.5.1. Valor Presente Líquido (VPL)

Este método permite avaliar a rentabilidade de um projeto de investimento através da soma de todas as entradas e saídas de dinheiro ao longo da vida útil do projeto, ou do equipamento.

Quando aplicado na perspetiva da análise de investimentos, o critério do VPL é útil na medida em que permite verificar a viabilidade económica do investimento e apoiar a tomada de decisão, devendo, para tal, utilizar-se os seguintes critérios de rejeição/seleção:

- Um projeto com $VPL > 0$ é aceite;
- Um projeto com $VPL < 0$ é rejeitado;
- Entre dois projetos escolhe-se o que tiver o maior VPL (MEIRELES, 2018).

Na Figura 37 é possível observar a evolução dos resultados obtidos para o acelerador linear, através da aplicação do método do VPL, admitindo que a mesma permanecerá em funcionamento.

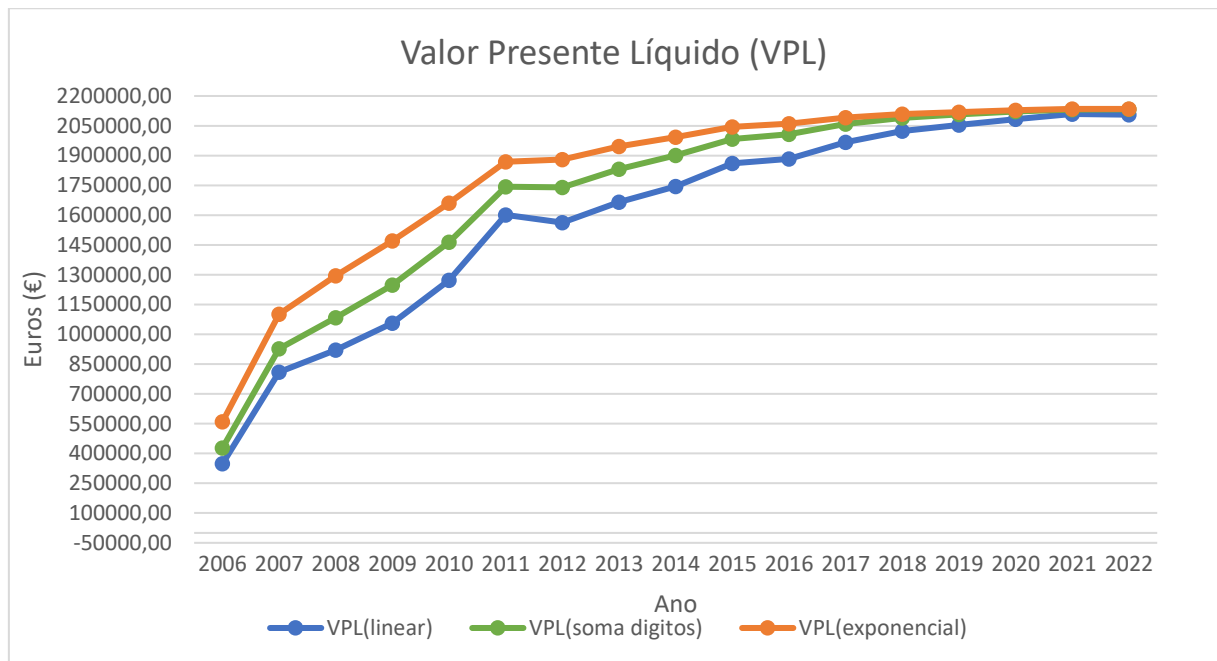


Figura 37: Evolução do VPL ao longo dos anos.

5.5.2. Método da renda anual uniforme (MRAU) com taxa aparente variável

O MRAU transforma os cash-flows decorrentes da utilização e operação do equipamento numa renda anual, mediante a aplicação de uma taxa de atualização, permitindo determinar o ano em que ocorre o menor custo, ou seja, o ano para o qual a renda do equipamento é mínima e que corresponde ao ano em que, idealmente, o ativo deveria ser substituído (MEIRELES, 2018).

No exemplo seguinte ilustra-se a determinação do ciclo de substituição do acelerador linear, cujos valores de aquisição, manutenção e exploração são valores reais, sendo considerada uma taxa aparente variável. O método utilizado é o da Renda Anual Uniforme (RAU_n).

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos através da aplicação do método da renda anual uniforme.

Sublinhado a cor verde estão assinalados os valores mínimos obtidos correspondentes ao período em estudo, no entanto podemos verificar que no ano 2016, sublinhado a cor amarela também obtivemos valores muito baixos, ou seja:

- Método Linear: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022);
- Método da soma dos dígitos: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022);
- Método exponencial: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022).

Tabela 9: Valores da RAU_n c/ taxa aparente variável para os três métodos de depreciação.

RAU_n TAXA VARIÁVEL

N	ano	Método linear	Método soma dos dígitos	Método exponencial
1	2006	395 698,32 €	486 635,21 €	636 250,58 €
2	2007	536 464,30 €	614 452,62 €	728 743,06 €
3	2008	400 658,21 €	471 231,58 €	563 161,68 €
4	2009	349 989,61 €	413 794,92 €	487 479,78 €
5	2010	364 383,71 €	419 439,57 €	475 625,54 €
6	2011	471 350,74 €	512 735,05 €	549 908,50 €
7	2012	360 598,42 €	401 624,42 €	433 901,44 €
8	2013	352 645,37 €	388 038,81 €	412 279,54 €
9	2014	341 009,66 €	371 634,24 €	389 754,89 €
10	2015	366 068,51 €	390 039,56 €	402 175,98 €
11	2016	329 916,31 €	351 734,57 €	361 070,36 €
12	2017	354 581,55 €	370 964,34 €	376 793,21 €
13	2018	371 542,93 €	383 747,48 €	387 279,33 €
14	2019	367 469,69 €	377 017,01 €	379 194,99 €
15	2020	376 595,66 €	383 450,95 €	384 626,74 €
16	2021	401 610,79 €	405 957,29 €	406 475,05 €
17	2022	326 579,38 €	330 794,36 €	331 091,72 €

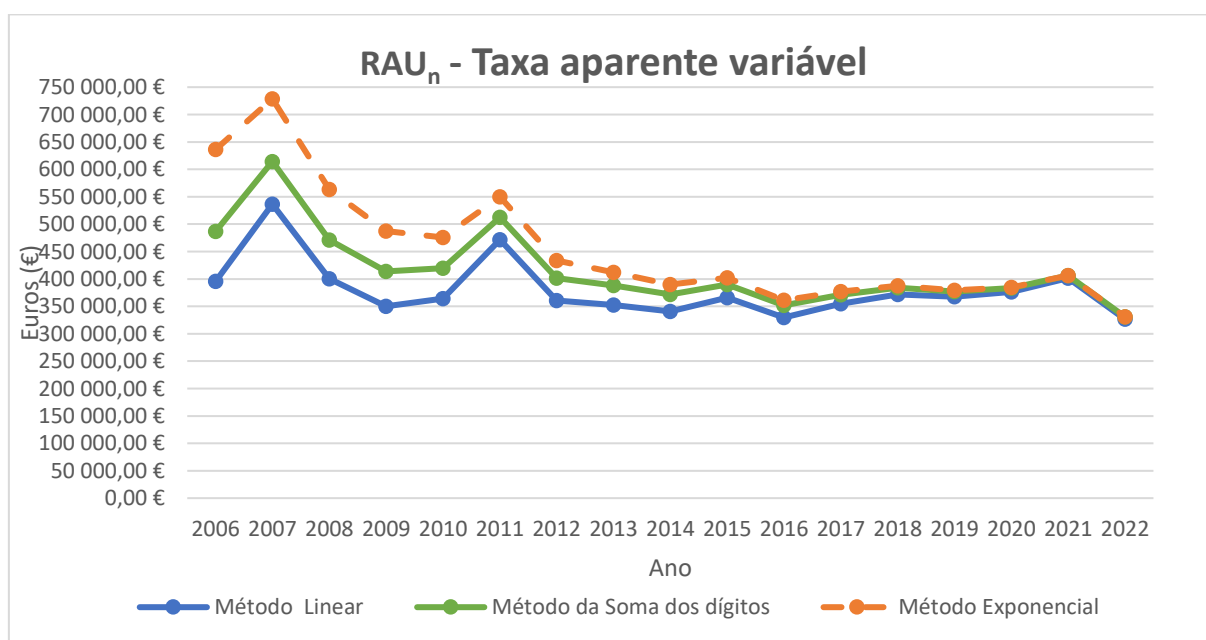


Figura 38: Resultados obtidos da RAU_n c/ os métodos de depreciação e taxa aparente variável.

A Figura 38 e Tabela 9 apresentam os resultados obtidos através da aplicação do método da renda anual uniforme, com a taxa aparente variável, sendo que foram remetidos os cálculos auxiliares para o Anexo E. Como é possível constatar através da aplicação destes métodos, existem ligeiros desvios nos valores por eles apresentados. Com a observação da Figura 39 constata-se que o decisor pode definir um momento para a substituição do acelerador em 2016, ou seja, é onde ocorrem valores mínimos dados pelo método da renda anual que transmite ao decisor a melhor altura de substituição do equipamento. Podemos referir, ainda, que a utilização de uma taxa aparente fixa ao longo dos anos poderá influenciar nos resultados finais obtidos (veremos nos capítulos seguintes).

5.5.3. Método da minimização do custo médio total (MCMT)

O segundo método de substituição utilizado para estudar o ciclo económico de substituição do acelerador linear, foi o Método da Minimização do Custo Médio Total com Redução ao Valor Presente. Este modelo permite determinar o menor custo médio de posse do equipamento e o respetivo ano em que ocorre, que corresponde ao momento ótimo de substituição. Não são considerados os custos de capital nem a taxa de inflação (MEIRELES, 2018).

Na Figura 39 é possível observar a evolução dos resultados obtidos ao longo dos anos.

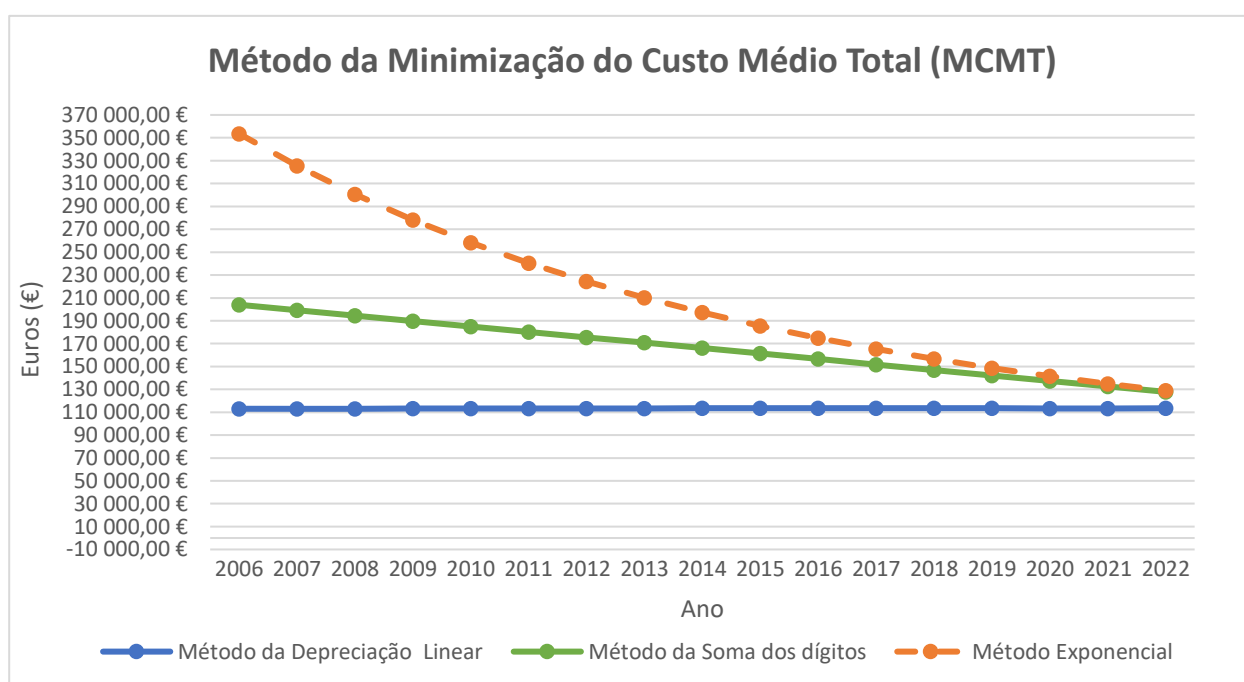


Figura 39: Resultados obtidos da MCMT c/ os métodos de depreciação.

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos através da aplicação do método da minimização do custo médio total.

Tabela 10: Valores da MCMT para os três métodos de depreciação.

MCMT				
N	ano	Método linear	Método soma dos dígitos	Método exponencial
1	2006	113 044,36 €	203 981,25 €	353 596,62 €
2	2007	113 047,83 €	199 198,57 €	325 450,87 €
3	2008	113 090,61 €	194 455,20 €	300 442,13 €
4	2009	113 194,68 €	189 773,11 €	278 208,88 €
5	2010	113 237,23 €	185 029,52 €	258 295,45 €
6	2011	113 272,15 €	180 278,28 €	240 466,55 €
7	2012	113 337,40 €	175 557,38 €	224 508,66 €
8	2013	113 384,03 €	170 817,85 €	210 153,89 €
9	2014	113 427,49 €	166 075,16 €	197 226,93 €
10	2015	113 451,61 €	161 313,14 €	185 545,18 €
11	2016	113 461,05 €	156 536,42 €	174 967,92 €
12	2017	113 447,72 €	151 736,94 €	165 359,96 €
13	2018	113 429,68 €	146 932,75 €	156 628,13 €
14	2019	113 425,28 €	142 142,20 €	148 693,25 €
15	2020	113 409,60 €	137 340,36 €	141 444,85 €
16	2021	113 401,08 €	132 545,69 €	134 826,20 €
17	2022	113 490,43 €	127 848,88 €	128 861,85 €

Sublinhado a cor verde estão assinalados os valores mínimos correspondentes ao período em estudo, ou seja:

- Método Linear: valores lineares;
- Método da soma dos dígitos: mínimo aos 17 anos (2022);
- Método exponencial: mínimo aos 17 anos (2022).

Pode constatar-se, quer pela tabela 10, quer pela figura 39, que não se atinge o menor custo médio de posse do equipamento e não é evidente o período em que ocorre, ou seja através do estudo previamente realizado, este método não iria trazer nenhuma resposta.

Pela aplicação do método de depreciação linear, o decisor pode verificar que nem sequer existe um decréscimo e os valores mantem-se constantes ao longo do tempo. Os cálculos para este método podem ser verificados no Anexo F.

5.5.4. Método da minimização do custo médio total com redução ao valor presente (MCMT-RVP) com taxa aparente variável

Como já referido anteriormente, decidiu-se também estudar e apresentar o ciclo económico de substituição do acelerador linear, segundo o Método da Minimização do Custo Médio Total com Redução ao Valor Presente, utilizando os dados anteriores.

O MCMT-RVP é idêntico ao anterior, com a exceção de que este tem em consideração os custos de capital e a taxa de inflação. Os diversos valores de manutenção e valor residual ao longo dos anos são reduzidos ao seu valor presente (MEIRELES, 2018).

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos através da aplicação do método da minimização do custo médio total com redução ao valor presente.

Tabela 11: Valores da MCMT c/ taxa aparente variável para os três métodos de depreciação.

MCMT-RVP - TAXA VARIÁVEL

N	ano	Método linear	Método soma dos dígitos	Método exponencial
1	2006	348 080,86 €	428 074,60 €	428 074,60 €
2	2007	405 214,42 €	464 122,34 €	464 122,34 €
3	2008	307 057,31 €	361 143,48 €	361 143,48 €
4	2009	264 059,80 €	312 199,56 €	312 199,56 €
5	2010	254 412,22 €	292 852,14 €	292 852,14 €
6	2011	266 990,76 €	290 432,39 €	290 432,39 €
7	2012	223 271,59 €	248 673,65 €	248 673,65 €
8	2013	208 123,14 €	229 011,53 €	229 011,53 €
9	2014	193 817,36 €	211 223,25 €	211 223,25 €
10	2015	186 150,24 €	198 339,80 €	198 339,80 €
11	2016	171 159,49 €	182 478,72 €	182 478,72 €
12	2017	163 961,56 €	171 537,10 €	171 537,10 €
13	2018	155 670,23 €	160 783,73 €	160 783,73 €
14	2019	146 705,31 €	150 516,90 €	150 516,90 €
15	2020	138 911,43 €	141 440,08 €	141 440,08 €
16	2021	131 843,93 €	133 270,84 €	133 270,84 €
17	2022	123 849,66 €	125 448,12 €	125 448,12 €

A coluna de cor verde assinala os valores mínimos obtidos no período definido em estudo, ou seja:

- Método Linear: mínimo aos 17 anos (2022);

- Método da soma dos dígitos: mínimo aos 17 anos (2022);
- Método exponencial: mínimo aos 17 anos (2022).

Na Figura 40 é possível observar a evolução dos resultados obtidos ao longo dos anos.

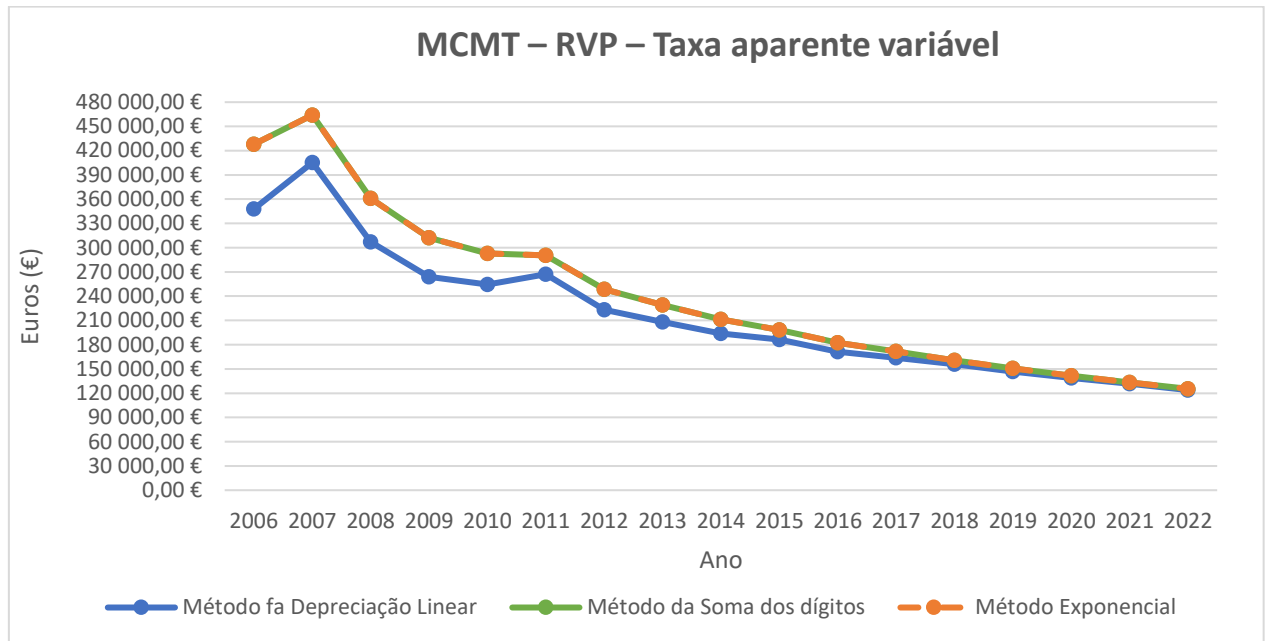


Figura 40: Resultados obtidos da MCMT-RVP c/ os métodos de depreciação e taxa aparente variável.

A Figura 40 e a tabela 11 apresentam os resultados obtidos através deste sendo método que foram remetidos os cálculos auxiliares para o Anexo G.

Através da aplicação deste método, é possível verificar que não há nenhum momento onde o custo médio do equipamento seja mínimo. Posto isto, como não foi possível observar tal facto, não é possível indicar qual a melhor altura para substituir o equipamento através deste método.

5.5.5. Método da renda anual uniforme (RAU_n) com taxa aparente fixa

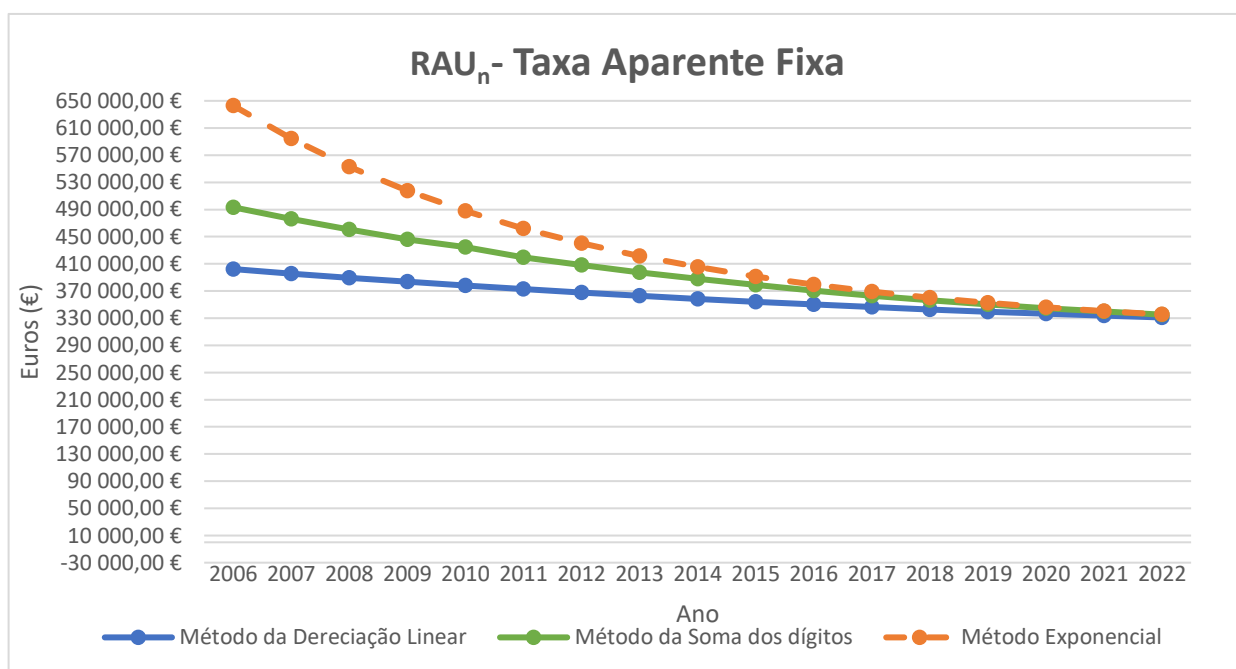
A coluna de cor verde da Tabela 12 assinala os valores mínimos obtidos no período definido em estudo, ou seja:

- Método Linear: mínimo aos 17 anos (2022);
- Método da soma dos dígitos: mínimo aos 17 anos (2022);
- Método exponencial: mínimo aos 17 anos (2022).

Tabela 12: Valores da RAU_n c/ taxa aparente fixa para os três métodos de depreciação.

RAU _n - TAXA APARENTE FIXA				
N	ano	Método linear	Método soma dos dígitos	Método exponencial
1	2006	402 310,11 €	493 247,00 €	642 862,36 €
2	2007	395 737,98 €	476 252,69 €	594 245,50 €
3	2008	389 505,09 €	460 470,83 €	552 912,05 €
4	2009	383 623,06 €	445 867,48 €	517 749,76 €
5	2010	377 990,02 €	434 536,60 €	487 714,62 €
6	2011	372 643,66 €	419 745,28 €	462 054,32 €
7	2012	367 604,12 €	408 193,11 €	440 126,31 €
8	2013	362 833,61 €	397 555,82 €	421 336,82 €
9	2014	358 334,92 €	387 792,11 €	405 222,01 €
10	2015	354 092,24 €	378 843,13 €	391 374,37 €
11	2016	350 100,66 €	370 662,13 €	379 460,16 €
12	2017	346 348,73 €	363 197,21 €	369 191,77 €
13	2018	342 835,80 €	356 408,82 €	360 336,68 €
14	2019	339 559,45 €	350 257,30 €	352 697,76 €
15	2020	336 500,73 €	344 688,27 €	346 092,55 €
16	2021	333 655,89 €	339 664,36 €	340 380,08 €
17	2022	331 040,58 €	335 169,53 €	335 460,82 €

Na Figura 41 é possível observar a evolução dos resultados obtidos ao longo dos anos.


Figura 41: Resultados obtidos da RAU_n c/ os métodos de depreciação e taxa aparente fixa.

A Figura 41 e a Tabela 12 apresentam os resultados obtidos através da aplicação do método da renda anual uniforme, sendo que foram remetidos os cálculos auxiliares para o Anexo H.

Pode aferir-se que os três métodos de depreciação seguem a mesma trajetória e são muito semelhantes seguindo valores mais lineares, ao contrário do que aconteceu com o mesmo método, mas com uma taxa aparente variável. No entanto, é possível constatar que se torna difícil o decisor definir um momento exato para a substituição do acelerador linear, visto que não foi possível obter um momento onde a renda anual fosse mínima, os valores foram sempre decrescendo.

Tal como nos métodos anteriores este não nos trouxe nenhuma resposta em reação ao ponto médio de substituição, podemos verificar isso através da análise da Tabela 12 e da Figura 41.

5.5.6. Método da renda anual uniforme (MRAU) com taxa aparente variável e custos de manutenção variáveis.

Tabela 13: Valores da RAU_n c/ taxa aparente variável e custos de manutenção

RAU_n – TAXA VARIÁVEL- CM VARIÁVEIS

N	ano	Método linear	Método soma dos dígitos	Método exponencial
1	2006	393 529,82 €	484 466,71 €	634 082,08 €
2	2007	534 471,28 €	612 459,60 €	726 750,04 €
3	2008	399 279,72 €	469 853,08 €	561 783,19 €
4	2009	348 046,55 €	411 851,86 €	485 536,71 €
5	2010	362 208,94 €	417 264,80 €	473 450,77 €
6	2011	469 134,52 €	510 518,82 €	547 692,28 €
7	2012	358 767,00 €	399 793,00 €	432 070,02 €
8	2013	350 974,98 €	386 368,42 €	410 609,15 €
9	2014	339 393,00 €	370 017,58 €	388 138,23 €
10	2015	364 348,43 €	388 319,48 €	400 455,91 €
11	2016	328 937,02 €	350 755,27 €	360 091,07 €
12	2017	353 476,04 €	369 858,83 €	375 687,70 €
13	2018	370 381,70 €	382 586,26 €	386 118,11 €
14	2019	366 285,22 €	375 832,53 €	378 010,52 €
15	2020	375 455,68 €	382 310,98 €	383 486,76 €
16	2021	400 439,01 €	404 785,52 €	405 303,28 €
17	2022	325 594,52 €	329 809,50 €	330 106,86 €

Sublinhado a cor verde estão assinalados os valores mínimos obtidos correspondentes ao período em estudo, no entanto podemos verificar que no ano 2016, sublinhado a cor amarela também obtivemos valores muito baixos, ou seja:

- Método Linear: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022);
- Método da soma dos dígitos: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022);
- Método exponencial: mínimo aos 11 (2016) ou aos 17 anos (2022).

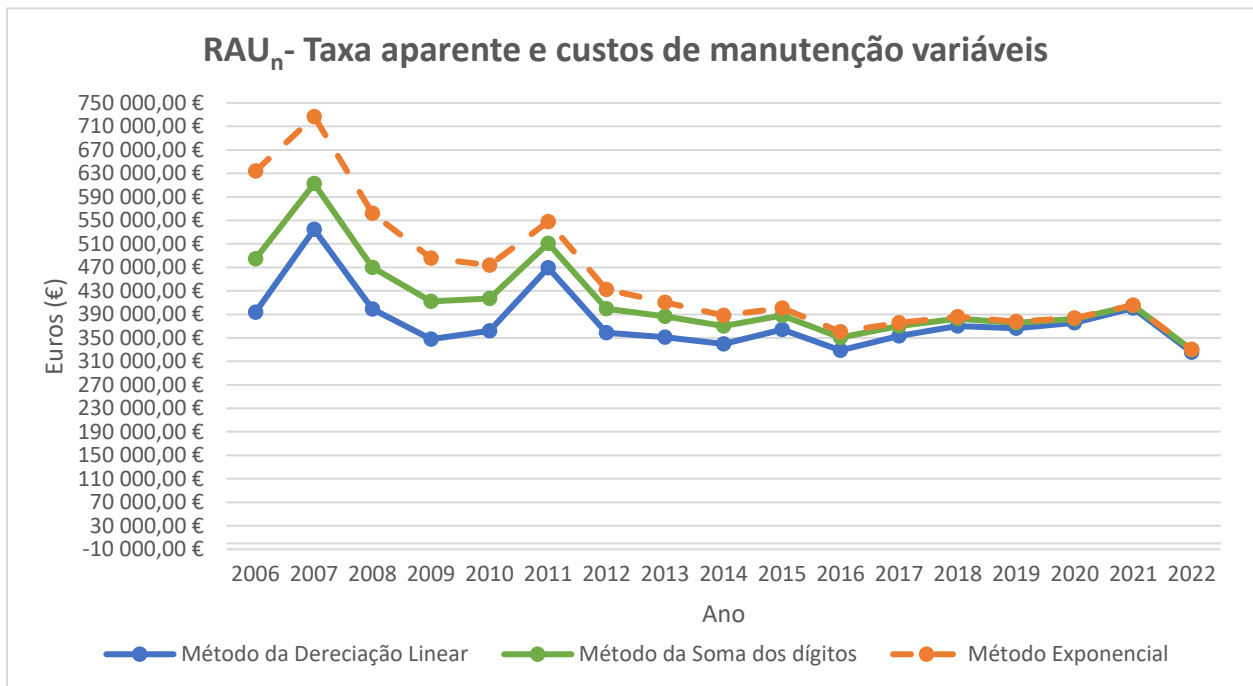


Figura 42: Resultados obtidos da RAU_n, taxa aparente e custos de manutenção variáveis.

A Figura 42 e Tabela 13 apresentam os resultados obtidos através da aplicação do método da renda anual uniforme, com a taxa aparente variável, sendo que foram remetidos os cálculos auxiliares para o Anexo I.

Podemos constatar através da aplicação destes métodos, que existem ligeiros desvios nos valores por eles apresentados. Com a observação da Figura 42 o decisor pode definir um momento para a substituição do acelerador em 2016, pois apresentam valores mais baixos dados pelo método da renda anual.

Podemos referir, ainda, que o fato de os valores de manutenção serem variáveis faz com que o valores do gráfico seja mais irregular e aparecendo por vezes picos ao qual podemos considerar se será uma boa altura para a substituição do equipamento. Posto isto será importante manter um CM com valores fixos e mais baixos possível.

Em suma, através da aplicação do método RAU_n apresentado neste projeto e dos resultados obtidos, com taxa aparente variável, observa-se que podemos sugerir como o melhor momento de substituição do acelerador linear o ano de 2016. O mesmo não acontece quando usamos uma taxa aparente fixa, pois remete para a substituição do equipamento no ano 2022 ou nos anos seguintes pois não conseguimos afirmar se já atingimos o real ponto de substituição.

Para os outros dois métodos utilizados (MCMT e MCMT – RVP) os resultados obtidos foram mais lineares sem grandes irregularidades, não nos trazendo nenhuma resposta em relação ao ponto médio de substituição.

Em relação aos custos de manutenção não existem grandes diferenças sendo estes valores fixos ou variáveis, no entanto quando fixos faz com que os custos sejam mais estáveis e quanto mais baixo o seu valor menor será o custo.

5.6. Influência das Taxa de inflação, capitalização e aparente no Tempo de Substituição

Este capítulo aborda a influência das Taxas de inflação, capitalização e aparente na determinação do ciclo económico de substituição do acelerador linear, no sentido de estudar o seu efeito ao longo do seu ciclo de vida.

A taxa de inflação reflete as variações que os preços experimentam num determinado período, num determinado local. Aumentos generalizados nos preços de bens e serviços são chamados inflação, então a taxa determina o quão alta é essa inflação. Medir este valor permite-nos medir o poder de compra (BANCODEPORTUGAL, 2019). Para considerar os custos a reunir de forma apropriada na análise do CCV, foi utilizada a taxa de inflação (ou taxa de variação do índice de preços no consumidor) total, relativa ao setor da “Saúde”. Após anos de inflação baixa, com exceção de 2007, em 2021, a inflação atingiu o seu nível mais elevado em 13 anos. São três as principais razões: a rápida reabertura da economia, os preços mais altos dos produtos energéticos que fazem subir a inflação e o que os estatísticos designam “efeitos de base”.

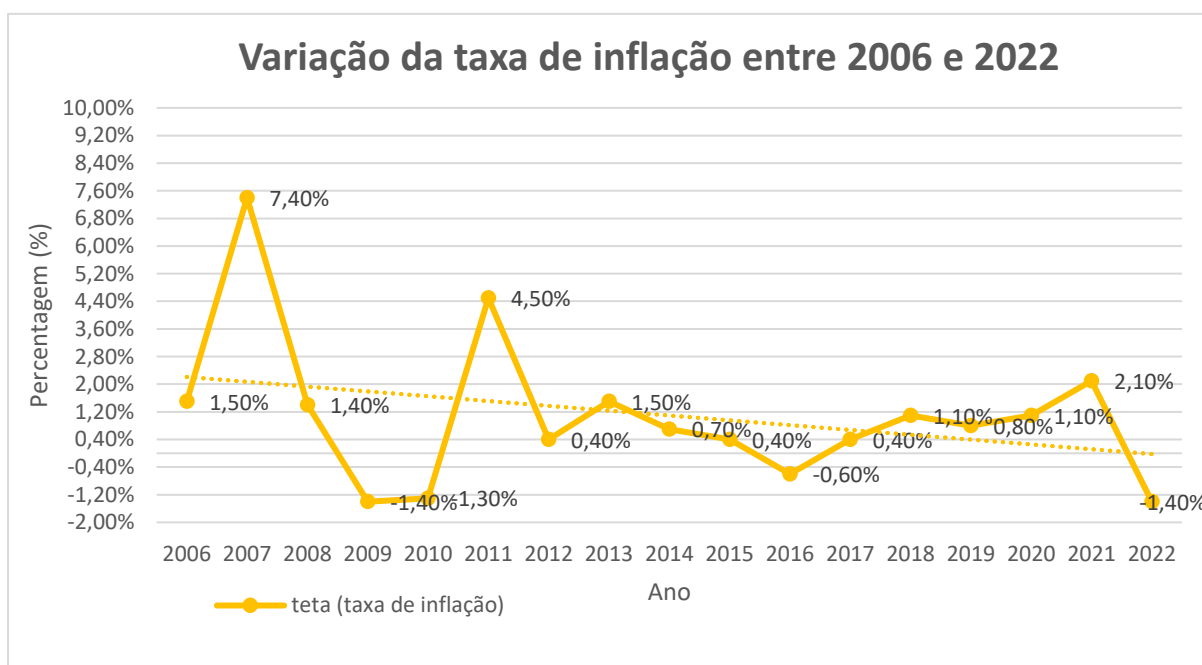


Figura 43: Variação da taxa de inflação entre 2006 e 2022. (PORDATA, 2022)

A Figura 43 apresenta o gráfico da variação das taxas de inflação em Portugal entre 2006 e 2022, que corresponde ao período de estudo usado em todos os modelos utilizados.

O indicador que é usado para estudar o retorno que uma aplicação pode trazer, tem o nome de taxa de capitalização, é através dele que o investidor consegue verificar em quanto tempo terá o retorno total de uma aplicação e saber qual o investimento que vale mais a pena. Sendo que, vários fatores podem interferir o seu resultado, como, por exemplo, inflação e o tipo de ativo (iSARDINHA, 2021).

A Figura 44 ilustra a variação das taxas de capitalização em Portugal no intervalo precedente de anos.

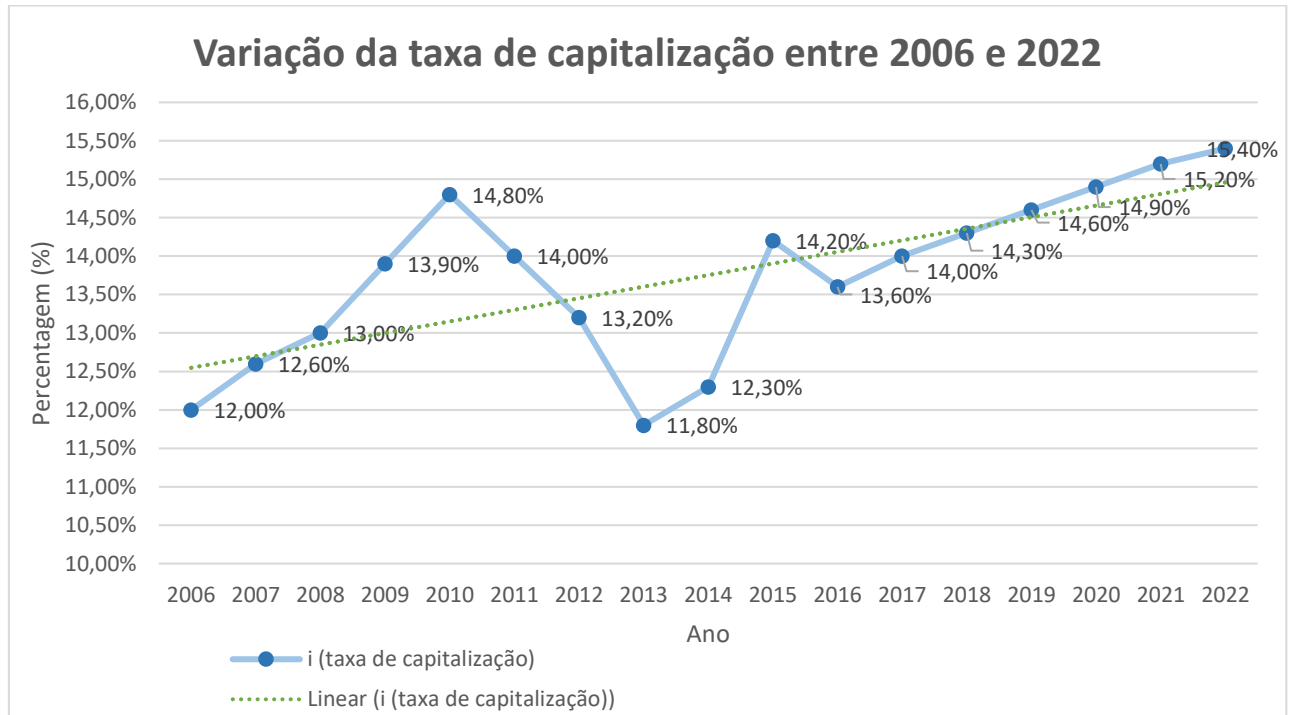


Figura 44: Variação da taxa de capitalização em Portugal entre 2006 e 2022.

A taxa aparente também denominadas como taxa nominal, é os juros divulgados pelo mercado. Por exemplo se investirmos num equipamento com rendimento de 10 % ao ano, esses 10% são a taxa aparente deste investimento. Desta forma antes de investir num equipamento é importante analisar o potencial do ativo olhando para a taxa aparente informada na contratação e a projeção da inflação para o período. Se a taxa aparente for positiva, ou seja, a taxa aparente for maior do que a taxa de inflação, ele estará aumentando o seu capital e o seu poder de compra. O benefício alcançado através da amortização acelerada reflete-se, como é evidente, num aumento da taxa de capitalização interna do bem do equipamento (ALMEIDA, 1960).

Por fim, ilustra-se a evolução ou variação da taxa aparente, resultante das duas variáveis precedentes, para aquele intervalo de tempo (Figura 45).

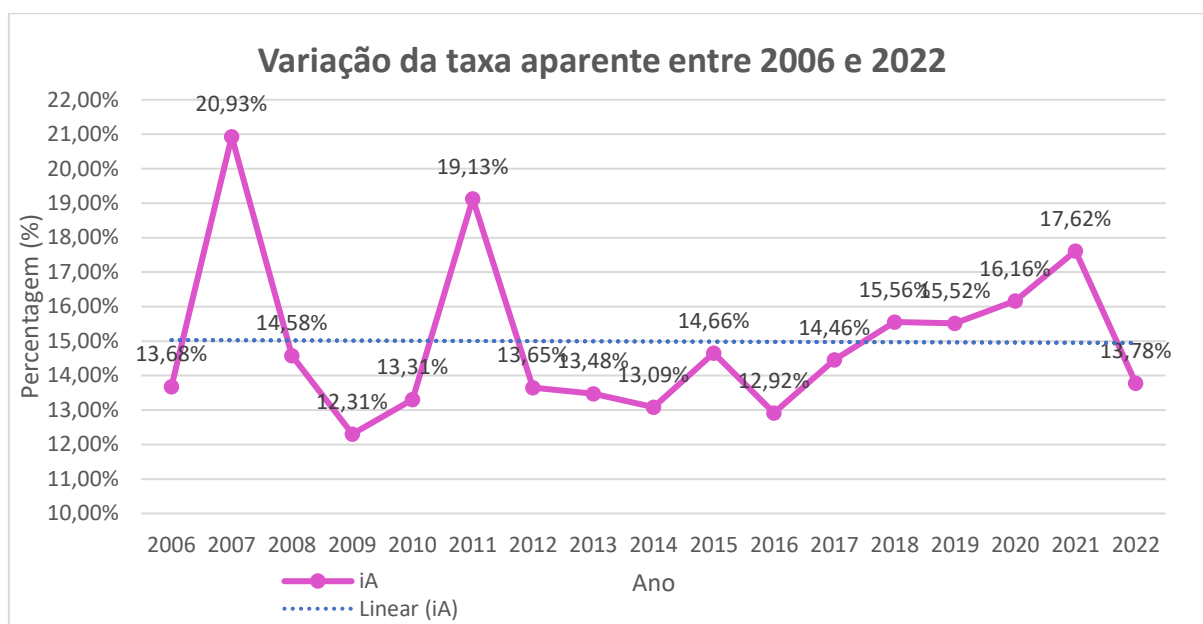


Figura 45: Variação da taxa aparente em Portugal entre 2006 e 2022.

Na Figura 45 verifica-se a elevada influência da taxa aparente nos modelos econométricos de substituição. Pode também constatar-se que o aumento ou a diminuição da taxa aparente ao longo dos anos faz variar o ponto de substituição. Tendo também em consideração a mesma figura, o ponto de substituição pode variar 5 anos, isto é, o ponto de substituição é de 12 anos se houver um incremento ao longo dos anos da taxa aparente. Caso contrário, se for considerado um decaimento dessa mesma taxa, o ponto de substituição situa-se nos 18 anos. Como já foi referido atrás, é também notório o aumento da renda anual uniforme do ativo (acelerador linear). Deste modo, pode afirmar-se que o período de substituição varia de forma considerável com a taxa aparente, influenciando o resultado e a decisão final do gestor hospitalar.

5.7. Implicação dos modelos para o IPOCFG E.P.E.

O objetivo consiste em promover, no Hospital, uma gestão eficaz do seu inventário de equipamentos (ativos físicos), melhorando a identificação atual daqueles que devem de ser substituídos, caracterizada pela falta de metodologia e critérios. Para desenvolver um modelo que melhor se adequasse ao contexto do IPOCFG, foi necessário estudar a instituição, sobretudo as suas particularidades, objetivos, necessidades e perspetivas. De uma forma geral, este Hospital é uma instituição de saúde de referência no país, que se especializa na área da radioterapia.

A otimização dos processos de aquisição, manutenção e abate de ativos, na área da saúde, é de extrema importância, pois a falta de gestão e simples intuição nestes processos levam ao desperdício de recursos ou no mínimo ao distanciamento do aproveitamento da capacidade potencial máxima ao qual a instituição deve extrair dos seus ativos.

CAPÍTULO 6 Conclusões, Limitações e Trabalhos Futuros

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões do presente trabalho, os contributos efetuados no âmbito deste trabalho para a organização, bem como possíveis trabalhos e próximos passos a realizar pela organização.

6.1. Conclusões

OS Equipamentos Médico-Hospitalares (EMHs) são atualmente os ativos físicos mais importantes para os hospitais, tanto no seu aspeto financeiro quanto operacional. Esses são indispensáveis para a entrega de qualidade dos serviços de assistência hospitalar. Inovações na área de tecnologias de saúde impactam diretamente na assertividade e segurança de diagnósticos e tratamentos de pacientes, entretanto também podem ser as principais fontes de desperdício de capital quando não possuem uma gestão eficiente.

Os recursos financeiros na saúde tal como noutros setores são escassos, principalmente depois da crise económica que foi transversal a grande parte dos países do nosso planeta. Isto condiciona os gestores e obriga-os a definirem estratégias consistentes, dado que as aquisições de hoje vão influenciar o futuro das instituições de saúde. Isto acontece, porque grande parte dos orçamentos anuais destas são consumidos pelos custos de operação (utilização) e de manutenção associados a estes dispositivos.

É cada vez mais importante a aquisição de tecnologia adequada, mas tendo também em atenção uma poupança sustentável nos custos totais do ciclo de vida dos EMHs adquiridos. Para isso, é necessário fazer um estudo alargado a todas as áreas através da gestão dos EMHs na qual os Engenheiros podem e devem ter uma função preponderante.

A manutenção hospitalar ainda tem sido encarada como um serviço de importância secundária, em muitos casos, isto porque muitas vezes os hospitais ou outros serviços não percebem a importância da manutenção preventiva nos equipamentos como forma de redução dos seus custos, desconhecendo o facto de redução do tempo de vida útil de um equipamento que não é realizada manutenção preventiva periodicamente. Por vezes constroem-se hospitais, instalam-se os equipamentos, colocam-se em funcionamento e só posteriormente é ativado o serviço de manutenção. Por isso, é necessário implementar cada vez mais novos desafios e projetos na área da intervenção nos equipamentos médicos.

Outro ponto a realçar é que os fabricantes de dispositivos médicos e produtos para cuidados de saúde, devem prestar cada vez maior atenção à qualidade dos seus produtos e dos seus processos operacionais, adotando tecnologias avançadas e transformando em inovação acessível, porque isso acaba por ser crucial em qualquer comercialização e funcionamento adequado dos equipamentos médicos, garantindo a satisfação dos profissionais de saúde e a melhoria na qualidade de serviços prestados.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) os equipamentos de Radiologia devem ser substituídos mais ou menos a cada 10 anos, dependendo do estado geral do mesmo (manutenção e utilização). No entanto, normalmente nos hospitais portugueses, a política de substituição consiste no uso dos dispositivos até ao fim da sua “vida física” sem haver planificação, o que dificulta uma eficiente gestão de recursos (OLIVEIRA V. , 2018).

A seleção/aquisição dos EMHs deve ser realizada segundo um Caderno de Encargos (CE) e respetivos Custos Manutenção (quando se justifique), elaborados e quantificados durante todo o Ciclo de Vida (CV) dos dispositivos para se poder estabelecer com maior certeza os custos totais, uma vez que este pode e deve ser um critério determinante na seleção.

Os serviços de suporte e assistência técnica têm como objetivo fornecer um conjunto alargado de serviços, que garantam uma atualização contínua e uma ótima performance durante toda a sua vida útil. Uma manutenção adequada protege o valor do capital investido e assegura a disponibilidade. Na seleção/aquisição de EMHs, os custos de aquisição na grande maioria dos casos são um fator decisivo e por vezes o único a ter em linha de conta nos “concursos” (OLIVEIRA V. , 2018). Este trabalho é um bom exemplo de que os custos de aquisição devem ser um fator a ter em conta (custo inicial), mas não preponderante na decisão. Deve, sim, ser relacionado com todos os outros custos (manutenção, operacionais, etc.), e por último com o Custo do Ciclo de Vida (CCV).

O que se pretende justificar com este trabalho é que não existem dispositivos inúteis e de má qualidade quer física, técnica ou operacional, mas sim gestores de tecnologia que em muitos casos não têm a capacidade de adequar os dispositivos a cada situação, o que muitas vezes se traduz num problema para os serviços e consequentemente para a rentabilidade do dispositivo. Pretende-se também utilizar um método que contabilize os CCV dos EMHs através de critérios e subcritérios e que hierarquize as alternativas em função destes, de modo a facilitar a decisão dos gestores na seleção/aquisição dos mesmos. A metodologia desenvolvida poderá ser um contributo relevante para uma análise direcionada para a componente económica de um ativo. Pode ainda ter um papel relevante na promoção da sustentabilidade do ativo em causa. Os resultados obtidos demonstram que a metodologia proposta neste documento é passível de ser aplicada a vários tipos de equipamentos.

Para se poder iniciar a execução do presente trabalho foi necessário efetuar um estudo exaustivo do que representa e o que envolve uma filosofia de gestão de ativos. Foi necessário o estudo da PAS 55, bem como dos conceitos que completam esta especificação, como o CCV de um Ativo ou Gestão de Risco e principalmente a estrutura de um sistema de gestão de ativos.

Nos cálculos dos CCV é importante ter conhecimentos do que se perspetiva no que diz respeito à economia global, para identificar possíveis alterações que possam influenciar os custos dos equipamentos ou quebras de faturação a médio longo prazo, entre outros fatores.

Iniciou-se por um estudo sobre o equipamento e a partir desse ponto foi sugerido a aplicação de métodos multicritério levando em consideração aspetos quantitativos e qualitativos, nomeadamente, o método da Renda Anual Uniforme (RAU), da Minimização do Custo Médio Total (MCMT) e da Minimização do Custo Médio Total com Redução ao Valor Presente (MCMT-RVP). Considera-se, ainda, a influência das variáveis endógenas e exógenas,

nomeadamente a taxa de inflação, de capitalização, valor residual, etc. Foi proposta uma ferramenta simples e intuitiva, desenvolvida no Microsoft Excel.

Neste contexto, verificou-se que, através dos modelos econométricos estudados, pode obter-se o momento mais adequado para a substituição do Acelerador Linear (AL), através do RAU_n , com taxa aparente variável, observou-se que o melhor momento seria o ano de 2016; no entanto, quando a taxa aparente é fixa, o mesmo já não acontece. Pelos restantes métodos não foi possível obter um momento onde a renda anual fosse mínima, os valores foram sempre decrescendo.

Verificamos também que é importante mantermos contratos de manutenção com os seus fabricantes de valores fixos e mais baixos possível. Por último constatamos que o maior consumo de energia elétrica ocorria nos últimos anos, muito devido a atual situação geopolítica e pela guerra da Ucrânia, aumentando os valores de custos operacionais.

6.2. Limitações de um estudo ACV

Durante a aplicação da metodologia ao caso de estudo foram algumas as dificuldades, algo que é próprio da natureza do trabalho académico-científico, principalmente relacionadas a dificuldade de acesso à informação necessária (dados históricos). Aliar a disponibilidade dos colaboradores e a minha foi tarefa árdua, mas conseguiu-se chegar a um acordo entre as partes relevantes para a realização de todo este processo.

Os registos de encargos económicos são informações sensíveis, e, além disso, a complexidade da instituição faz com que diferentes encargos e documentações sejam da responsabilidade de diferentes entidades. Outra tarefa complexa foi conhecer e analisar os custos de energia (elétrica), devido ao fato de não existir algo que monitorize ao certo o seu consumo e a impossibilidade de obter dados operacionais e históricos.

6.3. Perspetivas Futuras

A evolução significativa que se tem verificado nos últimos tempos nos equipamentos hospitalares deve-se à necessidade de incorporar tecnologias cada vez mais seguras, e por vezes complexas, e às exigências de segurança, de performance, de sistemas de redução de falhas e de redução de custos com a manutenção.

Para gerir eficazmente o seu investimento, identificar prioridades e objetivos (de acordo com um plano estratégico) e maximizar o retorno financeiro, os hospitais necessitam de desenvolver programas de gestão da tecnologia médica, que possam integrar informação pertinente e uma metodologia de planeamento eficaz, para a aquisição do equipamento novo, assim como otimizar a gestão do inventário de equipamentos existente, e com o qual estão mal preparados (gestão dos upgrades, das substituições, dos custos anuais com sua manutenção, etc.).

Para isso é necessário compreender a relação entre os métodos e a informação que guia as decisões de gestão da tecnologia médica, utilizada no complexo ambiente do sistema de saúde,

e conseguir estabelecer ligação entre as capacidades técnicas da tecnologia atual e as necessidades clínicas. Por exemplo, a aplicação do conhecimento sobre a gestão ótima das várias fases do ciclo de vida de um equipamento médico pode permitir maximizar a sua utilização, durante cada uma dessas fases, e gerindo o inventário de equipamentos, torna-se mais fácil a escolha e aquisição de outros novos.

O desenvolvimento e execução de ferramentas de gestão de equipamentos hospitalares requerem, necessariamente, também o empenho dos responsáveis das instituições, como diretores de serviço, médicos, técnicos, etc., assim como dos pacientes, pois é só a partir do envolvimento de todos que se consegue implementar eficazmente as ferramentas criadas e ir ao encontro das necessidades e da estratégia estabelecida por cada instituição.

Cabe ao hospital, nomeadamente aos Serviços de Instalações e Equipamentos (SIE), criar e utilizar ferramentas que procedam à gestão eficaz do inventário de equipamentos existente, para que assim haja maior segurança e maior continuidade e fiabilidade no funcionamento dos equipamentos. Tendo em conta os argumentos apresentados, e a relevância dos mesmos, o trabalho deste Projeto centrou-se no desenvolvimento e construção de uma ferramenta de apoio à substituição de equipamentos no hospital, capaz ser utilizada de forma sistemática, clara e intuitiva pelo seu SIE

O presente projeto, como qualquer trabalho é suscetível de desenvolvimento e aprimoramento. Assim sendo, nos tópicos que se seguem são propostos possíveis estudos futuros assim como sugestões de medidas a aplicar futuramente, com o intuito de facilitar a aplicação de ferramentas como a do presente documento:

- Elaboração de uma base de dados específica com o objetivo de contabilizar o custo com os equipamentos, onde mensalmente fossem armazenados os encargos relativos aos mesmos;
- Desenvolvimento de um programa informático que permita o armazenamento automático de dados relacionados com o CCV;
- Aumentar o leque de opções a ser incluídas na análise do CCV, nomeadamente medidas de otimização da utilização da energia;
- Aplicação da metodologia proposta a outros equipamentos;

Na fase em que o Projeto se encontra, não existe nenhum indicador que aponte que os resultados deste venham a ser publicados ou apresentados. Contudo, tenho a esperança que o trabalho seja reconhecido e utilizado na elaboração e desenvolvimento de aplicações com vista à seleção de equipamentos. Nesse sentido, pode-se apontar uma eventual submissão de um artigo para uma revista, para publicação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. (1960). *A amortização do capital fixo e o investimento da empresa*. Dissertação para Doutoramento em Finanças., Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. Obtido de <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/11692/1/TD-JDA-1960.pdf>
- AMORIM, A. (2014). *"Equipamento Médico-Hospitalar: Aspectos de Financiamento e Gestão no Ministério Da Saúde,"*. Brasília: Dissertação para obtenção e Mestre em Saúde Coletiva da Universidade de Brasília. Obtido de : <https://repositorio.unb.br/handle/10482/17823>
- AMORIM, A. (2014). *Equipamento médico-hospitalar : aspectos de financiamento e gestão no Ministério da Saúde*. Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.: Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Obtido de <http://dx.doi.org/10.26512/2014.10.D.17823>
- ARAÚJO, C. (2020). *ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS NO SERVIÇO DE ELECTROMEDICINA*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.: Departamento de Física. Obtido de https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/16739/1/DM_CarolinaAraujo_2020_MECIM.pdf
- ASSIS. (2014). *Apoio à Desisção em Manutenção na Gestão de Ativos Físicos*. (2ª edição ed.). Lisboa: LIDEL.
- ASSIS, & JULIÃO, &. (2009). *Gestão da Manutenção ou Gestão de Activos? (custos ao longo do Ciclo de Vida)*. Comunicação ao 10º Congresso Nacional de Manutenção. Obtido de <https://silo.tips/download/10-congresso-nacional-de-manutenao>.
- ASSIS, R. &. (2015). ASSIS, R. & JULIÃO, J. (2015). *Gestão da manutenção ou gestão de ativos? (custos ao longo do ciclo de vida)*. Faculdade de Engenharia da universidade Católica portuguesa.: ResearchGate. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/266522175_Gestao_da_Manutencao_ou_Gestao_de_Activos_custos_ao_longo_do_Ciclo_de_Vida/link/54c907810cf25087c4ec376b/download.
- ASSIS, R. (1997). *Manutenção Centrada na Fiabilidade*. Lisboa: LIDEL.
- ASSUNÇÃO & MOROZ. (2016). *ESTUDO SOBRE SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA EM INDÚSTRIAS*. Trabalho para obtenção do título de Bacharel em Eletrônica, Departamento de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná,, Ponta Grossa. Obtido de https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16178/2/PG_COELE_2016_1_08.pdf
- BANCODEPORTUGAL. (2019). *O que é a inflação?* Obtido de <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/paginas/1492>
- BANGO, E. (2013). *Contributo da radioterapia na melhoria dos cuidados de saúde no Centro nacional de Oncologia - Luanda*. scola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa., Instituto Politécnico de Lisboa. Lisboa: Contributo da Radioterapia na Melhoria dos Cuidados de Saúde no Centro Nacional de Oncologia. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3938/1/Contributo%20da%20radioterapia%20na%20melhoria%20dos%20cuidados%20de%20sa%c3%bade%20no%20Centro%20Nacional%20de%20Oncologia%2c%20Luanda.pdf>

- BRITO, M. (2003). *Manutenção - Manual Pedagógico PRONACI. Associação Empresarial de Portugal*. Obtido de <https://docplayer.com.br/5006761-Manual-pedagogico-pronaci-manutencao-autor-mario-brito-eurisko-estudos-projectos-e-consultoria-s-a.html>.
- CABRAL, J. (1998). *Organização e Gestão da Manutenção*. LIDEL.
- CABRAL, J. (2021). *Gestão da Manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*. (L. -E. Técnicas, Ed.) Lisboa: 4ª edição.
- CABRITA, C. &. (2015). Conceitos e definições de falha e avaria nas normas portuguesas de manutenção NP EN 13306:2007 e NP EN 15341:2009. (R. Manutenção, Ed.) Obtido de https://www.researchgate.net/publication/309179997_Conceitos_e_Definicoes_de_Falha_e_Avaria_nas_Normas_Portuguesas_de_Manutencao_NP_EN_133062007_e_NP_EN_153412009_-_2_Parte
- CALIL, S. (2002). *Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção*. (Série F ed.). Brasília: Comunicação e Educação em Saúde. Obtido de https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf.
- CARDOSO, T. (2017). *Metodologias de Gestão de ativos na perspectiva do prestador de serviços de manutenção*. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal. Instituto Politécnico de Setúbal. Obtido de https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/19760/1/Relat%C3%B3rio_Dissertacao_TiagoCardoso.pdf
- CARDOSO, T. (2017). *Metodologias de Gestão de Ativos na perspectiva do prestador de serviços de manutenção*. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.: Dissertação do Mestrado em Engenharia de Produção. Obtido de https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/19760/1/Relat%C3%B3rio_Dissertacao_TiagoCardoso.pdf
- CARDOSO, T. (2017). *Metodologias de Gestão de Ativos na perspectiva do prestador de serviços de manutenção*. Instituto.
- CARVALHO, A. (2009). *Implementação de um sistema de dosimetria "in-vivo" em Radioterapia Externa - aplicação no cancro da mama*. Tese de Mestrado em Física dos Materiais Avançados., Universidade do Minho., Escola de Ciências., Minho. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10787/1/tese.pdf>
- COELHO, R. (2015). *Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de águas*. Departamento de Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.: Tese de Mestrado em Engenharia mecânica. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5533/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>.
- COELHO, R. (2015). *INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOAÁrea Departamentalde Engenharia MecânicaISEAplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas*. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA (ISEL): Área Departamentalde Engenharia Mecânica. Obtido de <https://docplayer.com.br/28951188-Aplicacao-do-conceito-de-gestao-de-ativos-fisicos-numa-estacao-elevatoria-de-aguas.html>
- COSTA, M. (2013). *GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O RESULTADO OPERACIONAL*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA: CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Obtido de https://issuu.com/redeindustrial/docs/2012_3_mariana

- DANTAS, R. (2014). *Modelo de Gestão de Ativos da via-férrea baseado em análise probabilística de Custos por Ciclo de Vida*. Técnico Lisboa: Aplicação ao caso da Rede Ferroviária Nacional. Obtido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090413073/dissertacao.pdf>
- ESTRATEGOR CONSULTING. (2023). *ISO 13485 – Dispositivos Médicos / Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos*. Obtido de https://estrategor.pt/iso-13485-dispositivos-medicos-sistemas-gestao-da-qualidade-requisitos/?doing_wp_cron=1700411435.7985410690307617187500
- EUROPA.EU. (2022). *A sua europa*. (E. E. Network, Ed.) Obtido em Fevereiro de 2022, de Disponível em: http://europa.eu/youreurope/business/product/ce-mark/index_pt.htm.
- EUROSTAT. (2023). *Data Browser*. Obtido de Electricity prices for non-household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_205/default/table?lang=en&category=nrg.nrg_price.nrg_pc
- FARINHA, J. (1997). *Manutenção das Instalações e equipamentos hospitalares (Uma abordagem Terológica)*. Coimbra: Minerva.
- FARINHA, J. (2011). *MANUTENÇÃO, A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão*. Monitor.
- FECHA, J. (2012). *Aplicação da PAS 55 ao Departamento de Operação e Manutenção da Operadora da Rede Elétrica de Distribuição*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Obtido de https://silo.tips/queue/aplicacao-da-pas-55-ao-departamento-de-operacao-e-manutencao-da-operadora-da-rede-e?&queue_id=1&v=1669999361&u=MjAwMT04MTg6ZWE2NT0xMDAwOmNjOTE6MTJmMzpjYTgzOjFkMGY=
- FERNANDES, R. (2017). *Procedimentos para manutenção e verificação de equipamentos médicos*. Instituto Superior de Engenharia do Porto: IBERDATA Hospitalar. Obtido de https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/12749/1/DM_RodneyFernandes_2017_MECIM.pdf
- FERREIRA, C. (2018). *Framework para aquisição de equipamentos médicos: o caso do Serviço de Radiologia do CHULC*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica, Universidade nova de Lisboa., Faculdade de Ciências e Tecnologia., Lisboa. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/87076/1/Ferreira_2018.pdf
- FERREIRA, F. (2013). *A Engenharia Clínica na Avaliação de Tecnologia em Saúde - Equipamentos Médico-Assistenciais na Fase de Utilização do Ciclo de Vida*. Lisboa: Universidade de Nova Lisboa. Obtido de <https://docplayer.com.br/5840512-A-engenharia-clinica-na-avaliacao-de-tecnologia-em-saude-equipamentos-medico-assistenciais-na-fase-de-utilizacao-do-ciclo-de-vida.html>.
- FERREIRO et al. (June de 2016). “Industry 4.0: Predictive Intelligent Maintenance for Production Equipment,”. (E. C. Soc., Ed.) pp. 1-8. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/317066007_Industry_40_Predictive_Intelligent_Maintenance_for_Production_Equipment.
- FERTUZHINHOS, J. (2013). *Aplicação da metodologia de manutenção numa empresa metalomecânica*. Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao grau de mestre em Engenharia Mecânica., universidade do minho, escola de Engenharia, Departamento de Engenharia mecânica., Minho. Obtido de

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28190/1/disserta%C3%A7%C3%A3o_cristiano%20fertuzinhos_2013.pdf

- FIGUEIREDO, F. (2009). *Modelo multicritério de apoio à substituição de equipamentos médicos hospitalares*. Dissertação para atribuição do grau de Mestre em Engenharia Biomédica., Univesidade técnica de Lisboa., Instituto Superior Técnico., Lisboa. Obtido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mebiom/dissertacao/2353642255635>
- FILIFE, M. (2006). *"Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias"*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.: Tese para obtenção de grau de mestre em manutenção Industrial. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12374/2/Texto%20integral.pdf>.
- FREITAS, A. (2014). *Dispositivos Médicos* FREITAS, A.,(2014). *Dispositivos Médicos: Enquadramento Regulamentar e Documentação Técnica, Ordem do Farmacêuticos*. Ordem dos Farmacêuticos: Colégio de Especialidade de Assuntos Regulamentares. Obtido de https://www.ordemfarmaceuticos.pt/fotos/editor2/Colegios_de_Especialidade/Titulo_Especialidade/Especialidade_AR/Especialistas_Anteriores/2014/2014_Ana_Silvia_Bento_Freitas.pdf
- GONÇALVES, M. (2010). *Parâmetros para aquisição de equipamentos hospitalares*. Universidade Federal do Maranhão. São Luís.: Divisão de Pós-graduação e pesquisa. Obtido de <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/3611/1/Artigo%20Mario%20Barbosa.pdf>
- HAMDAN et al. (October-November de 2018). Monitoring and acessing the impact of implementing ISO 55000 in an Educational Institute. Obtido de <http://ieomsociety.org/southafrica2018/papers/416.pdf>
- HASTINGS, N. A. (2015). *Physical Asset Management With an Introduction to ISO55000* (4ª edição ed.). Austrália. Obtido de <https://antivirus.uclv.edu.cu/update/libros/Business%20and%20Economics/Physical%20Asset%20Management%20-%20Nicholas%20Anthony%20John%20Hastings%2C%202nd%20ed.%202015%20-%200978-3-319-14777-2.pdf>.
- HELENO, B. (2014). *Aplicação da Manutenção Centrada na Fiabilidade a Dispositivos Médicos*. Faculdade de Engenharia. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa. Obtido de <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/17422/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Helmann, K. &. (outubro de 2006). Ponderação sobre os critérios considerados para suportar a tomada de decisão quanto ao momento de se efectuar a manutenção preventiva em processos industriais. (X. ENEGEP, Ed.) 2-6. Obtido de https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR450305_6859.pdf
- HONERT et al. (2013). "Correlating the content and context of PAS 55 with the ISO 5500X series". 24(2), pp. 24-32. Obtido de file:///C:/Users/Raquel%20Janeiro/Downloads/Correlating_the_content_and_context_of_PAS_55_with.pdf
- INTERCER. (2023). *ISO 13485*. Obtido de <http://www.intercer.es/NUEVA%20ISO%2013485.html>
- IPO Coimbra. (2019). *Relatório anual sobre o acesso a cuidados de saúde*. Coimbra: IPO. Obtido de <https://www.ipocoimbra.min-saude.pt/wp-content/uploads/sites/3/2020/04/Relatorio-Sobre-os-Cuidados-de-Saude-2019.pdf>

- Avaliação do Ciclo de Vida de Acelerador Linear “ONCOR 1” - Equipamento Terapêutico no IPO-C*
IPQ. (2022). *Instituto português da Qualidade*. Obtido de <https://www.ipq.pt/metrologia/>
- ISARDINHA. (2021). *Cap rate: o que é e como calcular a taxa de capitalização de um imóvel*. Obtido de <https://investidorsardinha.r7.com/aprender/cap-rate-o-que-e/>
- ISQ, I. P. (2007). “NP EN 13306 – Norma Portuguesa. *Norma Portuguesa*. Portugal: Terminologia da manutenção.
- LEAL, C. (2019). *O contrato celebrado entre o Operador de Manutenção e o Hospital de Braga*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica., Instituto Superior de Engenharia , Departamento de Física, Porto. Obtido de https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/14627/1/DM_CristinaLeal_2019_MECIM.pdf
- LEÃO, J. (2016). *Aspetos Metrológicos na Manutenção*. Lisboa: Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/20007/1/Leao_2016.pdf.
- LEE et al. (2014). «Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment». 16, 3-8. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/263507628_Service_Innovation_and_Smart_Analytics_for_Industry_40_and_Big_Data_Environment.
- LOPES, A. (2016). *Impacto do Contraste Tumoral em Imagiologia por Raios Ortogonais*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biomédicas., Universidade da Beira Interior., Ciências da Saúde., Covilhã. Obtido de https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6274/1/5004_10381.pdf
- LRQA. (2023). *ISO 13485 SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE DE DISPOSITIVOS MÉDICOS*. Obtido de Cumprir os requisitos do setor dos dispositivos médicos: <https://www.lrqa.com/pt-pt/iso-13485/>
- MACHADO, M. (2013). *Manutenção Preventiva de um Edifício Hospitalar*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil na área de Especialização de edifícios., Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2561/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>.
- MANSO, J. (2012). *Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no hospital da Luz*. Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, Departamento de Física. Coimbra: Dissertação-Relatório de estágio do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica Radiações em Diagnóstico e Terapia. Obtido de https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7827/1/ulfc102530_tm_Joana_Manso.pdf
- MARGOTTI, e. a. (2013). *Diretrizes Metodológicas - Elaboração de Estudos para Avaliação de Equipamentos Médico-Assistenciais*. (1. edição, Ed.) Brasília: MINISTÉRIO DA SAÚDE. Obtido de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_equipamentos_medicos_1edicao.pdf
- MARTINS, R. J. (2017). *Análise da Degradação mecânica de ativos Físicos*. Trabalho final de Mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/7969>
- MATOS, P. (2016). *Avaliação da rentabilidade de aceleradores lineares em radioterapia: estudo de caso*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em gestão das Organizações., Instituto

- Politécnico do Porto., Ramo de Unidades de Saúde., Vila Nova de Gaia. Obtido de https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/8933/1/Paula_Matos_MGO_2016_Saude.pdf
- MEIRELES, A. (2018). *Gestão de Ativos Técnicos: uma abordagem à ISO 55001 na perspetiva da otimização do ciclo de vida útil - Contextualização do modelo*. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Obtido de <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25345/1/Ana-Paula-Leitao-Meireles.pdf>
- MINNAAR, e. a. (2013). "Quantitative methods required for implementing PAS 55 or the ISO 55000 series for asset management",. 24(3), pp. 98-111. Obtido de https://pdfs.semanticscholar.org/0b16/f9d8eb8821af67dbd4434b86f86cc08deebc.pdf?_ga=2.248086414.843454724.1669400121-939754156.1669400121
- NHS, P. A. (Março de 2009). "Buyers' Guide: Multi-Slice CT Scanners,". *NHS*, 1-181. Obtido de <https://docshare.tips/download/58596af3b6d87f9e4c8b65d2>.
- NOBRE, J. (2011-2012). *Relatório de estágio Mestrado em análises clínicas*. Faculdade de Farmácia . Instituto português de oncologia de coimbra Francisco Gentil.: Área química clínica e marcadores tumorais. Obtido de <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/23386/1/Parte%201.PDF>
- NP EN 13306:2007 (Ed.1), Maintenance Terminology (in Portuguese). (2007). Portugal.
- OLIVEIRA, E. (2009). *Programa de Gerenciamento de Equipamentos Médicos: Noções de Boas Práticas de Gerenciamento de Equipamentos e Acreditação Hospitalar*. Fortaleza.: Escola de Saúde Pública do Ceará. Obtido de <https://docplayer.com.br/17458170-Programa-de-gerenciamento-de-equipamentos-medicos-nocoos-de-boas-praticas-de-gerenciamento-de-equipamentos-e-acreditacao-hospitalar.html>
- OLIVEIRA, V. (2018). *Gestão do Ciclo de Vida de Dispositivos Médicos: Papel do Engenheiro Biomédico*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/10135/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- PAIS, E. e. (2019). ISO 55001 – Gestão de Activos. Braga: 15.º Congresso Nacional de Manutenção. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/339363909_ISO_55001_-_Gestao_de_Activos
- PANEGOSS, A. (2020). *GESTÃO DE ATIVOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO*. Araraquara: Universidade de Araraquara. Obtido de <https://www.uniara.com.br/arquivos/file/ppg/engenharia-producao/producao-intelectual/dissertacoes/2020/ana-carolina-gandini-panegossi.pdf>
- PENEDO, J. e. (2013). "Carta de Equipamentos Médicos Pesados", *Ministério da Saúde*. Grupo de trabalho criado pelo Despacho nº 3484/2013 de Sus Excelência o Secretário de Estado da Saúde, publicado em Diário da República nº 45, 2ª série . . Obtido de <https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2016/05/Carta-de-equipamentos-m%C3%A9dicos-pesados.pdf>.
- PEREIRA, D. (2017). *DETERMINAÇÃO DO PERÍODO ÓTIMO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO MÉDICO DE ALTA COMPLEXIDADE POR MEIO DE ANÁLISE DE OBSOLESCÊNCIA*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Recife: CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS. Obtido de <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/25588/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Daniela%20Moraes%20Pereira.pdf>

- PIRES, C. e. (2018). *Importância da Criticidade de Equipamentos na Gestão da Manutenção*. Belo Horizonte: Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Belo Horizonte. Obtido de <https://pmkb.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Criticidade-de-Equipamentos-Gestao-da-Manutencao.pdf>.
- PORDATA. (2022). *Fundação francisco manuel dos Santos*. Obtido de Estatísticas sobre Portugal e Europa.: [https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+inflacao+\(taxa+de+variacao+do+indice+de+preco+s+no+consumidor\)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315](https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+inflacao+(taxa+de+variacao+do+indice+de+preco+s+no+consumidor)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315)
- RAMOS, P. (2012). *Organização e gestão da manutenção industrial. Aplicação teórico-prática às fábricas Lusitana – Produtos Alimentares S.A.* Covilhã: Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão industrial. Obtido de https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2439/1/Tese_PedroRamos_M3905.pdf.
- RAPOSO, H. (2017). *Modelos de optimização do tempo de substituição de autocarros de transporte urbano com indexação à frota de reserva*. Tese de Doutoramento em Engenharia Mecânica, Ramo de Gestão Robótica Industrial., Departamento de Engenharia Mecânica da faculdade de Ciências e Tecnologia., Universidade de Coimbra. Obtido de <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/79414/1/Modelos%20de%20Optimiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Tempo%20de%20Substitui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Autocarros%20de%20Transporte%20Urbano%20com%20Indexa%C3%A7%C3%A3o%20C3%A0%20Frota%20de%20Reserva.pdf>
- RKP. (02 de 2023). *Engenharia Clínica*. Obtido de Contrato de manutenção de equipamentos hospitalares.: <https://rkpengenharia.com.br/contrato-de-manutencao-de-equipamentos-hospitalares/>
- RODRIGUES, J. (2009). *Marketing tradicional e na saúde: semelhanças e diferenças*. Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.: Entidade Pública Empresarial. Obtido de <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/12028>
- SANTOS, A. (2019). *Avaliação dos modelos de gestão na manutenção de equipamentos médicos num hospital E.P.E - estudo de caso*. Tese de Mestrado em gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde., universidade do Algarve, Escola Superior de Saúde, Faro. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/11559/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20modelos%20de%20gest%C3%A3o%20na%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20de%20equipamentos%20m%C3%A9dicos%20num%20hospital%20EPE.pdf>
- SANTOS, M. (2009). *Gestão de Manutenção do Equipamento*. Porto: Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60041/1/000134665.pdf>
- SIMÕES, C. (2017). *INTEGRAÇÃO DA ANÁLISE DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA NA APLICAÇÃO PRONIC. Estruturação de informação para edifícios de betão armad*. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.: Faculdade de Engenharia. Obtido de https://recil.ensinulusofona.pt/bitstream/10437/8370/1/Tese_FINAL_22.setembro.2017_FINAL.pdf
- SNS. (2022). *Serviço Nacional de saúde*. (Ministério da Saúde) Obtido em Abril. de 2022, de IPO coimbra: <https://www.ipocoimbra.min-saude.pt/category/institucional/caracterizacao-institucional/>

- SOARES, R. (2015). *Benchmarking da imagiologia nos Hospitais Portugueses do Serviço Nacional de Saúde*. Instituto Politécnico de Bragança.: Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Obtido de https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12729/1/Soares_Rafael.pdf
- Trevizani, N. (2021). *A Framework for Asset Management System in Healthcare Services*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Porto: Mestrado em Engenharia Biomédica. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/137090/3/509880.pdf>
- VEY, I. &. (2004). Utilizaçãp do custo anual uniforme equivalente na substituição de frota em empresas de transporte de passageiros. *Revista Eletrónica de Contabilidade.*, volume I.(1). Obtido de <https://periodicos.ufsm.br/contabilidade/article/view/150/3532>
- VINHAS, R. (2007). *Gestão da manutenção de equipamentos de Laboratório: uma estratégia para melhoria do Desempenho da atividade de pesquisa em uma Instituição de c&t em saúde*. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães da Fundação Oswaldo Cruz. Recife: Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Saúde Pública. Obtido de <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-114848/gestao-da-manutencao-de-equipamentos-de-laboratorio--uma-estrategia-para-melhoria-do-desempenho-da-atividade-de-pesquisa-em-uma-instituicao-de-cet-em-saude>
- VIOLA, D. (2015). *Gestão integrada de ativos num contexto real*. Lisboa: Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Sperior de Engenharia de Lisboa. Obtido de <https://docshare.tips/download/58596af3b6d87f9e4c8b65d2>.
- WHO. (2000). Efficacy and radiation safety in intervetional radiology. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*(92 4 154529 1). Obtido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42290/9241545291_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- WHO. (2011a). *Medical equipment maintenance programme overview*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. doi:ISBN 978 92 4 150153 8
- WHO. (2011b). WHO Medical device technical series: Introduction to medical equipment inventory management. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*. Obtido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44561/9789241501392_eng.pdf;jsessionid=162D982B05035CFCB013F1A3EA4C7D86?sequence=1
- WHO. (2011c). Computerized maintenance management. *WHO Medical device technical series*. Obtido de <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501415>

ANEXOS

Anexo A: Contrato de manutenção de 2022



SNS SERVIÇO NACIONAL
DE SAÚDE



IPO COIMBRA

Contrato n.º 59/22

Valor: 205.163,00 € S/IVA
252.350,49 € C/IVA

Processo n.º 296XC22

Objeto: Manutenção e Assistência
técnica com substituição de peças, a diverso
equipamento Siemens

Adjudicatário: SIEMENS HEALTHCARE, LDA

Contrato n.º 59/22 - Manutenção e Assistência técnica com substituição de peças, a diverso equipamento Siemens

ENTRE:

Instituto Português de Oncologia de Coimbra - Francisco Gentil E.P.E., Pessoa Coletiva com o n.º 506361438, representado por Dr.ª Maria Margarida Torres de Ornelas, na qualidade de Presidente do Conselho de Administração, com poderes para o ato, na qualidade de **PRIMEIRO OUTORGANTE**,

E

Siemens Healthcare, Unipessoal, lda, com sede na Rua Irmãos Siemens, n.º 1A, 2720 093 Amadora, com o número de identificação fiscal 507925173, representada pela Dr.ª Liliana Sofia Barbosa de Sousa e pelo Dr. Tiago Sá Alves dos Santos, na qualidade de representantes legais, os quais têm poderes para outorgar o presente contrato, conforme documento comprovativo que exibiram, na qualidade de **SEGUNDO OUTORGANTE**,

Considerando:

- a) Por deliberação de 21/10/2021 do Conselho de Administração do Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil E.P.E., foi autorizado o início do procedimento de Ajuste Direto, nos termos do disposto na subalínea ii) na alínea e) do n.º 1 do artigo 24º do Código dos Contratos Públicos, doravante designado por CCP, para adjudicação de **Manutenção e Assistência técnica com substituição de peças**.
- b) A decisão de adjudicação relativa ao procedimento em causa, com a referência 296XC22, foi proferida por deliberação do Conselho de Administração do Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil E.P.E., em 16/12/2021.
- c) O subsequente ato de aprovação da minuta do Contrato foi deliberado pelo Conselho de Administração em 16/12/2021.
- d) A despesa, originada pela execução do presente Contrato, será satisfeita pela dotação orçamental referente à classificação económica 02.02.03.
- e) Não foi prestada caução pelo Segundo Outorgante, por não ser legalmente exigível, nos termos do disposto no artigo 88.º do CCP

No dia 30/12/2021 foi outorgado, e reciprocamente aceite, pelo primeiro e o segundo outorgantes, o presente Contrato nos termos das cláusulas que se seguem.

Cláusula 1.ª

Objeto do Contrato

O Segundo Outorgante compromete-se a fornecer ao Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E.P.E., nos prazos e condições indicadas na Proposta em conformidade com o Caderno de Encargos que serviu de base ao procedimento, os serviços de **Manutenção e Assistência técnica com substituição de peças**, descritos na tabela infra:

Tabela 1

Pos.	Serviço	Descrição	Nº. de Série
1	Medicina Nuclear	E. Cam. Dual mesa de paciente, e.softworkstation, e.softWorkstation -gravador de CD e conjunto de software da e.softWorkstation	7606 e 8120

5

2	Radioterapia	Somatom Sensation Open, sem ampola	49315
3	Radioterapia	SiremobilCompact L, incluindo a ampola de raios-x	3103
4	Radioterapia	Oncor Avant Garde	4311
5	Radioterapia	Syngo RT Therapist	10876
9	Cardiologia	ACUSONSC2000	400966
10	Cardiologia	Syngo US Workplace Int'l	273567
12	Radioterapia	Detetor (OPTIVUE)Oncor 1	4311
13	Radiologia	AXIOMLuminosdRF	4350

Cláusula 2.ª**Documentos que integram o Contrato**

- O Contrato é composto pelo respetivo clausulado contratual e os seus anexos.
O presente Contrato integra os seguintes elementos;
 - O Caderno de Encargos do procedimento que deu origem ao Contrato;
 - A proposta adjudicada (referência Ajuste Direto 296XC22-Serviço manutenção e Assistência técnica com substituição de peças, a diverso equipamento Siemens-02/11/2021);
- Em caso de divergência entre os documentos referidos no número anterior, a respetiva prevalência é determinada pela ordem pela qual aí são indicados.
- Em caso de divergência entre os documentos referidos no número 2 e o clausulado do Contrato, prevalecem os primeiros.

Cláusula 3.ª**Vigência do Contrato**

O Contrato produz todos os seus efeitos em 2022, desde 01/01/2022 até 31/12/2022, sem prejuízo das obrigações acessórias e após venda, que devam perdurar para além da sua cessação.

Cláusula 4.ª**Preço contratual**

O valor do presente Contrato, é de 205.163,00€ (duzentos e cinco mil, cento e sessenta e três euros) a que acresce o IVA à taxa legal em vigor, considerando as condições estipuladas no Procedimento.



Pos.	Serviço	Descrição	Nº. de Série	Tipo de Contrato	Valor anual
1	Medicina Nuclear	E. Cam. Dual mesa de paciente, e.softworkstation, e.softWorkstation - gravador de CD e conjunto de software da e.softWorkstation	7606 e 8120	TOP (c/peças)	39.673,00€
2	Radioterapia	Somatom Sensation Open, sem ampola	49315	TOP (c/peças)	43.953,00 €
3	Radioterapia	SiremobilCompact L, incluindo a ampola de raios-x	3103	TOP	10.873,00 €
4	Radioterapia	Oncor Avant Garde	4311	TOP (c/peças)	72.706,00 €
5	Radioterapia	Syngo RT Therapist	10876	TOP (c/peças)	6.000,00 €
9	Cardiologia	ACUSONSC2000	400966	TOP (c/peças, sem sondas)	6.650,00 €
10	Cardiologia	Syngo US Workplace Int'l	273567	PLUS	600,00 €
12	Radioterapia	Detetor (OPTIVUE) Oncor 1	4311	TOP (c/peças)	10.858,00 €
13	Radiologia	AXIOMLuminosDRF	4350	TOP (c/peças, c/ ampola, c/detetor)	13.850,00 €
Valor anual global do contrato de manutenção					205.163,00 €

Cláusula 5.ª

Condições de pagamento

1. As condições de pagamento são a 60 (sessenta) dias contados a partir da data da fatura, a emitir trimestralmente, e deverão obedecer ao Decreto Lei n.º 62/2013, de 10 de maio, não obstante poderem ser consideradas condições particulares de pagamento que tenham sido apresentadas, sem prejuízo das demais condições previstas no Convite.
2. Em caso de atraso no cumprimento das obrigações pecuniárias o Segundo Outorgante tem o direito aos juros de mora sobre o montante em dívida, nos termos previstos no artigo 326.º do Código dos Contratos Públicos e no artigo 5.º do Decreto Lei n.º 62/2013, de 10 de maio.
3. O Segundo Outorgante apenas poderá ceder os créditos oriundos do presente contrato, mediante prévia autorização, a prestar por escrito, pelo IPO Coimbra.



Cláusula 6.ª**Mora e penalidades**

O incumprimento do presente contrato implica:

a) Por parte do IPO COIMBRA:

O pagamento de juros de mora, nos termos legais, no eventual atraso dos pagamentos.

b) Por parte da SIEMENS:

A SIEMENS garante uma operacionalidade do equipamento (uptime) de acordo com a tabela abaixo apresentada.

A operacionalidade é calculada com base em 24 horas por dia e 7 dias por semana, não sendo considerados os tempos de paragem resultantes das manutenções preventivas e respetivos "updates" programados.

A fórmula de cálculo é a seguinte: $CO = (TTA - MP) / TTA$ em que:

CO - Coeficiente de operacionalidade

TTA - Tempo de Trabalho Anual

MP - Manutenções Preventiva

Por cada dia útil adicional de paragem efetiva do equipamento, por causas que lhe sejam diretamente imputáveis, a SIEMENS compromete-se ao pagamento das penalidades apresentadas na tabela seguinte:

Descrição do Equipamento	Tipo de Contrato	Uptime - %	Penalidade por dia útil de paragem adicional
SOMATOMSensation Open.	TOP	98	200,00 €
ONCORAvantGarde	TOP	96	1 000,00 €

Cláusula 7.ª**Modificações ao Contrato**

1. Sem prejuízo do regime legal respeitante aos fornecimentos complementares de bens e serviços, nos termos dos artigos 447.º-A e 454.º do CCP, o presente contrato, ao abrigo dos artigos 311.º a 314.º, pode ser modificado por acordo entre as partes nomeadamente nos termos seguintes:

- Prevê-se alteração das quantidades previstas, indicadas a concurso, decorrentes da alteração na produção hospitalar nomeadamente do número de doentes, capacidade de resposta ou outros.

2. As modificações do contrato deverão constar de documento escrito assinado por ambos os outorgantes e produzirá efeitos na data indicada.

3. A modificação do contrato não pode traduzir-se na alteração da natureza global do contrato, considerando as prestações principais que constituem o seu objeto, sendo, porém, admissíveis, nos termos do n.º 3 do artigo 313.º do CCP:

- Modificações de valor inferior aos limiares referidos nos n.º 2, 3 ou 4 do artigo 474.º, consoante o caso, e inferior a 10% do preço contratual inicial;
- Modificações que decorram de circunstâncias que o IPO diligentemente não pudesse inicialmente ter previsto, nos casos em que dada a natureza duradoura do vínculo contratual



e o decurso do tempo as justifique, e desde que o seu valor não ultrapasse 50% do preço contratual inicial.

Cláusula 8.^a

Extinção Contratual

1. Sem prejuízo de outras causas de extinção previstas na lei, são causas de extinção do Contrato:
 - a) A **resolução**, podendo o Contrato ser resolvido por incumprimento das cláusulas contratuais por uma das partes:
 - i) As violações graves das obrigações assumidas por uma das partes, conferem à outra parte o direito de resolução do Contrato, sem prejuízo das correspondentes indemnizações legais;
 - ii) Independentemente de outros fundamentos de resolução previstos em lei e nas peças concursais, o Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil E.P.E., pode resolver o Contrato, a título sancionatório, no caso do Segundo Outorgante violar de forma grave ou reiterada qualquer das obrigações que lhe incumbem.
 - b) A **revogação**, podendo o Contrato ser revogado por acordo escrito, a qualquer momento.
2. Sem prejuízo dos números anteriores, o incumprimento dos deveres contratuais por qualquer um dos outorgantes confere ao outro outorgante o direito às correspondentes indemnizações.

Cláusula 9.^a

Cessão da Posição contratual

1. O Segundo Outorgante não poderá ceder a sua posição contratual ou, por qualquer outra forma, subcontratar ou ceder a terceiros qualquer dos direitos e obrigações decorrentes do Contrato, sem autorização expressa do Primeiro Outorgante.
2. A autorização da cessação da posição contratual e a subcontratação depende, ainda, da apresentação pelo cessionário de toda a documentação exigida ao adjudicatário no procedimento aquisitivo.

Cláusula 10.^a

Gestor do Contrato

Nos termos do artigo 290.º-A do CCP, o Gestor do Contrato é Eng. Neto Vaz.

Pel' O PRIMEIRO OUTORGANTE

Pel' O SEGUNDO OUTORGANTE


LILIANA
SOFIA
BARBOSA
DE SOUSA
Presidente do C.A.

LILIANA
SOFIA
BARBOSA
DE SOUSA
Assinatura eletrónica
de Liliana Sofia Barbosa
de Sousa, em nome do
Instituto Português de
Oncologia de Coimbra
Francisco Gentil E.P.E.,
em 2021.12.31 às 14:50:41 Z.

TIAGO SÁ
ALVES DOS
SANTOS

Digitally signed by
TIAGO SÁ ALVES DOS
SANTOS
Date: 2021.12.31
14:50:41 Z.

Anexo B: Ficha técnica do equipamento

Instituto Português Oncologia Coimbra Francisco
Gentil FPF

Data: em 05/04/2022 15:51:08-Euro-ut.3489

Ficha do Bem

Identificação do Bem					
Nº Inv	Designação Geral	Localização Actual			
13795	ACELERADOR ONCOR I	Data	Unidade Hospitalar	CCU	Designação
ETIQUETA: 007008		02/01/2007	Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E.P.E.	2090100	RADIOTERAPIA EXT. - TRATAMENTO
	Designação Detalhada	Local	Designação		Localização
	ACELERADOR ONCOR I	D_90_D9040	LOCAL D_90_D9040		-
CIBE	Designação	Observações			
1595_10	EQUIPAMENTOS TERAPEUTICOS	-			
Marca	Modelo		Familia	Tipo de Aquisição	
SIEMENS	AVANT GARDE		220202 - EQUIPAMENTOS TERAPEUTICOS	COMPRA	
Nº de Série	Garantia	Novo	Estado de Conservação	Quantidade	
70-4311	0 - Anos	Sim	NOVO	1	
Observações Gerais			Observações Detalhadas		
Cód.CIBE: 1050206			Cód.CIBE: 1050206		

Documentos Associados							
Cod. Forn	Designação	Data Doc	Ref.Doc	Concurso	Nº Enc.	Total Doc	Val. Bem
982433	SIEMENS, S.A.	31/03/2006	FA - 53319	0110A04	7006006	826 473,56	826 473,56
Obs Doc. IMPORTAÇÃO IMOBILIZADO 2016				Outras Obs.	Cód.CIBE: 1050206		
982433	SIEMENS, S.A.	06/10/2006	FA - 71346_TV	0110A04	7006006	1 033 091,95	1 033 091,95
Obs Doc. IMPORTAÇÃO IMOBILIZADO 2016				Outras Obs.	IMPORTAÇÃO IMOBILIZADO 2016		
982433	SIEMENS, S.A.	06/10/2006	FA - 71347_TV	0110A04	7006006	206 618,39	206 618,39
Obs Doc. IMPORTAÇÃO IMOBILIZADO 2016				Outras Obs.	IMPORTAÇÃO IMOBILIZADO 2016		
						2 066 183,90	

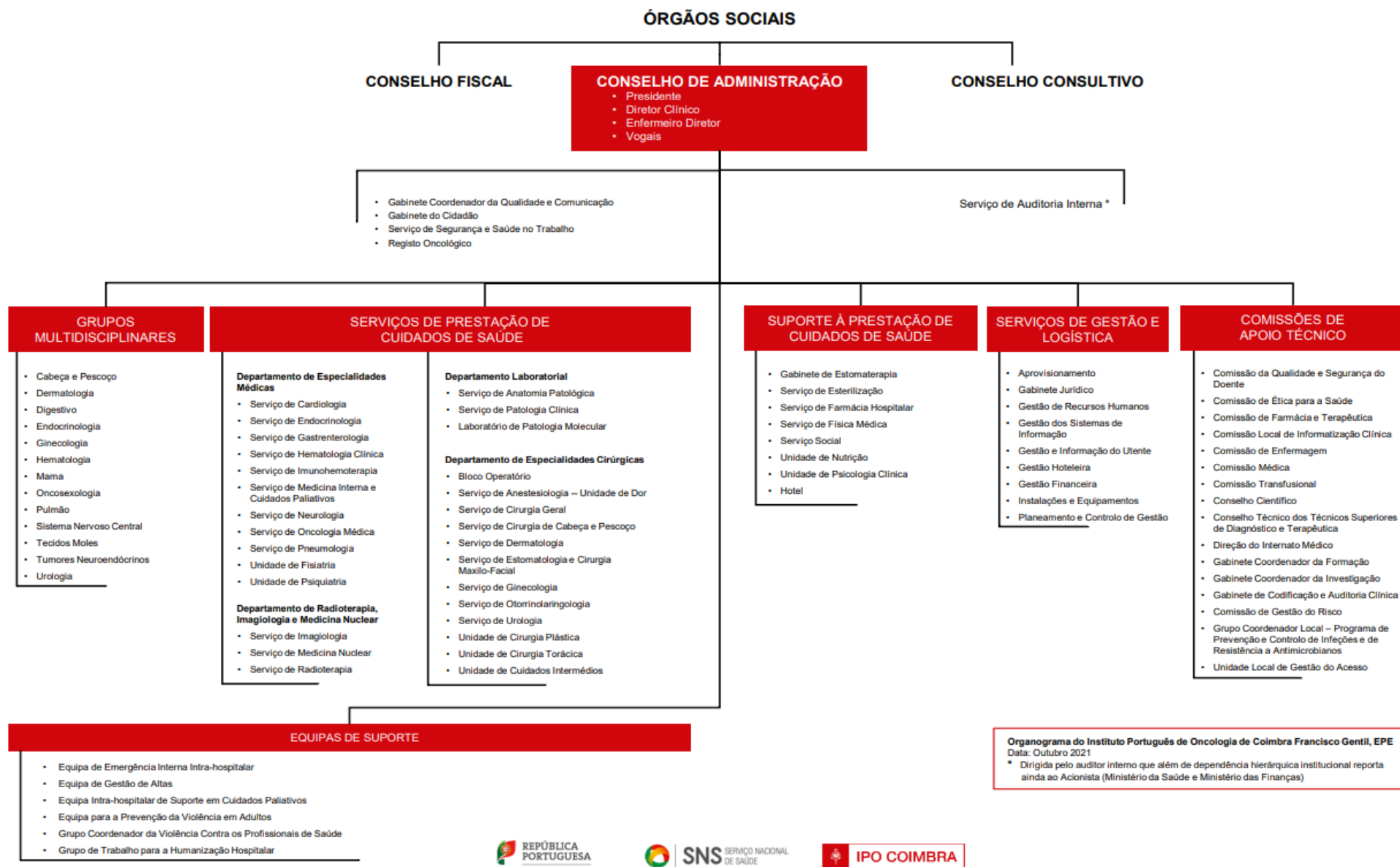
Valorização e Registo							
Data Aquisição	Data Utilização	Tx. Amort	Vida Útil	Iva	Cont. Manutenção	Rúbrica POC	Rubrica Design
31/03/2006	02/01/2007	10,00%	10 - Anos	0%	Sim	42329	Eq.Basico-Imagiologia
Val. Aquisição	Amort. Acumuladas	Amort. Exercício					
2066183,90	1859565,51	0,00					
Var. Reavaliação	Var. AmtAcum. Reav	Var. AmtExer. Reav					
0,00	0,00	0,00					
Val. Reavaliado	AmtAcum. Reav	AmtExer. Reav					Total Líquido
2 066 183,90	1 859 565,51	0,00					206 618,39

Contrato de Manutenção						
Contrato	Designação	Fornecedor	Designação	Concurso	Valor	
83/15	SIEMENS (107/20) - Contrato global de manutenção e assistência técnica		982392	X9000002512020	427 075,02	
Data Início	Data Fim	Data Renovação	Inc. Avarias	Inc. Man. Reg	Inc. Subs. Peças	
01/01/2020	31/12/2020		Sim	Sim	Sim	
Observações						
MANUTENÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA COM SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS A DIVERSO EQUIPAMENTO SIEMENS						

Error: Subreport could not be shown.

Reparações Folha de Obra		
Ped. Num	Descr. Pedido	Pedido Data
Nº Folha de Obra		

Anexo C: Organograma do Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E



Anexo D: Cálculos auxiliares para os custos operacionais

Relativamente aos custos de operação do acelerador linear, foram apenas considerados os custos energéticos, pelo que foi necessário recolher dados sobre a variação do preço de energia elétrica ao longo dos anos. Através da base de dados EUROSTAT, base de dados europeia que disponibiliza esse tipo de informação. Considerou-se que o equipamento trabalha 24h diárias (6 h em modo normal e 18 h em modo "stand-by") e apenas 22 dias por mês 12 meses ao ano, ou seja, 264 dias anuais, considerando que não fazem exames ao fim-de-semana. (ver tabela 14)

Tabela 14: Custos de operação (energéticos)

CUSTO OPERACIONAL

POTÊNCIA	Em utilização	6,5 kW
	Em <i>stand-by</i>	2,7 kW
HORAS DE TRABALHO	Em utilização	6 horas
	Em <i>stand-by</i>	18 horas
Nº DE DIAS DE TRABALHO	anuais	264 dias

Tabela 15: Somatório dos custos de manutenção e operação.

N	ANO	CUSTO (€/KWH)	ENERGIA CONSUMIDA	CO (ENERGÉTICOS)
1	2006	0,0725 €	23126,40	1 676,66 €
2	2007	0,0728 €	23126,40	1 683,60 €
3	2008	0,0781 €	23126,40	1 806,17 €
4	2009	0,0925 €	23126,40	2 139,19 €
5	2010	0,0882 €	23126,40	2 039,75 €
6	2011	0,0899 €	23126,40	2 079,06 €
7	2012	0,1021 €	23126,40	2 361,21 €
8	2013	0,1013 €	23126,40	2 342,70 €
9	2014	0,1041 €	23126,40	2 407,46 €
10	2015	0,0995 €	23126,40	2 301,08 €
11	2016	0,0946 €	23126,40	2 187,76 €
12	2017	0,0836 €	23126,40	1 933,37 €
13	2018	0,0798 €	23126,40	1 845,49 €
14	2019	0,0865 €	23126,40	2 000,43 €
15	2020	0,0788 €	23126,40	1 822,36 €
16	2021	0,0824 €	23126,40	1 905,62 €
17	2022	0,1536 €	23126,40	3 552,22 €

Anexo E: Cálculos Auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente variável

										Valor de cessão (Vn)			Valor Presente							RAUn			
n	ano	custo energia(€/kWh)	Energia consumida (anual)(kWh)	CO	CM	custos totais	θ (taxa de inflação)	i (taxa de capitalização)	IA (taxa aparente)	(1+IA)^n	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	X1	X2 (Linear)	X2 (soma dígitos)	x2 (exponencial)	VPL(linear)	VPL(soma dígitos)	VPL(exponencial)	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial
1	2006	0,0725 €	23126,40kWh	1 676,66 €	10858,50 €	12 535,16 €	1,50%	12,00%	13,68%	1,14	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €	1 725 122,45 €	11026,71	1729129,75	1649136,01	1517525,02	348080,86 €	428074,60 €	559685,59 €	395698,32 €	486635,21 €	636250,58 €
2	2007	0,0728 €	23126,40kWh	1 683,60 €	10858,50 €	12 542,10 €	7,40%	12,60%	20,93%	1,46	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €	1 440 359,42 €	8576,00	1275357,77	1157541,94	984885,03	810428,84 €	928244,68 €	1100901,59 €	536464,30 €	614452,62 €	728743,06 €
3	2008	0,0782 €	23126,40kWh	1 808,48 €	10858,50 €	12 666,98 €	1,40%	13,00%	14,58%	1,50	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €	1 202 601,75 €	8420,23	1173034,92	1010776,41	799415,63	921171,93 €	1083430,44 €	1294791,21 €	400658,21 €	471231,58 €	563161,68 €
4	2009	0,0925 €	23126,40kWh	2 139,19 €	10858,50 €	12 997,69 €	-1,40%	13,90%	12,31%	1,59	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €	1 004 090,33 €	8170,78	1046138,44	853579,40	631204,71	1056239,19 €	1248798,23 €	1471172,92 €	349989,61 €	413794,92 €	487479,78 €
5	2010	0,0882 €	23126,40kWh	2 039,75 €	10858,50 €	12 898,25 €	-1,30%	14,80%	13,31%	1,87	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €	838 346,85 €	6906,14	837222,69	645023,06	448878,22	1272061,08 €	1464260,71 €	1660405,55 €	364383,71 €	419439,57 €	475625,54 €
6	2011	0,0899 €	23126,40kWh	2 079,06 €	10858,50 €	12 937,56 €	4,50%	14,00%	19,13%	2,86	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €	699 962,36 €	4526,12	511865,30	371215,56	244876,91	1601944,59 €	1742594,33 €	1868932,98 €	471350,74 €	512735,05 €	549908,50 €
7	2012	0,1021 €	23126,40kWh	2 361,21 €	10858,50 €	13 219,71 €	0,40%	13,20%	13,65%	2,45	1 362 619,54 €	927 079,69 €	584 420,77 €	5397,10	556305,86	378491,46	238596,83	1562901,13 €	1740715,53 €	1880610,16 €	360598,42 €	401624,42 €	433901,44 €
8	2013	0,1013 €	23126,40kWh	2 342,70 €	10858,50 €	13 201,20 €	1,50%	11,80%	13,48%	2,75	1 262 110,34 €	802 639,73 €	487 951,43 €	4801,21	459023,12	291915,99	177465,46	1664985,08 €	1832092,21 €	1946542,75 €	352645,37 €	388038,81 €	412279,54 €
9	2014	0,1041 €	23126,40kWh	2 407,46 €	10858,50 €	13 265,96 €	0,70%	12,30%	13,09%	3,02	1 161 601,15 €	687 772,08 €	407 406,12 €	4385,87	384037,82	227384,84	134692,84	1744356,26 €	1901009,23 €	1993701,23 €	341009,66 €	371634,24 €	389754,89 €
10	2015	0,0995 €	23126,40kWh	2 301,08 €	10858,50 €	13 159,58 €	0,40%	14,20%	14,66%	3,93	1 061 091,95 €	582 476,74 €	340 156,29 €	3351,53	270243,25	148347,56	86632,40	1861502,36 €	1983398,04 €	2045113,21 €	366068,51 €	390039,56 €	402175,98 €
11	2016	0,0946 €	23126,40kWh	2 187,76 €	10858,50 €	13 046,26 €	-0,60%	13,60%	12,92%	3,81	960 582,76 €	486 753,69 €	284 007,27 €	3428,26	252419,51	127907,90	74630,71	1882754,36 €	2007265,96 €	2060543,16 €	329916,31 €	351734,57 €	361070,36 €
12	2017	0,0836 €	23126,40kWh	1 933,37 €	10858,50 €	12 791,87 €	0,40%	14,00%	14,46%	5,05	860 073,56 €	400 602,95 €	237 126,67 €	2530,88	170166,01	79259,51	46915,64	1967538,73 €	2058445,24 €	2090789,11 €	354581,55 €	370964,34 €	376793,21 €
13	2018	0,0798 €	23126,40kWh	1 845,49 €	10858,50 €	12 703,99 €	1,10%	14,30%	15,56%	6,55	759 564,37 €	324 024,52 €	197 984,58 €	1938,98	115930,73	49455,19	30217,97	2023713,00 €	2090188,54 €	2109425,76 €	371542,93 €	383747,48 €	387279,33 €
14	2019	0,0865 €	23126,40kWh	2 000,43 €	10858,50 €	12 858,93 €	0,80%	14,60%	15,52%	7,53	659 055,17 €	257 018,39 €	165 303,60 €	1706,76	87476,15	34113,96	21940,69	2053874,34 €	2107236,53 €	2119409,80 €	367469,69 €	377017,01 €	379194,99 €
15	2020	0,0788 €	23126,40kWh	1 822,36 €	10858,50 €	12 680,86 €	1,10%	14,90%	16,16%	9,46	558 545,98 €	199 584,56 €	138 017,22 €	1339,93	59018,91	21089,16	14583,63	2083671,51 €	2121601,26 €	2128106,79 €	376595,66 €	383450,95 €	384626,74 €
16	2021	0,0824 €	23126,40kWh	1 905,62 €	10858,50 €	12 764,12 €	2,10%	15,20%	17,62%	13,42	458 036,78 €	151 723,04 €	115 234,95 €	951,35	34138,84	11308,37	8588,80	2109502,92 €	2132333,39 €	2135052,96 €	401610,79 €	405957,29 €	406475,05 €
17	2022	0,1536 €	23126,40kWh	3 552,22 €	10858,50 €	14 410,72 €	-1,40%	15,40%	13,78%	8,98	357 527,59 €	113 433,83 €	96 213,31 €	1604,28	39801,85	12628,05	10710,97	2105444,19 €	2132617,99 €	2134535,07 €	326579,38 €	330794,36 €	331091,72 €

Anexo F: Cálculos Auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da minimização do custo médio total.

						Valor de cessão (Vn)				Cn''			Cn (custo médio total)			
n	ano	custo energia(€/kWh)	Energia consumida (anual)(kWh)	CO	CM	custos totais	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	Cn'	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	Linear	Soma dígitos	Exponencial
1	2006	0,0725 €	23126,40kWh	1 676,66 €	10858,50 €	12 535,16 €	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €	1 725 122,45 €	12 535,16 €	100 509,20 €	191 446,09 €	341 061,45 €	395698,32 €	486635,21 €	636250,58 €
2	2007	0,0728 €	23126,40kWh	1 683,60 €	10858,50 €	12 542,10 €	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €	1 440 359,42 €	12 538,63 €	100 509,20 €	186 659,93 €	312 912,24 €	536464,30 €	614452,62 €	728743,06 €
3	2008	0,0782 €	23126,40kWh	1 808,48 €	10858,50 €	12 666,98 €	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €	1 202 601,75 €	12 581,42 €	100 509,20 €	181 873,78 €	287 860,72 €	400658,21 €	471231,58 €	563161,68 €
4	2009	0,0925 €	23126,40kWh	2 139,19 €	10858,50 €	12 997,69 €	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €	1 004 090,33 €	12 685,49 €	100 509,20 €	177 087,63 €	265 523,39 €	349989,61 €	413794,92 €	487479,78 €
5	2010	0,0882 €	23126,40kWh	2 039,75 €	10858,50 €	12 898,25 €	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €	838 346,85 €	12 728,04 €	100 509,20 €	172 301,48 €	245 567,41 €	364383,71 €	419439,57 €	475625,54 €
6	2011	0,0899 €	23126,40kWh	2 079,06 €	10858,50 €	12 937,56 €	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €	699 962,36 €	12 762,96 €	100 509,20 €	167 515,33 €	227 703,59 €	471350,74 €	512735,05 €	549908,50 €
7	2012	0,1021 €	23126,40kWh	2 361,21 €	10858,50 €	13 219,71 €	1 362 619,54 €	927 079,69 €	584 420,77 €	12 828,21 €	100 509,20 €	162 729,17 €	211 680,45 €	360598,42 €	401624,42 €	433901,44 €
8	2013	0,1013 €	23126,40kWh	2 342,70 €	10858,50 €	13 201,20 €	1 262 110,34 €	802 639,73 €	487 951,43 €	12 874,83 €	100 509,20 €	157 943,02 €	197 279,06 €	352645,37 €	388038,81 €	412279,54 €
9	2014	0,1041 €	23126,40kWh	2 407,46 €	10858,50 €	13 265,96 €	1 161 601,15 €	687 772,08 €	407 406,12 €	12 918,29 €	100 509,20 €	153 156,87 €	184 308,64 €	341009,66 €	371634,24 €	389754,89 €
10	2015	0,0995 €	23126,40kWh	2 301,08 €	10858,50 €	13 159,58 €	1 061 091,95 €	582 476,74 €	340 156,29 €	12 942,42 €	100 509,20 €	148 370,72 €	172 602,76 €	366068,51 €	390039,56 €	402175,98 €
11	2016	0,0946 €	23126,40kWh	2 187,76 €	10858,50 €	13 046,26 €	960 582,76 €	486 753,69 €	284 007,27 €	12 951,86 €	100 509,20 €	143 584,56 €	162 016,06 €	329916,31 €	351734,57 €	361070,36 €
12	2017	0,0836 €	23126,40kWh	1 933,37 €	10858,50 €	12 791,87 €	860 073,56 €	400 602,95 €	237 126,67 €	12 938,53 €	100 509,20 €	138 798,41 €	152 421,44 €	354581,55 €	370964,34 €	376793,21 €
13	2018	0,0798 €	23126,40kWh	1 845,49 €	10858,50 €	12 703,99 €	759 564,37 €	324 024,52 €	197 984,58 €	12 920,49 €	100 509,20 €	134 012,26 €	143 707,64 €	371542,93 €	383747,48 €	387279,33 €
14	2019	0,0865 €	23126,40kWh	2 000,43 €	10858,50 €	12 858,93 €	659 055,17 €	257 018,39 €	165 303,60 €	12 916,09 €	100 509,20 €	129 226,11 €	135 777,16 €	367469,69 €	377017,01 €	379194,99 €
15	2020	0,0788 €	23126,40kWh	1 822,36 €	10858,50 €	12 680,86 €	558 545,98 €	199 584,56 €	138 017,22 €	12 900,41 €	100 509,20 €	124 439,96 €	128 544,45 €	376595,66 €	383450,95 €	384626,74 €
16	2021	0,0824 €	23126,40kWh	1 905,62 €	10858,50 €	12 764,12 €	458 036,78 €	151 723,04 €	115 234,95 €	12 891,89 €	100 509,20 €	119 653,80 €	121 934,31 €	401610,79 €	405957,29 €	406475,05 €
17	2022	0,1536 €	23126,40kWh	3 552,22 €	10858,50 €	14 410,72 €	357 527,59 €	113 433,83 €	96 213,31 €	12 981,23 €	100 509,20 €	114 867,65 €	115 880,62 €	326579,38 €	330794,36 €	331091,72 €

Anexo G: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da minimização do custo médio total com redução do valor presente - taxa aparente variável

										VPLn				Cn''			Cn (custo médio total)			
n	ano	custo energia(€/kWh)	Energia consumida (anual)(kWh)	CO	CM	custos totais	θ (taxa de inflação)	i (taxa de capitalizaçã	IA (taxa aparente)	(1+IA)^n	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	Cn'	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial
1	2006	0,0725 €	23126,40kWh	1 676,66 €	10858,50 €	12 535,16 €	1,50%	12,00%	13,68%	1,14	348 080,86 €	428 074,60 €	559 685,59 €	11 026,71 €	337 054,15 €	417 047,89 €	417 047,89 €	348 080,86 €	428 074,60 €	428 074,60 €
2	2007	0,0728 €	23126,40kWh	1 683,60 €	10858,50 €	12 542,10 €	7,40%	12,60%	20,93%	1,46	810 428,84 €	928 244,68 €	1 089 874,88 €	9 801,36 €	395 413,07 €	454 320,98 €	454 320,98 €	405 214,42 €	464 122,34 €	464 122,34 €
3	2008	0,0782 €	23126,40kWh	1 808,48 €	10858,50 €	12 666,98 €	1,40%	13,00%	14,58%	1,50	921 171,93 €	1 083 430,44 €	1 275 188,50 €	9 340,98 €	297 716,33 €	351 802,50 €	351 802,50 €	307 057,31 €	361 143,48 €	361 143,48 €
4	2009	0,0925 €	23126,40kWh	2 139,19 €	10858,50 €	12 997,69 €	-1,40%	13,90%	12,31%	1,59	1 056 239,19 €	1 248 798,23 €	1 443 149,98 €	9 048,43 €	255 011,36 €	303 151,12 €	303 151,12 €	264 059,80 €	312 199,56 €	312 199,56 €
5	2010	0,0882 €	23126,40kWh	2 039,75 €	10858,50 €	12 898,25 €	-1,30%	14,80%	13,31%	1,87	1 272 061,08 €	1 464 260,71 €	1 624 211,82 €	8 619,97 €	245 792,24 €	284 232,17 €	284 232,17 €	254 412,22 €	292 852,14 €	292 852,14 €
6	2011	0,0899 €	23126,40kWh	2 079,06 €	10858,50 €	12 937,56 €	4,50%	14,00%	19,13%	2,86	1 601 944,59 €	1 742 594,33 €	1 825 833,10 €	7 937,66 €	259 053,10 €	282 494,72 €	282 494,72 €	266 990,76 €	290 432,39 €	290 432,39 €
7	2012	0,1021 €	23126,40kWh	2 361,21 €	10858,50 €	13 219,71 €	0,40%	13,20%	13,65%	2,45	1 562 901,13 €	1 740 715,53 €	1 832 984,18 €	7 574,73 €	215 696,86 €	241 098,92 €	241 098,92 €	223 271,59 €	248 673,65 €	248 673,65 €
8	2013	0,1013 €	23126,40kWh	2 342,70 €	10858,50 €	13 201,20 €	1,50%	11,80%	13,48%	2,75	1 664 985,08 €	1 832 092,21 €	1 893 519,66 €	7 228,04 €	200 895,10 €	221 783,49 €	221 783,49 €	208 123,14 €	229 011,53 €	229 011,53 €
9	2014	0,1041 €	23126,40kWh	2 407,46 €	10858,50 €	13 265,96 €	0,70%	12,30%	13,09%	3,02	1 744 356,26 €	1 901 009,23 €	1 935 876,93 €	6 912,24 €	186 905,12 €	204 311,01 €	204 311,01 €	193 817,36 €	211 223,25 €	211 223,25 €
10	2015	0,0995 €	23126,40kWh	2 301,08 €	10858,50 €	13 159,58 €	0,40%	14,20%	14,66%	3,93	1 861 502,36 €	1 983 398,04 €	1 982 903,04 €	6 556,17 €	179 594,07 €	191 783,63 €	191 783,63 €	186 150,24 €	198 339,80 €	198 339,80 €
11	2016	0,0946 €	23126,40kWh	2 187,76 €	10858,50 €	13 046,26 €	-0,60%	13,60%	12,92%	3,81	1 882 754,36 €	2 007 265,96 €	1 994 981,45 €	6 271,82 €	164 887,67 €	176 206,91 €	176 206,91 €	171 159,49 €	182 478,72 €	182 478,72 €
12	2017	0,0836 €	23126,40kWh	1 933,37 €	10858,50 €	12 791,87 €	0,40%	14,00%	14,46%	5,05	1 967 538,73 €	2 058 445,24 €	2 021 799,14 €	5 960,07 €	158 001,49 €	165 577,03 €	165 577,03 €	163 961,56 €	171 537,10 €	171 537,10 €
13	2018	0,0798 €	23126,40kWh	1 845,49 €	10858,50 €	12 703,99 €	1,10%	14,30%	15,56%	6,55	2 023 713,00 €	2 090 188,54 €	2 037 904,91 €	5 650,76 €	150 019,47 €	155 132,98 €	155 132,98 €	155 670,23 €	160 783,73 €	160 783,73 €
14	2019	0,0865 €	23126,40kWh	2 000,43 €	10858,50 €	12 858,93 €	0,80%	14,60%	15,52%	7,53	2 053 874,34 €	2 107 236,53 €	2 045 949,97 €	5 369,04 €	141 336,27 €	145 147,85 €	145 147,85 €	146 705,31 €	150 516,90 €	150 516,90 €
15	2020	0,0788 €	23126,40kWh	1 822,36 €	10858,50 €	12 680,86 €	1,10%	14,90%	16,16%	9,46	2 083 671,51 €	2 121 601,26 €	2 052 940,20 €	5 100,43 €	133 811,00 €	136 339,65 €	136 339,65 €	138 911,43 €	141 440,08 €	141 440,08 €
16	2021	0,0824 €	23126,40kWh	1 905,62 €	10858,50 €	12 764,12 €	2,10%	15,20%	17,62%	13,42	2 109 502,92 €	2 132 333,39 €	2 058 546,44 €	4 841,12 €	127 002,82 €	128 429,72 €	128 429,72 €	131 843,93 €	133 270,84 €	133 270,84 €
17	2022	0,1536 €	23126,40kWh	3 552,22 €	10858,50 €	14 410,72 €	-1,40%	15,40%	13,78%	8,98	2 105 444,19 €	2 132 617,99 €	2 057 077,20 €	4 650,71 €	119 198,94 €	120 797,40 €	120 797,40 €	123 849,66 €	125 448,12 €	125 448,12 €

Anexo H: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente fixa

									Valor de cessão (Vn)			Valor Presente							RAUn		
n	ano	custo energia(€/kWh)	Energia consumida (anual)(kWh)	CO	CM	custos totais	iA (taxa aparente)	(1+iA)^n	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	X1	X2 (dep.linear)	X2 (soma dígitos)	x2 (exponencial)	VPL (linear)	VPL (soma dígitos)	VPL (exponencial)	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial
1	2006	0,0725 €	23126,40kWh	1 676,66 €	10858,50 €	12 535,16 €	14%	1,14	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €	1 725 122,45 €	10 995,76 €	1 724 276,06 €	1 644 506,85 €	1 513 265,30 €	352 903,60 €	432 672,80 €	563 914,35 €	402 310,11 €	493 247,00 €	642 862,36 €
2	2007	0,0728 €	23126,40kWh	1 683,60 €	10858,50 €	12 542,10 €	14%	1,30	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €	1 440 359,42 €	9 650,74 €	1 435 184,30 €	1 302 603,90 €	1 108 309,81 €	651 646,10 €	784 226,49 €	978 520,59 €	395 737,98 €	476 252,69 €	594 245,50 €
3	2008	0,0782 €	23126,40kWh	1 808,48 €	10858,50 €	12 666,98 €	14%	1,48	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €	1 202 601,75 €	8 549,85 €	1 191 092,75 €	1 026 336,41 €	811 721,93 €	904 287,50 €	1 069 043,84 €	1 283 658,33 €	389 505,09 €	460 470,83 €	552 912,05 €
4	2009	0,0925 €	23126,40kWh	2 139,19 €	10858,50 €	12 997,69 €	14%	1,69	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €	1 004 090,33 €	7 695,68 €	985 308,69 €	803 946,37 €	594 502,08 €	1 117 767,24 €	1 299 129,56 €	1 508 573,85 €	383 623,06 €	445 867,48 €	517 749,76 €
5	2010	0,0882 €	23126,40kWh	2 039,75 €	10858,50 €	12 898,25 €	14%	1,93	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €	838 346,85 €	6 698,95 €	812 104,54 €	625 671,23 €	435 411,08 €	1 297 670,33 €	1 491 799,32 €	1 674 363,79 €	377 990,02 €	434 536,60 €	487 714,62 €
6	2011	0,0899 €	23126,40kWh	2 079,06 €	10858,50 €	12 937,56 €	14%	2,19	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €	699 962,36 €	5 894,18 €	666 581,77 €	483 419,22 €	318 893,44 €	1 449 087,29 €	1 632 249,84 €	1 796 775,62 €	372 643,66 €	419 745,28 €	462 054,32 €
7	2012	0,1021 €	23126,40kWh	2 361,21 €	10858,50 €	13 219,71 €	14%	2,50	1 362 619,54 €	927 079,69 €	584 420,77 €	5 283,09 €	544 553,62 €	370 495,65 €	233 556,35 €	1 576 398,52 €	1 750 456,50 €	1 887 395,79 €	367 604,12 €	408 193,11 €	440 126,31 €
8	2013	0,1013 €	23126,40kWh	2 342,70 €	10858,50 €	13 201,20 €	14%	2,85	1 262 110,34 €	802 639,73 €	487 951,43 €	4 627,80 €	442 444,21 €	281 372,63 €	171 055,79 €	1 683 135,74 €	1 844 207,32 €	1 954 524,15 €	362 833,61 €	397 555,82 €	421 336,82 €
9	2014	0,1041 €	23126,40kWh	2 407,46 €	10858,50 €	13 265,96 €	14%	3,25	1 161 601,15 €	687 772,08 €	407 406,12 €	4 079,39 €	357 201,58 €	211 495,38 €	125 280,62 €	1 772 457,75 €	1 918 163,95 €	2 004 378,71 €	358 334,92 €	387 792,11 €	405 222,01 €
10	2015	0,0995 €	23126,40kWh	2 301,08 €	10858,50 €	13 159,58 €	14%	3,71	1 061 091,95 €	582 476,74 €	340 156,29 €	3 549,71 €	286 222,98 €	157 119,49 €	91 755,05 €	1 846 986,06 €	1 976 089,55 €	2 041 453,99 €	354 092,24 €	378 843,13 €	391 374,37 €
11	2016	0,0946 €	23126,40kWh	2 187,76 €	10858,50 €	13 046,26 €	14%	4,23	960 582,76 €	486 753,69 €	284 007,27 €	3 086,97 €	227 290,57 €	115 174,38 €	67 201,05 €	1 909 005,45 €	2 021 121,64 €	2 069 094,96 €	350 100,66 €	370 662,13 €	379 460,16 €
12	2017	0,0836 €	23126,40kWh	1 933,37 €	10858,50 €	12 791,87 €	14%	4,82	860 073,56 €	400 602,95 €	237 126,67 €	2 655,07 €	178 516,10 €	83 148,79 €	49 217,80 €	1 960 434,99 €	2 055 802,30 €	2 089 733,29 €	346 348,73 €	363 197,21 €	369 191,77 €
13	2018	0,0798 €	23126,40kWh	1 845,49 €	10858,50 €	12 703,99 €	14%	5,49	759 564,37 €	324 024,52 €	197 984,58 €	2 313,01 €	138 293,42 €	58 994,95 €	36 046,93 €	2 002 970,67 €	2 082 269,15 €	2 105 217,16 €	342 835,80 €	356 408,82 €	360 336,68 €
14	2019	0,0865 €	23126,40kWh	2 000,43 €	10858,50 €	12 858,93 €	14%	6,26	659 055,17 €	257 018,39 €	165 303,60 €	2 053,70 €	105 257,69 €	41 048,40 €	26 400,64 €	2 038 060,10 €	2 102 269,39 €	2 116 917,16 €	339 559,45 €	350 257,30 €	352 697,76 €
15	2020	0,0788 €	23126,40kWh	1 822,36 €	10858,50 €	12 680,86 €	14%	7,14	558 545,98 €	199 584,56 €	138 017,22 €	1 776,54 €	78 250,33 €	27 961,10 €	19 335,73 €	2 066 844,01 €	2 117 133,24 €	2 125 758,61 €	336 500,73 €	344 688,27 €	346 092,55 €
16	2021	0,0824 €	23126,40kWh	1 905,62 €	10858,50 €	12 764,12 €	14%	8,14	458 036,78 €	151 723,04 €	115 234,95 €	1 568,60 €	56 288,90 €	18 645,50 €	14 161,41 €	2 090 374,04 €	2 128 017,44 €	2 132 501,53 €	333 655,89 €	339 664,36 €	340 380,08 €
17	2022	0,1536 €	23126,40kWh	3 552,22 €	10858,50 €	14 410,72 €	14%	9,28	357 527,59 €	113 433,83 €	96 213,31 €	1 553,47 €	38 541,36 €	12 228,13 €	10 371,77 €	2 109 675,05 €	2 135 988,28 €	2 137 844,65 €	331 040,58 €	335 169,53 €	335 460,82 €

Anexo I: Cálculos auxiliares usados nos Métodos de Substituição - Método da Renda Anual Uniforme – taxa aparente variável – custos de manutenção variáveis.

								Valor de cessão (Vn)			Valor Presente							RAUn			
n	ano	custo energia(€/kWh)	Energia consumida (anual)(kWh)	CO	CM	custos totais	IA (taxa aparente)	(1+IA)^n	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial	X1	X2 (dep.linear)	X2 (soma dígitos)	x2 (exponencial)	VPL (linear)	VPL (soma dígitos)	VPL (exponencial)	Linear	Soma dos dígitos	Exponencial
1	2006	0,0725 €	23126,40kWh	1 676,66 €	8 690,00 €	10 366,66 €	13,68%	1,14	1 965 674,71 €	1 874 737,81 €	1 725 122,45 €	9 119,16 €	1 729 129,75 €	1 649 136,01 €	1 517 525,02 €	346 173,31 €	426 167,05 €	557 778,04 €	393 529,82 €	484 466,71 €	634 082,08 €
2	2007	0,0728 €	23126,40kWh	1 683,60 €	9 245,00 €	10 928,60 €	20,93%	1,46	1 865 165,51 €	1 692 864,03 €	1 440 359,42 €	7 472,73 €	1 275 357,77 €	1 157 541,94 €	984 885,03 €	807 418,02 €	925 233,86 €	1 097 890,77 €	534 471,28 €	612 459,60 €	726 750,04 €
3	2008	0,0782 €	23126,40kWh	1 808,48 €	10 620,00 €	12 428,48 €	14,58%	1,50	1 764 656,32 €	1 520 562,56 €	1 202 601,75 €	8 261,69 €	1 173 034,92 €	1 010 776,41 €	799 415,63 €	918 002,57 €	1 080 261,08 €	1 291 621,85 €	399 279,72 €	469 853,08 €	561 783,19 €
4	2009	0,0925 €	23126,40kWh	2 139,19 €	6 572,00 €	8 711,19 €	12,31%	1,59	1 664 147,12 €	1 357 833,38 €	1 004 090,33 €	5 476,15 €	1 046 138,44 €	853 579,40 €	631 204,71 €	1 050 375,19 €	1 242 934,23 €	1 465 308,92 €	348 046,55 €	411 851,86 €	485 536,71 €
5	2010	0,0882 €	23126,40kWh	2 039,75 €	7 631,00 €	9 670,75 €	13,31%	1,87	1 563 637,93 €	1 204 676,51 €	838 346,85 €	5 178,03 €	837 222,69 €	645 023,06 €	448 878,22 €	1 264 468,97 €	1 456 668,61 €	1 652 813,44 €	362 208,94 €	417 264,80 €	473 450,77 €
6	2011	0,0899 €	23126,40kWh	2 079,06 €	11 030,00 €	13 109,06 €	19,13%	2,86	1 463 128,73 €	1 061 091,95 €	699 962,36 €	4 586,11 €	511 865,30 €	371 215,56 €	244 876,91 €	1 594 412,48 €	1 735 062,22 €	1 861 400,87 €	469 134,52 €	510 518,82 €	547 692,28 €
7	2012	0,1021 €	23126,40kWh	2 361,21 €	9 865,00 €	12 226,21 €	13,65%	2,45	1 362 619,54 €	927 079,69 €	584 420,77 €	4 991,50 €	556 305,86 €	378 491,46 €	238 596,83 €	1 554 963,42 €	1 732 777,81 €	1 872 672,45 €	358 767,00 €	399 793,00 €	432 070,02 €
8	2013	0,1013 €	23126,40kWh	2 342,70 €	10 999,00 €	13 341,70 €	13,48%	2,75	1 262 110,34 €	802 639,73 €	487 951,43 €	4 852,31 €	459 023,12 €	291 915,99 €	177 465,46 €	1 657 098,47 €	1 824 205,59 €	1 938 656,13 €	350 974,98 €	386 368,42 €	410 609,15 €
9	2014	0,1041 €	23126,40kWh	2 407,46 €	9 700,00 €	12 107,46 €	13,09%	3,02	1 161 601,15 €	687 772,08 €	407 406,12 €	4 002,86 €	384 037,82 €	227 384,84 €	134 692,84 €	1 736 086,62 €	1 892 739,60 €	1 985 431,60 €	339 393,00 €	370 017,58 €	388 138,23 €
10	2015	0,0995 €	23126,40kWh	2 301,08 €	8 985,00 €	11 286,08 €	14,66%	3,93	1 061 091,95 €	582 476,74 €	340 156,29 €	2 874,38 €	270 243,25 €	148 347,56 €	86 632,40 €	1 852 755,57 €	1 974 651,26 €	2 036 366,43 €	364 348,43 €	388 319,48 €	400 455,91 €
11	2016	0,0946 €	23126,40kWh	2 187,76 €	22 877,00 €	25 064,76 €	12,92%	3,81	960 582,76 €	486 753,69 €	284 007,27 €	6 586,45 €	252 419,51 €	127 907,90 €	74 630,71 €	1 877 165,77 €	2 001 677,37 €	2 054 954,57 €	328 937,02 €	350 755,27 €	360 091,07 €
12	2017	0,0836 €	23126,40kWh	1 933,37 €	8 100,00 €	10 033,37 €	14,46%	5,05	860 073,56 €	400 602,95 €	237 126,67 €	1 985,11 €	170 166,01 €	79 259,51 €	46 915,64 €	1 961 404,37 €	2 052 310,87 €	2 084 654,74 €	353 476,04 €	369 858,83 €	375 687,70 €
13	2018	0,0798 €	23126,40kWh	1 845,49 €	9 610,00 €	11 455,49 €	15,56%	6,55	759 564,37 €	324 024,52 €	197 984,58 €	1 748,43 €	115 930,73 €	49 455,19 €	30 217,97 €	2 017 388,08 €	2 083 863,62 €	2 103 100,84 €	370 381,70 €	382 586,26 €	386 118,11 €
14	2019	0,0865 €	23126,40kWh	2 000,43 €	8 633,00 €	10 633,43 €	15,52%	7,53	659 055,17 €	257 018,39 €	165 303,60 €	1 411,37 €	87 476,15 €	34 113,96 €	21 940,69 €	2 047 254,03 €	2 100 616,23 €	2 112 789,50 €	366 285,22 €	375 832,53 €	378 010,52 €
15	2020	0,0788 €	23126,40kWh	1 822,36 €	13 820,00 €	15 642,36 €	16,16%	9,46	558 545,98 €	199 584,56 €	138 017,22 €	1 652,85 €	59 018,91 €	21 089,16 €	14 583,63 €	2 077 364,13 €	2 115 293,88 €	2 121 799,41 €	375 455,68 €	382 310,98 €	383 486,76 €
16	2021	0,0824 €	23126,40kWh	1 905,62 €	12 905,00 €	14 810,62 €	17,62%	13,42	458 036,78 €	151 723,04 €	115 234,95 €	1 103,88 €	34 138,84 €	11 308,37 €	8 588,80 €	2 103 348,07 €	2 126 178,55 €	2 128 898,11 €	400 439,01 €	404 785,52 €	405 303,28 €
17	2022	0,1536 €	23126,40kWh	3 552,22 €	9 111,00 €	12 663,22 €	13,78%	8,98	357 527,59 €	113 433,83 €	96 213,31 €	1 409,74 €	39 801,85 €	12 628,05 €	10 710,97 €	2 099 094,80 €	2 126 268,60 €	2 128 185,68 €	325 594,52 €	329 809,50 €	330 106,86 €