

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIAS DA SAÚDE DE LISBOA**

**Criação de um algoritmo para avaliação da  
obsolescência de equipamentos médicos**

**Nome da aluna:** Inês Barbosa Figueiredo

**Nome do orientador:** Dr. Luís Freire – Escola Superior de Tecnologias da  
Saúde de Lisboa - ESTeSL

Mestrado em Tecnologias de Física Médica

*Lisboa, 2021*

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIAS DA SAÚDE DE LISBOA**

**Criação de um algoritmo para avaliação da  
obsolescência de equipamentos médicos**

**Nome da aluna:** Inês Barbosa Figueiredo

**Nome do orientador:** Dr. Luís Freire – Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa - ESTeSL

**Júri:**

**Presidente:** Dr. Nuno Teixeira – Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa - ESTeSL

**Arguente:** Eng.º António Faria Gomes – Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica - CATIM

(esta versão incluiu as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Mestrado em Tecnologias de Física Médica

*Lisboa, 2021*



## **Agradecimentos**

---

Ao Engenheiro Joaquim Peixoto, por toda a disponibilidade e apoio.

Ao Doutor Luís Freire, pela orientação e paciência.

À minha família.

Ao Francisco.

À Monique.

Um grande obrigada a todos pela disponibilidade, paciência e apoio.

Os hospitais necessitam de implementar ferramentas de gestão de tecnologias médicas para atingir objetivos institucionais e promover a segurança, qualidade e eficácia clínicas. Das ferramentas necessárias incluem-se as que gerem as substituições dos equipamentos médicos hospitalares.

No Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central (CHULC), as substituições de equipamentos nem sempre ocorrem de forma planeada. Além do CHULC ter um plano, este é pouco criterioso.

Para resolver este problema, este trabalho propõe uma ferramenta de substituição alternativa às já existentes, capaz de informar o hospital, de forma clara e metodológica, da necessidade de substituição que atualmente qualquer tipo de equipamentos apresenta.

**Palavras-chave:** hospitais, ferramentas, CHULC, substituição

## Abstract

---

Hospitals need to implement medical technology management tools to achieve institutional goals and promote clinical safety, quality, and effectiveness. The necessary tools include those that manage the replacement of hospital medical equipment.

At the University Hospital Center of Central Lisbon, equipment replacements do not always occur in a planned manner. Besides the CHULC having a plan, this plan is not very thorough.

To solve this problem, this work proposes an alternative replacement tool to the existing ones, capable of informing the hospital, in a clear and methodological way, of the need for replacement that currently presents any type of equipment.

**Keywords:** hospitals, tools, CHULC, replacement

# Índice

---

Agradecimentos.....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras .....	1
Índice de Tabelas .....	2
Índice de Equações .....	3
Lista de Abreviaturas .....	4
1. Introdução.....	5
2. O Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central.....	6
2.1 O Hospital de São José.....	6
2.2 O Hospital Santo António dos Capuchos.....	7
2.3 O Hospital de Santa Marta .....	9
2.4 O Hospital Dona Estefânia .....	10
2.5 O Hospital Curry Cabral .....	11
2.6 A Maternidade Dr. Alfredo da Costa .....	13
Revisão Bibliográfica .....	16
3.1 Equipamentos médico hospitalares.....	17
3.2 Ciclo de vida de equipamentos médicos.....	18
3.3 Obsolescência de equipamentos médicos.....	19
3.4 Tipos de manutenção.....	20
3.4.1 Manutenção Corretiva.....	21
3.4.2 Manutenção Preventiva .....	21
3.4.3 Manutenção Preditiva .....	22
4. Metodologia .....	25
4.1 Parâmetros utilizados.....	26
4.2 Avaliação Técnica (AT) .....	26

4.2.1 Média Temporal das Falhas (MTF) .....	26
4.2.2 Vida Útil Remanescente (VUR).....	27
4.3 Avaliação da Criticidade (AC).....	28
4.3.1 Função que o equipamento desempenha (F).....	28
4.3.2 Nível de Risco (R).....	29
4.4 Avaliação económica (AE) .....	29
4.4.1 Custos .....	29
4.5 Obsolescência dos equipamentos.....	30
5. Resultados.....	33
5.1 Equipamentos utilizados para estudo .....	33
5.1.1 Equipamentos e a sua respetiva função (F).....	34
5.1.2 Equipamentos e o seu respetivo Nível de risco (R).....	35
5.1.3 Equipamentos e respetiva Vida Útil Remanescente (VUR).....	35
5.1.4 Equipamentos e os respetivos Custos (C) .....	36
5.1.5 Equipamentos e a sua respetiva MTF.....	37
5.2 Cálculo da obsolescência utilizando o algoritmo.....	38
5.2.1 Cenário 1 .....	39
5.2.2 Cenário 2 .....	40
5.2.3 Cenário 3 .....	42
5.3 Plano de investimento .....	43
5.3.1 Cenário 1 .....	43
5.3.2 Cenário 2 .....	44
5.3.3 Cenário 3 .....	44
6. Conclusão.....	46
Bibliografia.....	48
Anexos .....	52
Anexo I.....	52
Anexo II.....	58



## Índice de Figuras

---

Figura 2.1 – Entrada do Hospital de São José (Fonte: Jornal Económico, 2020).....	7
Figura 2.2 – Entrada principal do Hospital Santo António dos Capuchos (Fonte: TVI 24, 2020). .....	8
Figura 2.3 – Edifício do Hospital de Santa Marta (Fonte: Lisbon Lovers, S.D.).....	10
Figura 2.5 – Entrada principal do Hospital Curry Cabral (Fonte: Observador, 2020) ...	13
Figura 2.6 - Edifício da Maternidade Dr. Alfredo da Costa (Fonte: Esteves, 2016).....	15
Figura 3.1 - Ciclo de vida das tecnologias em saúde (intensidade de uso em função do tempo) (Fonte: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, 2013) .....	18
Figura 3.2 – Tipos de Manutenção (Fonte: Farinha, 1997).....	20
Figura 3.3 - Comparação de custos entre os 3 tipos de manutenção (Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN), S.D.) .....	23

## Índice de Tabelas

---

Tabela 4.1 - MTF e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011) .....	27
Tabela 4.2 - Vida Útil Remanescente e a sua pontuação (Fonte: Normas ECRI presentes no Anexo I deste trabalho) .....	28
Tabela 4.3 - Função que o equipamento desempenha e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011).....	28
Tabela 4.4 - Nível de risco e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011) .....	29
Tabela 4.5 - Custos e as suas pontuações (Fonte: Dyro, 2004).....	30
Tabela 4.6 - Classificação do grau de obsolescência e o seu respetivo significado ....	32
Tabela 5.1 - Lista de equipamentos utilizados para estudo com o respetivo número de inventário, número de série, marca e ano de fabrico .....	33
Tabela 5.2 – Equipamentos e a sua respetiva função.....	34
Tabela 5.3 - Equipamentos e o seu respetivo nível de risco .....	35
Tabela 5.4 – Equipamentos e a sua respetiva Vida Útil Remanescente e pontuação para a mesma.....	35
Tabela 5.5 - Equipamentos e os seus respetivos custos.....	36
Tabela 5.6 - Equipamentos e a sua respetiva MTF .....	37
Tabela 6.1 – Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 1 .....	39
Tabela 6.2 - Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 2 .....	41
Tabela 6.3 - Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 3 .....	42
Tabela 6.4 – Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 1 e o respetivo valor que isso implica.....	43
Tabela 6.5 - Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 2 e o respetivo valor que isso implica.....	44
Tabela 6.6 - Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 2 e o respetivo valor que isso implica.....	44

## Índice de Equações

---

Equação 4.1 – Fórmula utilizada para o cálculo da MTF.....	27
Equação 4.2 – Fórmula para o cálculo da VUR .....	27
Equação 4.3 – Fórmula para o cálculo dos custos.....	30
Equação 4.4 – Fórmula proposta para avaliação da obsolescência.....	31
Equação 4.5 – Fórmula para a avaliação técnica.....	31
Equação 4.6 - Fórmula para a avaliação da criticidade.....	31

## Lista de Abreviaturas

---

CHULC	Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central
HCL	Hospitais Cívicos de Lisboa
OMS	Organização Mundial de Saúde
EMH	Equipamentos Médico-Hospitalares
EAS	Estabelecimento de Assistência à Saúde
SIE	Serviços de Instalações e Equipamentos
F	Função que o equipamento desempenha
R	Nível de Risco
VUR	Vida Útil Remanescente
C	Custos
MTF	Média Temporal das Falhas
VUE	Vida Útil Estimada
CM	Custos de Manutenção
CA	Custos de Aquisição
NTA	Número Total de Avarias
ID	Idade do equipamento

# 1. Introdução

---

A prática da medicina moderna é auxiliada por um forte recurso à tecnologia e, de uma forma geral, todas as especialidades médicas dependem de alguma maneira da tecnologia médica para atingir os seus objetivos, tanto no campo da prevenção como no campo do diagnóstico e tratamento médicos (David & Jahnke, *Medical Technology Management: From Planning to Application*, 2005).

Torna-se assim necessário criar e implementar metodologias de avaliação e gestão de tecnologias, nomeadamente para o parque de equipamentos médicos hospitalares, uma vez que o número destes tem vindo a aumentar de uma forma consistente ao longo das últimas décadas (David & Jahnke, *Medical Technology Management: From Planning to Application*, 2005).

Atualmente, os *softwares* de gestão e manutenção dos equipamentos médicos utilizados na grande maioria dos hospitais nacionais não permitem efetuar planos de substituição de equipamentos médicos de acordo com critérios pré-estabelecidos.

Para resolver este problema, este trabalho propõe um modelo de apoio à substituição de equipamentos médicos, capaz de informar os responsáveis hospitalares, de forma clara e metodológica, acerca das prioridades de substituição dos equipamentos médicos.

Este modelo foi implementado aos equipamentos médicos do Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central (CHULC). A otimização e validação da ferramenta proposta continuará ao longo do ano de 2022, mas são apresentados neste trabalho os resultados e conclusões iniciais.

## **2. O Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central**

---

O Centro Hospitalar de Lisboa Central, foi criado em 28 de Fevereiro de 2007 e juntou os Hospitais de São José, Santo António dos Capuchos, Santa Marta e de Dona Estefânia. Em 2012 ocorre a extinção e integração por fusão no Centro Hospitalar de Lisboa Central, do Hospital de Curry Cabral e da Maternidade Doutor Alfredo da Costa. A história destes hospitais remonta ao longínquo século XV e nasce no Hospital de Todos-os-Santos.

Com o terramoto de 1755 e a destruição de Todos-os-Santos surge o Hospital de São José que, durante o final do século XIX e início do século XX, veio a agregar em torno de si um conjunto de outros hospitais dando origem inicialmente ao grupo Hospital São José e Anexos e posteriormente ao grupo Hospitais Cívicos de Lisboa (HCL) em 1913.

Em 1989 deu-se a separação dos Hospitais Cívicos de Lisboa em diferentes hospitais mantendo-se como único grupo, o Subgrupo Hospitalar Capuchos, Desterro e Arroios.

A necessidade de potenciar, através de uma gestão comum, as capacidades disponíveis nas unidades hospitalares e para dar resposta a insuficiências múltiplas de rentabilização de recursos originou a criação do Centro Hospitalar de Lisboa – Zona Central. Foram assim extintos o Hospital de São José e o subgrupo hospitalar Capuchos, Desterro, Arroios. Durante todo este processo foram encerrados os Hospitais de Arroios e do Desterro. Se esta foi a história de como surgiu o atual Centro também importa conhecer a história de cada um dos hospitais que o constituem (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

### **2.1 O Hospital de São José**

Situado no Campo de Sant'Ana, sobranceiro ao Rossio, o Colégio de Santo Antão-o-Novo, de 24 de Janeiro, seria completado com uma grandiosa igreja. A sacristia, da autoria do Arquitecto João Antunes construída entre 1696 e 1700 ainda hoje existe praticamente intacta, é monumento nacional e é a atual capela do Hospital de São José.

Em pleno século XVIII assiste-se à saída dos Jesuítas do nosso país e o então célebre Colégio de Santo Antão-o-Novo passa a abrigar os doentes provenientes do Hospital de

Todos-os-Santos então destruído pelo terramoto de 1755. Assim surge o Hospital Real de São José.

O Hospital de São José viu nascer novas especialidades como a Cirurgia Plástica e Reconstrutiva, a Cirurgia Maxilo-Facial e as primeiras unidades de Cuidados Intensivos, de Queimados, de Neurotraumatologia e Vertebro-Medular.

Nos últimos anos, o Hospital tem vindo a modernizar-se com os limites decorrentes da sua origem conventual. Tal como em todos os outros hospitais do grupo nele se pratica uma medicina moderna em edifícios velhos e reconstruídos. Juntando ciência e arte naquele que é um dos mais importantes monumentos de Lisboa (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

Na Figura 2.1, podemos ver uma das entradas principais do Hospital de São José.



*Figura 2.1 – Entrada do Hospital de São José (Fonte: Jornal Económico, 2020).*

## **2.2 O Hospital Santo António dos Capuchos**

O Hospital de Santo António dos Capuchos encontra-se instalado no centro de Lisboa, no antigo Campo do Curral, atualmente Campo de Sant'Ana, tendo sido criado oficialmente em 1928.

O edifício principal do hospital resulta de várias transformações que sofreu o antigo Convento de Santo António dos Capuchos inaugurado em 1579 e entregue aos Padres Recoletos da Custódia de Santo António. Em 1836, a rainha D. Maria II fundou nas suas instalações o Asilo de Mendicidade de Lisboa. O espaço ocupado pelo Asilo foi aumentado à conta da construção de vários pavilhões e pela compra, em 1854, do Palácio dos Condes de Murça, datado do século XVII. Esta evolução histórica da estrutura física do hospital justifica a dispersão dos diversos serviços por vários edifícios. Tal facto levou a que o Hospital tenha crescido condicionado pela gestão dos espaços físicos existentes, alguns dos quais considerados património nacional.

O Hospital foi oficialmente criado em 1928 possuindo 9 serviços clínicos à data da sua criação. Ao longo dos anos várias foram as alterações realizadas de forma a podê-lo adaptar às necessidades de uma medicina mais moderna.

O hospital detém valências únicas no Centro como o caso da Dermatologia, Hematologia e Oncologia que constituíram todas elas unidades pioneiras no país ao nível das respetivas especialidades (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

Na Figura 2.2, podemos ver a entrada principal do Hospital Santo António dos Capuchos.



*Figura 2.2 – Entrada principal do Hospital Santo António dos Capuchos (Fonte: TVI 24, 2020).*

## 2.3 O Hospital de Santa Marta

O Convento de Santa Marta, fundado no Séc. XVI, começou a funcionar ao serviço da saúde em 1890 pelo que passou a ter a designação de Hospício dos Clérigos Pobres. Existindo primeiro como Recolhimento de Santa Marta de Jesus e anos mais tarde, já no século XVII, como Convento do mesmo nome.

Em 1890 o edifício foi usado como hospital improvisado para albergar as muitas vítimas de um surto de gripe que alvoroçou a cidade e posteriormente como hospital de doenças venéreas. Veio posteriormente a juntar-se ao Hospital de São José

Em 1910 foi atribuída oficialmente ao Hospital de Santa Marta a função de Escola Médico Cirúrgica de Lisboa assumindo um importante papel no ensino da Medicina em Lisboa. Manteve esta função até 1953, data em que a clínica universitária é transferida para o recém-criado Hospital de Santa Maria. Com esta transferência o Hospital de Santa Marta volta a integrar-se no grupo Hospitais Cíveis de Lisboa onde se manteve até ao final do século XX.

Considerado como uma das principais escolas de Medicina Interna durante a segunda metade do século XX com a figura de Carlos George veio a ganhar uma especial diferenciação na área cardiovascular com a inovação trazida por Machado Macedo.

Entra no século XXI como um dos principais centros de referência a nível do diagnóstico e tratamentos das doenças cardiovasculares a nível nacional (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

Na Figura 2.3, podemos ver o edifício do Hospital de Santa Marta.



*Figura 2.3 – Edifício do Hospital de Santa Marta (Fonte: Lisbon Lovers, S.D.).*

## **2.4 O Hospital Dona Estefânia**

Era um período de epidemias de cólera e febre amarela e, o casal real, visitava frequentemente os doentes hospitalizados. Numa dessas visitas ao Hospital de São José, impressionada com a promiscuidade com que na mesma enfermaria eram tratadas crianças e adultos, a Rainha ofereceu o seu dote de casamento para que aí fosse criada uma enfermaria para aquelas, e manifestou o desejo de construir um hospital para crianças pobres e enfermas.

A morte prematura da Rainha em 1859, não permitiu ver realizado este sonho, mas, em sua memória, Dom Pedro V fundou o Hospital da Bemposta em 1860 e iniciou a sua construção. Falecido em 1861, o seu irmão o Rei Dom Luiz deu continuidade à obra e inaugurou o Hospital da Bemposta em 1877, a 17 de Julho, dia da morte da Rainha. O povo encarregar-se-ia de prestar a própria homenagem à Rainha que tanto amara, denominando-o definitivamente Hospital de Dona Estefânia. A sua construção foi primorosamente planeada.

O edifício original estava dividido em quatro corpos principais, formando cruz e era constituído por dois pisos de enfermarias” ... num total de quatro enfermarias, cada uma destinada a 32 camas. Cada enfermaria tinha cerca de 45m de comprimento, 12m de largura e 6m de altura. Estas dimensões proporcionavam a cada doente 60.3 m de espaço cúbico. Havia 20 janelas por enfermaria, 18 nas paredes laterais e 2 num dos

topos, cabendo duas camas a cada janela. A ventilação, medida higiénica tão importante no século XIX, era complementada com a existência de aberturas colocadas na parte inferior e superior das paredes e pela aspiração de duas chaminés em cada enfermaria. O local escolhido era propriedade da Casa Real – a parte norte da quinta do paço real da Bemposta chamada da “Quinta Velha”, “encosta arejada nos arredores da cidade”, com vegetação abundante, pertencente ao parque real, e espaço suficiente para construções de apoio e jardins. Em mais de 300 anos da história da saúde em Portugal e até à data da inauguração, o Hospital da Bemposta foi a primeira construção hospitalar construída em Lisboa, planeada especificamente para esse efeito. E assim nasceu o Hospital de Dona Estefânia (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

Na Figura 2.4, podemos ver a entrada principal do Hospital Dona Estefânia.



*Figura 2.4 – Entrada principal do Hospital Dona Estefânia (Fonte: Santos, 2020).*

## **2.5 O Hospital Curry Cabral**

Iniciada em 1902, por Despacho Ministerial de 8 de Novembro, nos terrenos onde existia o “Recolhimento da Associação das Servitas de Nossa Senhora das Dores”, a construção do Hospital de Curry Cabral, só terá sido possível com o financiamento, no valor de trezentos contos, concedido pela Caixa Geral de Depósitos.

Seguindo as teorias mais avançadas da época para a conceção de hospitais, é projetado e construído numa estrutura pavilionar, constituída por 22 pavilhões autónomos e uma lotação de 728 camas especializadas em doenças infecciosas, o Hospital de Curry Cabral.

A construção fica concluída em Dezembro de 1904 e recebe, em Janeiro de 1906, os seus primeiros doentes, transferidos do Hospital Rainha Dona Amélia e de outros hospitais (doentes tuberculosos e, posteriormente, outros doentes infectocontagiosos). Então designado por Hospital de Doenças Infectocontagiosas é integrado, em 1913, no Grupo Hospitais Cívicos de Lisboa, que agrega os hospitais de Dona Estefânia, Santa Marta, Arroios, São José e Capuchos/Desterro, sendo rebatizado, em 1929, com o nome de Hospital de Curry Cabral, em homenagem ao seu fundador, o Enfermeiro-Mor José Curry da Câmara Cabral.

A partir da segunda metade da década de noventa, o Hospital, praticamente intacto desde a sua construção e em estado de franca degradação das suas infraestruturas, inicia uma fase de modernização das suas instalações e equipamentos.

Em Fevereiro de 1992, passa a dispor de um Serviço de Urgência próprio, médico-cirúrgico e ortopédico. Em Junho de 1998 é inaugurado um novo edifício, dedicado à atividade de urgência, embrião de uma nova construção mais ambiciosa, que hoje alberga já mais de 60% da capacidade de internamento, em instalações novas e funcionais. É nesta fase que é integrada a valência de Cardiologia e de Psiquiatria, esta atualmente dependente do Centro Hospitalar de Psiquiatria de Lisboa.

É de salientar o grande desenvolvimento operado na área da Transplantação Hepatobiliar, que é hoje considerado o maior centro do seu género no país e, provavelmente, no mundo. Destacam-se, ainda, os Cuidados Intensivos e a Nefrologia, o que faz com que o Hospital detenha um dos mais elevados níveis de complexidade na prestação de cuidados de saúde dos Hospitais Portugueses.

Na Figura 2.5, podemos ver a entrada principal do Hospital Curry Cabral.



Figura 2.5 – Entrada principal do Hospital Curry Cabral (Fonte: Observador, 2020)

## 2.6 A Maternidade Dr. Alfredo da Costa

Consta que a obra especial de proteção e defesa da mulher grávida terá tido início no ano de 1755, após o terramoto que destruiu mais de metade da cidade de Lisboa. Um dos edifícios destruídos, não só pelo terramoto, mas também pelo incêndio subsequente, foi o Hospital de Todos os Santos cujos enfermos tiveram de ser transferidos para o Colégio de Santo Antão.

Das nove enfermarias de mulheres existentes neste hospital, uma foi destinada a grávidas e a puérperas. Alguns anos mais tarde, a enfermaria de Santa Bárbara foi transferida para um espaço mais amplo e arejado, num andar superior do mesmo edifício, ficando com cinquenta e cinco camas.

Foi neste espaço que o professor Alfredo da Costa, com outros grandes mestres, distribuíram o seu saber pelas mulheres e alunos. Porém, com o decorrer do tempo as deficiências iam-se agravando. As inadequadas instalações e a carência de muito material indispensável ao bom funcionamento da enfermaria de Santa Bárbara eram as maiores preocupações. Em 1906, na qualidade de diretor da Maternidade de Santa

Bárbara, o Professor Alfredo da Costa não se cansava de pedir apoios ao Enfermeiro-Mor dos Hospitais, o médico Curry Cabral, seu amigo e companheiro de consultório.

Desesperado por não conseguir melhorar as condições indignas em que as grávidas e puérperas viviam na Maternidade, elaborou um exaustivo relatório, onde na sua introdução começava por questionar “Maternidade ou antecâmara de um inferno feminino?”. Entregou este documento ao Conselho da Escola Médico-Cirúrgica de Lisboa, mesmo sabendo-se sujeito à malquerença “de quem de direito”. Em 2 de Abril de 1910 falecia o ilustre professor, sem ter visto realizado o sonho que acalentava desde 1898, ano em que assumiu a regência da cadeira de Obstetrícia da Escola Médico-Cirúrgica de Lisboa, para o qual sempre com tanta dedicação e entusiasmo trabalhara.

No dia 31 de Maio de 1932, é inaugurada a Maternidade de Lisboa sob o nome titular, em justíssima homenagem à vida e à obra de quem por ela primeiro lutara, o Dr. Alfredo da Costa. E no dia 5 de Dezembro de 1932 abre finalmente ao público. A lotação inicial da Maternidade era de 300 camas, 250 das quais destinadas a Obstetrícia e 50 a Ginecologia. Entretanto, observou-se um movimento muito rápido de crescimento e o número de grávidas com assistência médica pública sextuplicou logo no 1º ano.

Desde a sua abertura, até ao ano de 2005 nasceram na Maternidade Doutor Alfredo da Costa mais de 540 mil crianças, número que tem feito desta instituição a maior de Portugal. Todavia, o seu papel tem ido muito mais além do que a assistência a nascimentos e tem sabido acompanhar a evolução científica bem como adaptar-se aos novos desafios do Século (Serviço Nacional de Saúde, 2021).

Na Figura 2.6, podemos ver o edifício da Maternidade Dr. Alfredo da Costa.



Figura 2.6 - Edifício da Maternidade Dr. Alfredo da Costa (Fonte: Esteves, 2016)

## Revisão Bibliográfica

---

Os equipamentos médico hospitalares (EMH) são sistemas empregues na prestação de cuidados de saúde à população, operados por médicos, enfermeiros ou técnicos. Estes podem incorporar mecanismos mecânicos, eletrónicos, hidráulicos, pneumáticos, incorporar *software* (Carmo, Ogliari, & Nascimento, 2007) e serem utilizados em prevenção, diagnóstico, tratamento ou na criação do conforto necessário para o paciente quando se executam exames terapêuticos, de diagnóstico ou profiláticos (Kabatov, 1970).

Atualmente, os meios tradicionais de prestação de cuidados de saúde estão a ser substituídos por alternativas, tais como a telemedicina, a clínica externa e o crescimento da cirurgia de ambulatório, esperando, nestes 3 casos, que se atinjam determinadas metas e objetivos os quais incluem parâmetros administrativos, clínicos, fiscais e financeiros, os quais influenciam a forma como os equipamentos são integrados, operacionalizados, mantidos, retirados e substituídos nos hospitais (David & Jahnke, *Planning hospital medical technology management*, 2004).

Esta transformação está a ser conduzida por 3 principais motivações, a saber:

- ✓ Os custos;
- ✓ A tecnologia, e:
- ✓ A expectativa social.

O impacto dessas 3 motivações pode variar ao longo do tempo, assim como a sua importância relativa e o fator humano que as interage, no entanto é sempre a conjugação dessas forças que impulsiona os hospitais a identificar objetivos, a definir prioridades e recursos eficazes para atingir esses objetivos da melhor maneira possível (David & Jahnke, *Planning hospital medical technology management*, 2004).

A aplicação do conhecimento sobre a gestão ótima das várias fases do ciclo de vida de um equipamento 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 (David & Jahnke, *Planning hospital medical technology management*, 2004).

O planeamento e a aquisição de um equipamento novo, assim como a otimização do inventário de equipamentos já existentes num hospital, necessitam da experiência e da envolvimento de profissionais que assegurem a especificação correta e eficaz de critérios de avaliação, gestão, monitorização e seleção dos equipamentos, de acordo com as

necessidades dos utilizadores, e que conheçam as tecnologias existentes no mercado, o impacto que estes poderão ter na instituição, e a necessidade clínica e preferência do mercado sobre as mesmas. Entre esses profissionais incluem-se os engenheiros biomédicos, dado que estes profissionais têm uma formação em engenharia, ciências da vida e gestão, conseguindo aliar esses fatores ao desenvolvimento de ferramentas que promovam os cuidados de saúde (David & Jahnke, *Medical Technology Management: From Planning to Application*, 2005).

Como referência ao caso português, e no contexto do Serviço Nacional de Saúde, não existe legislação que estabeleça normas de programação e procedimentos a seguir, especificamente, na manutenção e utilização dos EMH e na avaliação da qualidade dos serviços prestados, o que torna difícil uma avaliação funcional permanente dos equipamentos e, conseqüentemente, a sua gestão (Faria, 1999).

### **3.1 Equipamentos médico hospitalares**

Segundo a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), os EMH são equipamentos que necessitam de manutenção, calibração, treino do operador e desativação. Eles são utilizados para fins específicos de diagnóstico, tratamento ou reabilitação de doença ou lesão, podendo ser manuseados sozinhos ou combinados com alguns acessórios ou peças (Organization, *Medical equipment maintenance programme overview*, 2011). Os EMH são fundamentais para o bom funcionamento de um estabelecimento de assistência à saúde (EAS), influenciando na excelência dessas instituições e sendo essenciais no diagnóstico, tratamento e reabilitação dos doentes. Além disso, os doentes estão em constante contato com uma variedade de EMH, desde equipamentos de apoio até equipamentos sofisticados de diagnóstico por imagem (Amorim, 2014). Logo, é essencial que estejam em perfeito estado para que o seu uso não cause problemas ao operador ou ao paciente, além de prejuízos para a instituição.

Um dos parâmetros mais importantes num EMH é a sua criticidade, a qual se define como aquele que apresenta um maior grau de complexidade na solução de defeitos, ou que estabelece dificuldades de acesso para eventuais ações corretivas, ou ainda, não possui equipamento de reserva instalado (Marques, 2006). Porém, nem todos os equipamentos tem a mesma criticidade, podendo variar de acordo com variáveis estabelecidas. Portanto, equipamentos de alta criticidade que estejam parados são capazes de causar grande impacto dentro de um EAS, como a suspensão de

procedimentos cirúrgicos ou até perda de recursos financeiros. Assim, os esforços da manutenção devem ter o foco prioritariamente nestes equipamentos (Sigma, 2016).

A classificação dos EMH quanto à sua criticidade é uma excelente ferramenta de gestão da manutenção, levando em contas as características dos EAS e o impacto dos equipamentos na instituição e direcionando os esforços e recursos, nas diferentes abordagens e tipos de manutenção.

### 3.2 Ciclo de vida de equipamentos médicos

O ciclo de vida de um equipamento está compreendido desde a sua incorporação no parque de equipamentos de um EAS até à sua obsolescência. A Figura 3.1 representa graficamente o ciclo de vida das tecnologias em saúde relacionando a intensidade de uso em função do tempo.

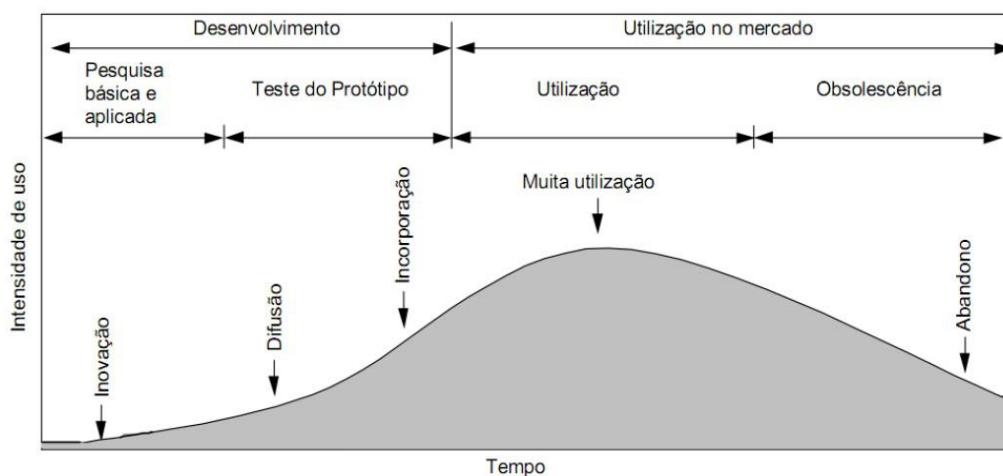


Figura 3.1 - Ciclo de vida das tecnologias em saúde (intensidade de uso em função do tempo)  
(Fonte: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, 2013)

Durante a fase de incorporação da tecnologia na unidade de saúde, a intensidade de uso aumenta gradualmente à medida que são realizadas operações de aquisição, conferência de aceitação e recebimento, adequação da estrutura para instalação do equipamento e promoção de treino para os utilizadores. Na fase de utilização, o aparelho atinge o seu grau máximo de uso e devem ser realizadas manutenções corretivas em caso de defeitos e falhas e manutenções preventivas programadas. Estes conceitos serão abordados à frente. Na fase de abandono ou renovação, há uma

diminuição no uso do equipamento devido ao aumento do número de falhas e, em seguida há o processo de desativação e possível substituição por novo aparelho (Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, 2013).

Existem também autores que consideram que o ciclo de vida de um equipamento se baseia em 6 fases, sendo estas:

- Desenvolvimento;
- Introdução;
- Crescimento;
- Maturidade;
- Saturação e
- Abandono.

Na fase do desenvolvimento, é feita uma pesquisa sobre o equipamento antes deste ser lançado no mercado. A introdução é quando o equipamento é lançado pela primeira vez no mercado. O crescimento é a aceitação pelos consumidores e quando estes começam realmente a comprar o equipamento em questão. Na fase da maturidade, as vendas estabilizam depois do período de crescimento rápido. Durante a fase de saturação, os equipamentos não sofrem crescimento nem declínio nas vendas. Normalmente, este é o ponto em que a maioria dos consumidores estão a usar esse mesmo equipamento, mas há muitas empresas concorrentes a vender equipamentos semelhantes. Por fim, a fase de abandono, que surge quando o equipamento não é o “preferido” pelos consumidores e acaba por prejudicar o volume de vendas sendo que no fim, leva ao abandono dos equipamentos.

### **3.3 Obsolescência de equipamentos médicos**

A fase de abandono ou desativação de um equipamento contempla a análise de obsolescência de uma tecnologia. De acordo com Katz (1998) e Oliveira (2009), os fatores que influenciam a substituição de equipamentos médicos partem de uma política interna institucional os quais estão relacionados à prática clínica que observa e avalia a possibilidade de manter o equipamento desempenhando as suas funções em segurança para os pacientes e operadores, em relação às questões técnicas, de mercado, sociais e éticas.

Segundo Bermester, Hermini & Fernandes (2013), alguns aspetos genéricos podem ser utilizados pelos EAS de forma mais geral e direta para justificar a desativação de um equipamento médico hospitalar. Tais aspetos podem ser segregados em três grupos: elevado custo de manutenção, obsolescência tecnológica e falha sem condições de recuperação. Em relação à obsolescência tecnológica cita-se a incompatibilidade entre a capacidade do equipamento e requisição do serviço, o tempo de uso do equipamento, a reincidência de problemas intrínsecos ao uso e manuseio do aparelho, longos períodos fora de operação e não atendimento às normas e legislações aplicadas aos EAS. Por fim, a quebra sem condições de recuperação está relacionada à indisponibilidade de peças e serviços que retornem o equipamento a desempenhar as suas funções conforme esperado.

### 3.4 Tipos de manutenção

Os três principais tipos de manutenção são:

- ✓ Manutenção corretiva;
- ✓ Manutenção preditiva e;
- ✓ Manutenção preventiva.

Na Figura 3.2 podemos ver, ilustrados, os tipos de manutenção que existem.

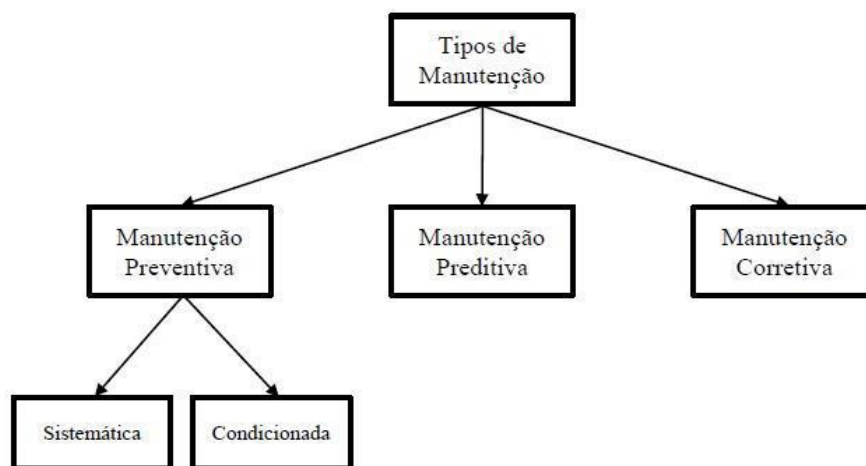


Figura 3.2 – Tipos de Manutenção (Fonte: Farinha, 1997)

### 3.4.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a mais frequente das manutenções e também a mais utilizada em equipamentos e sistemas. É conhecida por ações não planeadas necessárias para retomar o funcionamento do equipamento com problemas (Carvalho, 2016). Para (Borges, 2009), a manutenção corretiva gera custos elevados, pois causa perdas de produção e grandes danos nos equipamentos.

As intervenções de manutenção corretiva apresentam sempre um caráter de urgência. Pelo facto de não serem programadas, podem interromper um diagnóstico ou tratamento de um paciente, gerando um prejuízo para o tratamento dispensado ao paciente ou até prejuízos com a perda de produção (Azevedo, 2011).

De acordo com (Azevedo, 2011), as vantagens da manutenção corretiva são:

- ✓ Não é necessário realizar uma rotina periódica de acompanhamento dos equipamentos e;
- ✓ As trocas de peças só ocorrem no fim do seu ciclo de vida.

Já as desvantagens são:

- ✓ O aumento do risco de acidente;
- ✓ O maior custo e;
- ✓ A diminuição do ciclo de vida e da confiabilidade do equipamento.

### 3.4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é um tipo de manutenção executada em intervalos de tempo pré-estabelecidos, através de ações programadas ou de acordo com alguns critérios estabelecidos, procurando a redução da probabilidade de falhas ou do desgaste operacional de um item. Os procedimentos executados durante a manutenção preventiva procuram prolongar a vida útil do equipamento, entre eles podemos citar a realização de testes funcionais, aferição e calibração, inspeção geral e substituição de peças quando necessário (Manso, 2012). O conteúdo das ações ou critérios estabelecidos devem ser os mais completos possíveis, fazendo com que as ações

praticadas sejam capazes de prevenir falhas e prolongar a vida útil do equipamento (Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011).

Segundo Masmoudi *et al.* (2016), as atividades de manutenção preventiva podem ser divididas em duas categorias distintas, a saber, manutenção baseada na condição e manutenção baseada no tempo. Na manutenção baseada na condição é necessário realizar um levantamento regular das condições do sistema durante a sua operação. Os dados adquiridos podem ser analisados através de modelos estatísticos, relacionando as variáveis medidas ao desempenho do equipamento e restante vida útil. Já na manutenção baseada no tempo, o equipamento é periodicamente averiguado e mantido de acordo com os requisitos do fabricante ou dos órgãos regulatórios e suportados por classificação de riscos e sistemas de gestão de manutenção (Masmoudi, Houria, Hanbali, & Masmoudi, 2016).

As vantagens da manutenção preventiva são o aumento da confiabilidade, através da segurança dos pacientes e operadores, e a redução dos custos, devido à diminuição dos consertos, com a vantagem adicional de se poder prolongar a vida útil dos equipamentos (Maeoka, 2002) (Swanson, 2001). Já as suas principais desvantagens são a troca das peças antes do seu fim de vida útil e o maior número de interferências em relação à manutenção corretiva (Azevedo, 2011).

A manutenção preventiva pode ser vista como a forma de manutenção menos prática quando avaliada do ponto de vista financeiro, porém, deve-se observar que o custo de parar equipamentos de forma programada pode ser mais vantajoso do que existir uma paragem do mesmo por falha ou por baixa qualidade dos produtos ou serviço (Lins, 2009).

### 3.4.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Xenos (2014), a manutenção preditiva consiste em realizar acompanhamentos periódicos em equipamentos ou máquinas através de dados recolhidos por meio da monitorização ou inspeção. Este tipo de manutenção avalia o tempo de vida útil dos componentes bem como as condições durante um certo período de tempo. Abreu, Bandeira e Gianelli (2010) definem os objetivos da manutenção preditiva como:

- ✓ Eliminar desmontagens desnecessárias do equipamento para inspeção;

- ✓ Prolongar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- ✓ Definir antecipadamente a necessidade de manutenção numa peça específica;
- ✓ Impedir o aumento dos danos;
- ✓ Minimizar o trabalho de emergência não planejado;
- ✓ Determinar antecipadamente as interrupções de uso em equipamentos que necessitem de manutenção;
- ✓ Aumentar o grau de confiança de desempenho no equipamento.

A manutenção preditiva promove o prolongamento da operação dos equipamentos e a intervenção acontece a partir de dados obtidos e não com base em suposições (Otani & Machado, 2008), privilegiando a disponibilidade à medida que não promove intervenções nos equipamentos em uso (Kardec, Nascif, & Baroni, 2002). Existe uma série de pontos positivos na manutenção preditiva, entre eles a previsão de falhas com antecedência, a diminuição de riscos de acidentes e paragens no sistema, uma maior produtividade e rendimentos e a redução dos prazos e custos de manutenção.

Segundo (Nepomuceno, 2014), parar uma máquina ou equipamento para realizar a verificação se o mesmo apresenta boas condições de operar com desempenho satisfatório durante um longo período de tempo, é, do ponto de vista económico, um procedimento inadmissível. Porém, aguardar que ocorra alguma falha no equipamento ou na máquina para só então a reparar, pode dar início a um procedimento catastrófico economicamente.

Na Figura 3.3 podemos visualizar um gráfico que compara os 3 tipos de manutenções mais utilizadas atualmente.



Figura 3.3 - Comparação de custos entre os 3 tipos de manutenção (Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN), S.D.)

Ao analisar o gráfico da Figura 3.3, percebe-se que existe uma curva exponencial decrescente na manutenção preditiva, mostrando que quando uma empresa ou EAS promove esse tipo de manutenção a longo e médio prazo, há uma tendência para se gastar menos com reparações ou trocas de peças. Quando comparado com as manutenções preventivas e corretivas, a manutenção preditiva tem um custo benefício altíssimo (Setúbal, 2017).

## 4. Metodologia

---

O presente trabalho foi realizado utilizando o inventário dos dispositivos médicos efetuado pela empresa Iberdata em Setembro e Outubro de 2020. O inventário dos equipamentos do CHULC é bastante extenso, contando com um total de 11190 equipamentos distribuídos pelas 6 unidades que o constituem. Para a obtenção de resultados, foi selecionado um conjunto de equipamentos diversificados para uma amostra representativa das várias tipologias que compõe os dispositivos médicos existentes no CHULC.

Os equipamentos e alguns dos respetivos dados, tais como o número de manutenções preventivas que já ocorreram, o número de reparações realizadas a esse equipamento ou até mesmo o custo monetário com essas reparações, encontram-se presentes no sistema informático utilizado pelo CHULC. Este sistema informático é o *SINGAP* e destina-se à gestão das atividades de manutenção, permitindo, em tempo real, que se acompanhe as avarias dos equipamentos e que estas sejam reparadas o mais rápido possível pelos técnicos de eletromedicina que colaboram com a instituição.

O *SINGAP* é um sistema de informação único, que acompanha todos os procedimentos específicos da Administração Pública. Invariavelmente, a sua implementação resulta num menor peso administrativo e, conseqüentemente, na libertação de recursos para a persecução da verdadeira missão de cada organização (Quidgest, s.d.).

A utilização desta ferramenta ainda se encontra pouco desenvolvida no CHULC, o que faz com que exista um inventário à parte, com todos os equipamentos, para se ir acompanhando e para que haja uma diminuição de possíveis erros. Este inventário ainda não está totalmente “carregado” no *SINGAP*, pelo que, atualmente, os pedidos para trabalhos de manutenção preventiva ou corretiva não estão a ser feitos no cartão de equipamento, mas sim de forma genérica, não identificando inequivocamente para que equipamento se destina o pedido.

A identificação de equipamento no *SINGAP* é feita num campo de texto no qual se insere normalmente o número de série e o número de inventário do equipamento em questão. Porém, por vezes, os números não são inseridos corretamente e isso faz com que exista uma margem de erro nos resultados deste trabalho.

O hospital tem feito um esforço para a atualização do inventário no *SINGAP* e o objetivo final é que os pedidos venham a ser feitos no cartão do equipamento no final do presente ano. Todos os valores e dados apresentados nos próximos capítulos foram retirados do

*SINGAP*, o que foi feito em parceria com o inventário criado pelo grupo de eletromedicina. Os dados compreendem o período entre 1 de Janeiro de 2012 e 30 de Outubro de 2021. Anteriormente, não existiam dados e por isso foi feita uma estimativa dos valores para equipamentos em que o ano de fabrico seja anterior ao ano de 2012.

## 4.1 Parâmetros utilizados

O cálculo da obsolescência dos equipamentos foi feito tendo em conta diversos parâmetros, os quais foram validados pelos engenheiros dos Serviços de Instalações e Equipamentos (SIE) antes de serem utilizados neste trabalho. Esses parâmetros foram escolhidos de acordo não só com as necessidades do hospital, mas também com os dados que podiam ser facilmente monitorizados, e foram divididos em 3 categorias, a saber:

- ✓ Avaliação técnica, que inclui:
  - a Média Temporal das Falhas (MTF);
  - a Vida Útil Remanescente (VUR).
- ✓ Avaliação da criticidade, que inclui:
  - a Função que desempenha (F);
  - o Nível de risco (R).
- ✓ Avaliação económica, que inclui:
  - os Custos (C).

## 4.2 Avaliação Técnica (AT)

### 4.2.1 Média Temporal das Falhas (MTF)

Um critério importante para a avaliação técnica de um equipamento é a quantidade de falhas/paragens que este apresenta ao longo do tempo. Este indicador, permite avaliar a fiabilidade dos equipamentos, tendo em conta as manutenções que já sofreram. O cálculo da MTF é efetuado da seguinte forma:

$$MTF = \frac{NTA}{ID}$$

#### Equação 4.1 – Fórmula utilizada para o cálculo da MTF.

em que NTA é o número total de avarias de um equipamento desde o início do seu uso e ID é a idade do equipamento. O resultado da MTF, indica-nos, em média, quantas avarias ocorreram por ano. No entanto, no algoritmo por nós implementado, a utilização da MTF é feita após uma conversão do valor de MTF numa escala de 0 a 10, tal como é indicado na Tabela 4.1. Uma pontuação máxima (10) é indicativa de que o equipamento está a ter demasiadas falhas num curto período temporal.

Tabela 4.1 - MTF e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011)

Classificação	Pontuação atribuída	Pontuação obtida	Significado da classificação obtida
Significante	10	$MTF > 2$	Mais do que uma falha a cada 6 meses
Moderada	8	$1,33 < MTF \leq 2$	Uma falha a cada 6 a 9 meses
Média	6	$0,67 < MTF \leq 1,33$	Uma falha a cada 9 a 18 meses
Mínima	4	$0,4 < MTF \leq 0,67$	Uma falha a cada 18 a 30 meses
Insignificante	0	$MTF \leq 0,4$	Menos de uma falha a cada 30 meses

#### 4.2.2 Vida Útil Remanescente (VUR)

O parâmetro VUR é utilizado para analisar a aproximação do fim da vida útil de um equipamento assinalado pelo fabricante. Este parâmetro ajuda a focar a atenção nos equipamentos que precisam ser avaliados com maior urgência, quando a vida útil esteja perto do fim. A Vida Útil Estimada (VUE) é a vida útil que determinado equipamento deveria ter. Para obtenção dos resultados da VUE, foram utilizadas as normas ECRI, presentes no Anexo I deste trabalho. A VUR é obtida pela subtração entre a VUE do equipamento e a sua idade tal como nos indica a seguinte fórmula:

$$VUR = VUE - ID$$

Equação 4.2 – Fórmula para o cálculo da VUR

O resultado desta equação diz-nos quantos anos faltam até ao equipamento atingir o fim da sua vida útil. Tal como no caso da MTF, a utilização deste parâmetro é feita

através da atribuição de uma pontuação numa escala de 0 a 10, tal como se mostra na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Vida Útil Remanescente e a sua pontuação (Fonte: Normas ECRI presentes no Anexo I deste trabalho)

Vida útil remanescente	Pontuação
< 1 ano	10
1 a 3 anos	7,5
3 a 5 anos	5
5 a 7 anos	2,5
> 7 anos	0

### 4.3 Avaliação da Criticidade (AC)

#### 4.3.1 Função que o equipamento desempenha (F)

A classificação da criticidade de um equipamento é feita aplicando critérios hospitalares ou de organismos internacionais que diferenciam dispositivos médicos de acordo com o tipo de função desempenhada por estes. A avaliação da criticidade é feita atribuindo uma pontuação à função do equipamento para que no final, essa pontuação seja multiplicada por uma percentagem. Esta pontuação varia entre 2 (função menos relevante) a 10 (função mais relevante) tal como indicado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Função que o equipamento desempenha e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011)

Categoria	Descrição da função	Pontuação
Terapêutica	Suporte de vida	10
	Cuidados cirúrgicos e intensivos	9
	Terapia física e tratamento	8
Diagnóstico	Monitorização dos cuidados cirúrgicos e intensivos	7
	Monitorização fisiológica adicional e diagnóstico	6
Análise	Laboratório analítico	5
	Acessórios de laboratório	4
	Computadores e similares	3
Outros	Relacionado com o utente e outros	2

### 4.3.2 Nível de Risco (R)

Este indicador permite quantificar o risco potencial para o paciente (ou utilizador) decorrente da utilização do equipamento. Este nível tem por base os riscos de ferimentos causados por falha do dispositivo ou erro do utilizador. Estes levam em consideração a probabilidade e a gravidade do resultado.

Os resultados para este parâmetro são obtidos tendo em conta as normas ECRI presentes no Anexo II deste trabalho. É atribuída uma pontuação para cada nível de risco para que, no final, essa pontuação seja multiplicada por uma percentagem. A pontuação varia entre 2 (menor nível de risco) e 10 (maior nível de risco) tal como indicado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Nível de risco e a sua pontuação (Fonte: Organization, Medical equipment maintenance programme overview, 2011)

Descrição do risco de uso	Pontuação
Potencial morte do paciente	10
Potencial lesão do operador ou do paciente	8
Terapia inadequada ou diagnóstico incorreto	6
Danos ao equipamento	4
Nenhum risco significativo identificado	2

## 4.4 Avaliação económica (AE)

### 4.4.1 Custos

Este parâmetro indica-nos, de uma forma generalista, quando é que os Custos de Manutenção (CM) ultrapassam os Custos de Aquisição (CA) de um equipamento novo. Neste trabalho, os CM são obtidos através da soma de todos os gastos desde o ano de 2012. No *SINGAP*, existe um campo “Valor final da reparação” no qual é inserido o valor total da reparação. Esse valor não inclui o valor do contrato de manutenção, caso ele exista. Nos equipamentos com contrato de manutenção, somou-se o valor do contrato

desde a sua instalação. Tendo em conta que todos os equipamentos têm uma garantia de 5 anos, durante esse período não existem quaisquer custos de manutenção para o hospital. Significa que equipamentos desde 2016 até ao ano atual, têm um CM de zero, pois ainda se encontram na garantia e por isso, não têm quaisquer gastos para o CHULC. O CA é o valor que se pagará, no presente ano, por um equipamento novo.

Quando o valor do CM ultrapassar em 60% o valor do CA, significa que é mais rentável, para a instituição, a aquisição de um novo equipamento do que continuar a efetuar-se contínuas manutenções no equipamento antigo.

A fórmula utilizada para o cálculo do rácio de custos (C) é a seguinte:

$$C = \frac{CM}{CA}$$

Equação 4.3 – Fórmula para o cálculo dos custos

Tal como nos casos anteriores, a cada valor de C é atribuída uma pontuação para que, no final, essa pontuação seja multiplicada por uma percentagem. A pontuação varia entre 0 e 10, em que a pontuação máxima (10) mostra quando o equipamento deve ser substituído por um novo. A Tabela 4.5 mostra-nos então os resultados de C e as respetivas pontuações.

Tabela 4.5 - Custos e as suas pontuações (Fonte: Dyro, 2004)

Resultado obtido na fórmula dos custos	Pontuação
Superior a 60%	10
Entre 55% e 60%	8
Entre 50% e 55%	6
Entre 45% e 50%	4
Entre 40% e 45%	2
Menor que 40%	0

## 4.5 Obsolescência dos equipamentos

A fórmula proposta para a avaliação automática global da obsolescência do parque de equipamentos é a seguinte:

$$\text{Obsolescência} = (x_1 * AT + x_2 * AC + x_3 * AE) * 10$$

Equação 4.4 – Fórmula proposta para avaliação da obsolescência

em que:

$$AT = (0,5 * MTF + 0,5 * VUR)$$

Equação 4.5 – Fórmula para a avaliação técnica

e,

$$AC = (0,5 * F + 0,5 * R)$$

Equação 4.6 - Fórmula para a avaliação da criticidade

Os valores de  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são, respetivamente, os pesos relativos atribuídos à avaliação técnica, avaliação de criticidade e avaliação económica. A tabela seguinte relembra as siglas utilizadas nas equações anteriores:

<b>Sigla</b>	<b>Parâmetro</b>
AT	Avaliação Técnica
AC	Avaliação da Criticidade
AE	Avaliação Económica
MTF	Média Temporal das Falhas
VUR	Vida Útil Remanescente
F	Função que o equipamento desempenha
R	Nível de Risco

De notar que os pesos  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  serão atribuídos consoante decisão do CHULC e após a realização de vários testes até se achar o algoritmo ideal.

Da aplicação da fórmula acima descrita a cada equipamento será atribuída, de forma automática, uma pontuação do seu nível de obsolescência. A pontuação obtida pode variar entre 0 e 100 pontos, sendo a pontuação de 100 o valor máximo de obsolescência e 0 o valor mínimo. Da pontuação obtida automaticamente os equipamentos serão classificados em 4 categorias, como mostra a Tabela 4.6.

Classificação da obsolescência	Pontuação obtida	Significado da classificação obtida
Substituição imediata.	$90 \leq \text{Obsolescência} < 100$	O equipamento não é viável de manter em funcionamento. É recomendada a sua substituição imediata.
Substituição do equipamento em breve (prazo inferior a 1 ano).	$70 \leq \text{Obsolescência} < 90$	O equipamento pode continuar em funcionamento, no entanto é recomendada a sua substituição num prazo inferior a 1 ano.
Rever a sua classificação dentro de 1 ano.	$40 \leq \text{Obsolescência} < 70$	O equipamento encontra-se em condições aceitáveis de funcionamento, mas requer constante seguimento e monitorização
Equipamento atual. Não está prevista a sua substituição nos próximos 2 anos.	$0 \leq \text{Obsolescência} < 40$	O equipamento encontra-se em ótimas condições de funcionamento.

Tabela 4.6 - Classificação do grau de obsolescência e o seu respetivo significado

## 5. Resultados

Neste capítulo, começa-se por apresentar todos os equipamentos selecionados para este estudo. Ao longo do capítulo vão ser abordados os vários parâmetros e todos os resultados obtidos, fazendo comparações entre parâmetros para se obter o melhor algoritmo para ser usado no CHULC.

### 5.1 Equipamentos utilizados para estudo

Os equipamentos utilizados para este estudo encontram-se listados na Tabela 5.1. Foram escolhidos 23 equipamentos de diferentes famílias e com diferentes idades para que os resultados finais fossem os mais diversificados e abrangentes possível, tendo por base um algoritmo final que pudesse ser aplicado noutra Centro Hospitalar visto que não se restringe apenas a uma família de equipamentos, mas sim a todas que possam existir no mesmo.

Cada equipamento tem um respetivo número de inventário dado pelo CHULC, porém, nem todos os equipamentos se encontram identificados e por isso, decidiu-se também colocar o número de série de cada um para que se possa identificar o equipamento que se pretende trabalhar com maior facilidade. Foram escolhidos cerca de 3 equipamentos iguais, mas com anos de fabrico diferentes para que a nossa amostra pudesse abranger a maioria dos resultados.

Tabela 5.1 - Lista de equipamentos utilizados para estudo com o respetivo número de inventário, número de série, marca e ano de fabrico

Número de inventário	Número de série	Equipamentos	Marca	Ano de fabrico
-	82544	Bomba infusora	B.Braun	2002
-	1891	Bomba infusora	B.Braun	2010
00000021372	509261	Bomba infusora	B.Braun	2020
-	ARXK-0219	Aparelho de anestesia	Drager	2006
00000007513	ASAH-0078	Aparelho de anestesia	Drager	2009
-	5611173472	Aparelho de anestesia	Drager	2015
003415	5493322357	Monitor multiparamétrico	Drager	2004
00000011390	5516358773	Monitor multiparamétrico	Drager	2011
-	5612622467	Monitor multiparamétrico	Drager	2017
016191	MR-85000027	Ecógrafo	Mindray	2008
00000013214	336210WX0	Ecógrafo	GE	2014

00000020016	6002693WX0	Ecógrafo	GE	2018
-	8S-1451-C	Intensificador de imagem	GE	2002
003901	1844	Intensificador de imagem	Siemens	2003
-	E2-253S	Intensificador de imagem	GE	2011
-	CA12594-019-16	Cama	Mundinter	2016
004140	3330252	Cama	Mundinter	2002
-	E00052-000690	Cama	Mundinter	2020
-	138032	Ventilador	Maquet	2012
00000016828	82378	Ventilador	Maquet	2015
006571	US00230565	Desfibrilhador	Philips	2004
-	US00563020	Desfibrilhador	Philips	2012
-	US00324549	Desfibrilhador	Philips	2008

### 5.1.1 Equipamentos e a sua respetiva função (F)

Nesta subsecção, é apresentada a Tabela 5.2, a qual nos permite saber a função de cada equipamento listado na Tabela 5.1. A OMS divide os equipamentos por famílias como é possível verificar na Tabela 4.3 deste trabalho. Para os equipamentos utilizados neste trabalho, dividiram-se os mesmos pelas respetivas famílias para que fosse mais fácil a compreensão dos resultados. Esta divisão por função foi feita não só para os equipamentos deste estudo, mas sim para todo o parque de equipamentos do CHULC, para que, se obtivesse uma classificação concreta e que não irá ser alterada só porque surgirão novos equipamentos.

Tabela 5.2 – Equipamentos e a sua respetiva função

<b>Função</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Pontuação para a função</b>
Monitorização fisiológica adicional e diagnóstico	Bomba infusora, Monitor multiparamétrico, Ecógrafo, Intensificador de imagem e Desfibrilhador	6
Suporte de vida	Aparelho de anestesia e Ventilador	10
Relacionado com o utente e outros	Cama	2

### 5.1.2 Equipamentos e o seu respetivo Nível de risco (R)

Nesta subsecção, é apresentada a Tabela 5.3 que nos permite saber qual o nível de risco de cada equipamento listado na Tabela 5.1. É importante referir que esta classificação está de acordo com as normas da OMS e que estas mesmas normas foram aplicadas a todo o parque de equipamentos para que não houvessem alterações ao longo do tempo, visto que o algoritmo final tem como objetivo ser utilizado noutras instituições e não apenas no CHULC.

A classificação dos equipamentos quanto ao nível de risco baseou-se na informação constante da Tabela 4.4 deste trabalho. A Tabela 5.3 mostra os resultados.

Tabela 5.3 - Equipamentos e o seu respetivo nível de risco

Equipamentos	Nível de risco
Bomba infusora	10
Aparelho de anestesia	10
Monitor multiparamétrico	10
Ecógrafo	6
Intensificador de imagem	10
Cama	2
Ventilador	10
Desfibrilhador	10

### 5.1.3 Equipamentos e respetiva Vida Útil Remanescente (VUR)

A Tabela 5.4 permite saber a VUR de cada equipamento apresentado na Tabela 5.1. Contém também a VUE e a Idade dos equipamentos, parâmetros estes que fizeram parte do cálculo da VUR. Esta classificação dos equipamentos quanto à VUR baseou-se na informação constante da Tabela 4.2.

Tabela 5.4 – Equipamentos e a sua respetiva Vida Útil Remanescente e pontuação para a mesma

Equipamentos	Ano de fabrico	Idade	VUE	VUR	Pontuação para a VUR
Bomba infusora	2002	19	10	-9	10
Bomba infusora	2010	11	10	-1	10
Bomba infusora	2020	1	10	9	0
Aparelho de anestesia	2006	15	10	-5	10
Aparelho de anestesia	2009	12	10	-2	10

Aparelho de anestesia	2015	6	10	4	5
Monitor multiparamétrico	2004	17	7	-10	10
Monitor multiparamétrico	2011	10	7	-3	10
Monitor multiparamétrico	2017	4	7	3	5
Ecógrafo	2008	13	8	-5	10
Ecógrafo	2014	7	8	1	7,5
Ecógrafo	2018	3	8	5	2,5
Intensificador de imagem	2002	19	10	-9	10
Intensificador de imagem	2003	18	10	-8	10
Intensificador de imagem	2011	10	10	0	10
Cama	2016	5	15	10	0
Cama	2002	19	15	-4	10
Cama	2020	1	15	14	0
Ventilador	2012	9	10	1	7,5
Ventilador	2015	6	10	4	5
Desfibrilhador	2004	17	8	-9	10
Desfibrilhador	2012	9	8	-1	10
Desfibrilhador	2008	13	8	-5	10

#### 5.1.4 Equipamentos e os respetivos Custos (C)

A Tabela 5.5 permite saber as percentagens dos custos de cada equipamento listado na Tabela 5.1. Contém também informação sobre os CM e os CA dos equipamentos, parâmetros estes que fazem parte do cálculo da percentagem dos custos.

O valor dos CA é o valor correspondente à aquisição de um equipamento novo no decorrente ano. Este valor foi retirado do portal BASE (Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção, I.P., s.d.). O portal BASE centraliza a informação sobre os contratos celebrados entre entidades públicas e entidades privadas decorrentes de procedimentos de contratação pública.

Tabela 5.5 - Equipamentos e os seus respetivos custos

Equipamentos	Ano de fabrico	Custo de Aquisição	Custo das Manutenções	Custos (%)	Pontuação para os custos
Bomba infusora	2002	1 000 €	2 559,30 €	256%	10
Bomba infusora	2010	1 000 €	1 481,70 €	148%	10
Bomba infusora	2020	1 000 €	134,70 €	13%	0
Aparelho de anestesia	2006	30 000 €	50 500,65 €	168%	10

Aparelho de anestesia	2009	30 000 €	40 400,52 €	135%	10
Aparelho de anestesia	2015	30 000 €	20 200,26 €	67%	10
Monitor multiparamétrico	2004	2 500 €	17 002,21 €	680%	10
Monitor multiparamétrico	2011	2 500 €	10 001,30 €	400%	10
Monitor multiparamétrico	2017	2 500 €	0,00 €	0%	0
Ecógrafo	2008	40 000 €	48 750,00 €	122%	10
Ecógrafo	2014	40 000 €	26 250,00 €	66%	10
Ecógrafo	2018	40 000 €	0,00 €	0%	0
Intensificador de imagem	2002	100 000 €	140 986,27 €	141%	10
Intensificador de imagem	2003	100 000 €	141 132,78 €	141%	10
Intensificador de imagem	2011	100 000 €	74 203,30 €	74%	10
Cama	2016	3 200 €	0,00 €	0%	0
Cama	2002	3 200 €	1 402,20 €	44%	2
Cama	2020	3 200 €	0,00 €	0%	0
Ventilador	2012	20 000 €	30 132,00 €	151%	10
Ventilador	2015	20 000 €	20 088,00 €	100%	10
Desfibrilhador	2004	20 000 €	11 819,76 €	59%	8
Desfibrilhador	2012	6 500 €	6 257,52 €	96%	10
Desfibrilhador	2008	6 500 €	9 038,64 €	139%	10

### 5.1.5 Equipamentos e a sua respetiva MTF

A Tabela 5.6 apresenta a informação sobre a MTF pertencente a cada equipamento da Tabela 5.1. O número de falhas que o equipamento teve desde o seu ano de fabrico foi obtido a partir do sistema do CHULC, porém, este valor tem um erro associado porque os pedidos ainda não estão a ser feitos como o desejado e por isso a contabilização dos mesmos pode não ser feita da forma esperada.

A classificação dos equipamentos quanto à MTF baseou-se na Tabela 4.1 deste trabalho.

Tabela 5.6 - Equipamentos e a sua respetiva MTF

Equipamentos	Ano de fabrico	Idade	Número de Avarias	MTF	Pontuação para a MTF
Bomba infusora	2002	19	1	0,05	0
Bomba infusora	2010	11	1	0,09	0
Bomba infusora	2020	1	0	0,00	0
Aparelho de anestesia	2006	15	2	0,13	0
Aparelho de anestesia	2009	12	0	0,00	0

Aparelho de anestesia	2015	6	1	0,17	0
Monitor multiparamétrico	2004	17	1	0,06	0
Monitor multiparamétrico	2011	10	1	0,10	0
Monitor multiparamétrico	2017	4	1	0,25	0
Ecógrafo	2008	13	2	0,15	0
Ecógrafo	2014	7	2	0,29	0
Ecógrafo	2018	3	2	0,67	4
Intensificador de imagem	2002	19	1	0,05	0
Intensificador de imagem	2003	18	0	0,00	0
Intensificador de imagem	2011	10	0	0,00	0
Cama	2016	5	1	0,20	0
Cama	2002	19	1	0,05	0
Cama	2020	1	0	0,00	0
Ventilador	2012	9	0	0,00	0
Ventilador	2015	6	4	0,67	4
Desfibrilhador	2004	17	3	0,18	0
Desfibrilhador	2012	9	2	0,22	0
Desfibrilhador	2008	13	2	0,15	0

Como se pode verificar pela visualização direta da coluna “Número de avarias”, os valores são muito inferiores ao esperado, isto porque na maioria dos pedidos de manutenção não são inseridos os números de série ou até mesmo os números de inventário e isso faz com que não se consiga encontrar corretamente o número de avarias existentes. Além disso, como só temos dados de 2012 em diante, também existem equipamentos mais antigos que não têm registos de manutenção e por isso, estes valores não são os esperados. Logo, a parte que se refere à avaliação técnica deste algoritmo irá ser desvalorizada em relação às restantes, uma vez que os valores de MTF são muito baixos e assim evita-se que estes interfiram no resultado final.

## 5.2 Cálculo da obsolescência utilizando o algoritmo

Tendo por base a informação compilada e apresentada na secção anterior, procederemos agora à elaboração de 3 cenários diferentes para o cálculo do algoritmo da obsolescência dos equipamentos presentes neste estudo. Esses cenários são elaborados alterando os valores das variáveis  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  da seguinte forma:

Cenário	Variáveis $x_1, x_2$ e $x_3$
1	$x_1 = 0,1, x_2 = 0,5$ e $x_3 = 0,4$
2	$x_1 = 0,1, x_2 = 0,45$ e $x_3 = 0,45$
3	$x_1 = 0,1, x_2 = 0,2$ e $x_3 = 0,7$

Para a realização dos cenários em questão foi pedido aos colaboradores dos SIE que nos informassem das necessidades do CHULC. A informação recebida indicava que a prioridade, neste momento para o CHULC, era a parte financeira, relacionada com o parâmetro “Avaliação económica” deste algoritmo, não desvalorizando todos os outros parâmetros do mesmo.

Sendo assim, no 1º cenário, a avaliação da criticidade terá um peso superior às outras avaliações. No 2º cenário, o peso para a avaliação da criticidade iguala-se ao peso da avaliação económica. E por fim, no 3º cenário, coloca-se a avaliação económica com um peso superior relativamente às outras avaliações.

Assim sendo, o 3º cenário será o dito como “ideal” para o CHULC. Mesmo assim, não podemos desvalorizar o facto de que a criticidade tem um peso muito importante neste estudo e por isso decidiu-se que um dos cenários teria esse fator em consideração para que no final todos os cenários possam ser comparados de modo a perceber o mais interessante não só para o CHULC mas para todos os outros hospitais que queiram adotar este algoritmo daqui em diante.

### 5.2.1 Cenário 1

Para o primeiro cenário, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 1

Equipamentos	AT	AC	AE	Obsolescência (%)
Bomba infusora	5	8	10	85,00
Bomba infusora	5	8	10	85,00
Bomba infusora	0	8	0	40,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	2,5	10	10	92,50
Monitor multiparamétrico	5	8	10	85,00

Monitor multiparamétrico	5	8	10	85,00
Monitor multiparamétrico	2,5	8	0	42,50
Ecógrafo	5	6	10	75,00
Ecógrafo	3,75	6	10	73,75
Ecógrafo	3,25	6	0	33,25
Intensificador de imagem	5	8	10	85,00
Intensificador de imagem	5	8	10	85,00
Intensificador de imagem	5	8	10	85,00
Cama	0	2	0	10,00
Cama	5	2	2	23,00
Cama	0	2	0	10,00
Ventilador	3,75	10	10	93,75
Ventilador	4,5	10	10	94,50
Desfibrilhador	5	8	8	77,00
Desfibrilhador	5	8	10	85,00
Desfibrilhador	5	8	10	85,00

Como é possível verificar pelos resultados obtidos na obsolescência dos equipamentos em questão:

- 5 equipamentos apresentam uma percentagem superior a 90%, o que significa que a sua substituição deveria ser feita imediatamente pois são equipamentos que não se encontram viáveis de manter em funcionamento;
- 12 equipamentos encontram-se com uma percentagem superior a 70% e inferior a 90%, o que significa que a sua substituição deveria ser feita em breve e que o prazo de substituição deve ser inferior a 1 ano;
- 2 equipamentos apresentam uma percentagem superior a 40% e inferior a 70%, o que significa que os equipamentos se encontram em condições aceitáveis de funcionamento, mas requerem um constante seguimento e monitorização;
- Os restantes 3 equipamentos apresentam uma percentagem inferior a 40% e por isso, não se prevê a sua substituição nos próximos 2 anos.

## 5.2.2 Cenário 2

Para o segundo cenário, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 2

<b>Equipamentos</b>	<b>AT</b>	<b>AC</b>	<b>AE</b>	<b>Obsolescência (%)</b>
Bomba infusora	5	8	10	86,00
Bomba infusora	5	8	10	86,00
Bomba infusora	0	8	0	36,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	2,5	10	10	92,50
Monitor multiparamétrico	5	8	10	86,00
Monitor multiparamétrico	5	8	10	86,00
Monitor multiparamétrico	2,5	8	0	38,50
Ecógrafo	5	6	10	77,00
Ecógrafo	3,75	6	10	75,75
Ecógrafo	3,25	6	0	30,25
Intensificador de imagem	5	8	10	86,00
Intensificador de imagem	5	8	10	86,00
Intensificador de imagem	5	8	10	86,00
Cama	0	2	0	9,00
Cama	5	2	2	23,00
Cama	0	2	0	9,00
Ventilador	3,75	10	10	93,75
Ventilador	4,5	10	10	94,50
Desfibrilhador	5	8	8	77,00
Desfibrilhador	5	8	10	86,00
Desfibrilhador	5	8	10	86,00

Como é possível verificar pelos resultados obtidos na obsolescência dos equipamentos em questão:

- 5 equipamentos apresentam uma percentagem superior a 90%, o que significa que a sua substituição deve ser feita imediatamente pois são equipamentos que não se encontram viáveis de manter em funcionamento;
- 12 equipamentos encontram-se com uma percentagem superior a 70% e inferior a 90%, o que significa que a sua substituição deve ser feita em breve e que o prazo de substituição deve ser inferior a 1 ano;
- Os restantes 6 equipamentos apresentam uma percentagem inferior a 40% e por isso, não se prevê a sua substituição nos próximos 2 anos.

### 5.2.3 Cenário 3

Para o terceiro cenário, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Resultados obtidos pela fórmula da obsolescência tendo em conta o cenário 3

<b>Equipamentos</b>	<b>AT</b>	<b>AC</b>	<b>AE</b>	<b>Obsolescência (%)</b>
Bomba infusora	5	8	10	91,00
Bomba infusora	5	8	10	91,00
Bomba infusora	0	8	0	16,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	5	10	10	95,00
Aparelho de anestesia	2,5	10	10	92,50
Monitor multiparamétrico	5	8	10	91,00
Monitor multiparamétrico	5	8	10	91,00
Monitor multiparamétrico	2,5	8	0	18,50
Ecógrafo	5	6	10	87,00
Ecógrafo	3,75	6	10	85,75
Ecógrafo	3,25	6	0	15,25
Intensificador de imagem	5	8	10	91,00
Intensificador de imagem	5	8	10	91,00
Intensificador de imagem	5	8	10	91,00
Cama	0	2	0	04,00
Cama	5	2	2	23,00
Cama	0	2	0	04,00
Ventilador	3,75	10	10	93,75
Ventilador	4,5	10	10	94,50
Desfibrilhador	5	8	8	77,00
Desfibrilhador	5	8	10	91,00
Desfibrilhador	5	8	10	91,00

Como é possível verificar pelos resultados obtidos na obsolescência dos equipamentos em questão:

- 14 equipamentos apresentam uma percentagem superior a 90%, o que significa que a sua substituição deve ser feita imediatamente pois são equipamentos que não se encontram viáveis de manter em funcionamento;
- 3 equipamentos encontram-se com uma percentagem superior a 70% e inferior a 90%, o que significa que a sua substituição deve ser feita em breve e que o prazo de substituição deve ser inferior a 1 ano;

- Os restantes 6 equipamentos apresentam uma percentagem inferior a 40% e por isso, não se prevê a sua substituição nos próximos 2 anos.

## 5.3 Plano de investimento

Neste subcapítulo, apresentam-se 3 tabelas que nos indicam, consoante os 3 cenários criados anteriormente, quais são as prioridades de substituição e qual será o gasto que o CHULC irá ter para que estas substituições sejam realmente efetuadas.

### 5.3.1 Cenário 1

Para o cenário 1, a Tabela 5.10 apresenta quais os equipamentos que devem ser imediatamente substituídos e qual será o investimento total para a aquisição de novos equipamentos que substituam os que já não se encontram viáveis de utilizar.

Tabela 5.10 – Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 1 e o respetivo valor que isso implica

Equipamentos a ser substituídos	Quantidade	Valor unitário de aquisição	Valor total
Aparelho de anestesia	3	30 000,00 €	90 000,00 €
Ventilador	2	20 000,00 €	40 000,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>130 000,00 €</b>

Pela interpretação dos resultados obtidos na Tabela 5.10, é possível verificar que os equipamentos prioritários de substituição são 3 aparelhos de anestesia e 2 ventiladores. Como o valor de um novo aparelho de anestesia no decorrente ano, é cerca de 30 mil euros e o valor de um novo ventilador é cerca de 20 mil euros, então o investimento que o CHULC teria, caso optasse pela escolha do cenário 1, seria de 130 mil euros. Este valor refere-se ao gasto com equipamentos que devem ser imediatamente substituídos.

### 5.3.2 Cenário 2

Para o cenário 2, a Tabela 5.11 apresenta quais os equipamentos que devem ser imediatamente substituídos e qual será o investimento total para a aquisição de novos equipamentos que substituam os que já não se encontram viáveis de utilizar.

Tabela 5.11 - Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 2 e o respetivo valor que isso implica

Equipamentos a ser substituídos	Quantidade	Valor unitário de aquisição	Valor total
Aparelho de anestesia	3	30 000,00 €	90 000,00 €
Ventilador	2	20 000,00 €	40 000,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>130 000,00 €</b>

Pela interpretação dos resultados obtidos na Tabela 5.11, é possível verificar que os equipamentos a serem substituídos são exatamente iguais aos do cenário 1 e portanto, o valor final também será de 130 mil euros.

### 5.3.3 Cenário 3

Para o cenário 3, a Tabela 5.12 apresenta quais os equipamentos que devem ser imediatamente substituídos e qual será o investimento total para a aquisição de novos equipamentos que substituam os que já não se encontram viáveis de utilizar.

1

Tabela 5.12 - Equipamentos a ser substituídos de acordo com o cenário 3 e o respetivo valor que isso implica

Equipamentos a ser substituídos	Quantidade	Valor unitário de aquisição	Valor total
Bomba infusora	2	1 000,00 €	2 000,00 €
Aparelho de anestesia	3	30 000,00 €	90 000,00 €
Monitor multiparamétrico	2	2 500,00 €	5 000,00 €
Intensificador de imagem	3	100 000,00 €	300 000,00 €
Ventilador	2	20 000,00 €	40 000,00 €
Desfibrilhador	2	6 500,00 €	13 000,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>450 000,00 €</b>

Pela interpretação dos resultados obtidos na Tabela 5.12, é possível verificar que os equipamentos prioritários de substituição são: 2 bombas infusoras, 3 aparelhos de anestesia, 2 monitores multiparamétricos, 3 intensificadores de imagem, 2 ventiladores e 2 desfibriladores. Como o valor de uma nova bomba infusora é cerca de mil euros, um aparelho de anestesia é cerca de 30 mil euros, um monitor multiparamétrico é cerca de 2 mil e 500 euros, um intensificador de imagem é cerca de 100 mil euros, um novo ventilador é cerca de 20 mil euros e um novo desfibrilador é cerca de 6 mil e 500 euros, então o investimento que o CHULC teria, caso optasse pela escolha do cenário 3, seria de 450 mil euros.

Os primeiros 2 cenários são muito idênticos pois as variáveis dos mesmos não diferem muito. O cenário 3 é o cenário que mais se destaca por ser diferente uma vez que as variáveis do mesmo também diferem bastante dos outros cenários. O cenário 3 é o que achamos que seja vantajoso para o CHULC tendo em conta as necessidades demonstradas pelo mesmo neste momento. No entanto, também é o cenário com maior gasto monetário caso sejam feitos todos os abates necessários e adquiridos novos equipamentos para substituição dos antigos. Visto que o CHULC não tem capacidade financeira para tal substituição com certeza seria escolhido um dos outros cenários (1 ou 2)

## 6. Conclusão

---

Como o CHULC contempla 6 instituições, foi muito difícil de conseguir agregar todos os dados fornecidos para a criação deste algoritmo. Isto deveu-se ao facto de os números de série dos equipamentos por vezes não serem bem inseridos no sistema o que faz com que muitos dados sejam perdidos, tais como: valores de manutenção, pedidos de reparação, etc..

A qualidade dos dados existentes ainda não permitiu fazer as simulações necessárias para encontrar a relação adequada entre cada critério para o cálculo final da obsolescência ser realizado, por isso ainda não foi possível apresentar os resultados finais deste trabalho. No entanto, foram apresentados 3 cenários que nos permitem concluir sobre os possíveis resultados caso o algoritmo tivesse as percentagens.

Como foi referido anteriormente, o CHULC tem pouca capacidade financeira de momento e por isso, de acordo com os 3 cenários apresentados, a escolha ficaria entre o cenário 1 e o cenário 2 visto que são cenários em que o investimento é pequeno e de acordo com a situação, seria a melhor opção a seguir.

No entanto, este algoritmo é adaptável à situação de cada instituição, sendo que as percentagens relativas às avaliações técnica, da criticidade e económica podem ser alteradas consoante as necessidades da instituição que fizer uso do algoritmo.

Com a elaboração deste trabalho, criou-se uma metodologia que é capaz de facilitar a elaboração de planos de investimento e que agrega num único indicador um conjunto de variáveis que vai permitir conhecer melhor o parque de equipamentos que existe num hospital.

O trabalho realizado foi tendo bastantes adversidades ao longo da sua realização, no entanto, é um trabalho que engloba as várias famílias de equipamentos, que permite que outras instituições façam uso do algoritmo e que este não se restrinja apenas ao parque de equipamentos do CHULC, por isso foi um trabalho que valeu a pena ser realizado mesmo depois das dificuldades.

Os objetivos iniciais deste trabalho foram todos concluídos com sucesso apesar de os resultados não serem os esperados devido aos problemas já mencionados anteriormente. Toda a metodologia do trabalho foi seguida com rigor, inclusive foi feita uma apresentação de todos os parâmetros que iam ser avaliados aos engenheiros responsáveis pela gestão de equipamentos do Hospital de São José para que

pudessem dar a sua opinião de acordo com as necessidades do hospital e pudéssemos também decidir qual o melhor cenário.

Neste trabalho poder-se-iam ter considerado vários aspetos, como por exemplo:

- Custo das verificações periódicas;
- A questão da tecnologia dos novos equipamentos quando comparada com a tecnologia dos equipamentos mais antigos;
- O facto de que o custo de aquisição de um equipamento novo não engloba apenas a compra, mas sim outras variáveis, como a formação dos utilizadores;
- A importância de saber o tipo de falhas e respetivo custo associado, porém não houve dados que nos permitissem chegar a estas conclusões;
- O custo de aquisição poderia ser também dado através de uma taxa que relacionasse o custo de manutenção corretiva e o custo completo de aquisição de um equipamento novo;

Todos estes aspetos poderiam ser melhorados para que o algoritmo ficasse mais completo e para que este trabalho enriquecesse do ponto de vista tecnológico.

Num desenvolvimento futuro, seria interessante aliar uma vertente informática que nos pudesse gerar estes dados automaticamente e nos alertasse para quando os equipamentos devem ser substituídos com o objetivo de nunca comprometer a saúde do paciente e dos utilizadores dos equipamentos, tais como técnicos, médicos, auxiliares, etc.

## Bibliografia

---

(s.d.).

Aguilar Soto, J. G., & Sen Salinas, D. A. (4, 5 e 6 de Junho de 2015). Modificación del algoritmo de Fennigkoh y Smith para el cálculo de la frecuencia de mantenimiento preventivo en equipos médicos.

Amorim, A. S. (2014). *Equipamento médico-hospitalar: aspectos de financiamento e gestão no ministério da saúde*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN). (S.D.). Documento Nacional de 2011. Situação da manutenção no brasil. Obtido em 12 de Agosto de 2021, de [abraman.org.br](http://abraman.org.br)

Azevedo, F. S. (2011). *Gestão de equipamentos médico-hospitalares em estabelecimentos assistenciais de saúde*. ISCTE-IUL, Lisboa.

Bandeira, G., Abreu, G., & Gianelli, R. (2010). *Vibração e ruído em manutenção preditiva*. Bauru.

Borges, M. d. (2009). *Implantação de Sistema Informatizado para Planejamento e Controle da Manutenção – Empresa Vileflex*. Governador Valadares - MG.

Burmester, H., Hermini, A. H., & Fernandes, J. A. (2013). *Gestão de materiais e equipamentos hospitalares* (1ª ed.). Saraiva.

- Carmo, P. F., Ogliari, A., & Nascimento, D. G. (5-9 de Novembro de 2007). PROCESS OF DIAGNOSIS AND ANALYSIS OF ATTRIBUTES OF MAINTAINABILITY IN MEDICAL AND HOSPITALAR DEVICES.
- Carvalho, C. G. (2016). *Avaliação da Gestão da Manutenção de Equipamentos Hospitalares*. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Carvalho, A. M., Gomes, G. M., Borges, M. C., & Júnior, N. B. (2009). *Implantação de Sistema Informatizado para Planeamento e Controle da Manutenção – Empresa Vileflex*. Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares.
- David, Y., & Jahnke, E. G. (2004). *Planning hospital medical technology management* (Vol. 23).
- David, Y., & Jahnke, E. G. (2005). Medical Technology Management: From Planning to Application. *Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, (pp. 186-189). Shanghai, China.
- Dyro, J. (2004). *The clinical engineering handbook*.
- Esteves, B. (30 de Janeiro de 2016). Alfredo da Costa já não vai fechar. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de [https://www.cmjornal.pt/sociedade/detalhe/alfredo\\_da\\_costa\\_ja\\_nao\\_vai\\_fechar](https://www.cmjornal.pt/sociedade/detalhe/alfredo_da_costa_ja_nao_vai_fechar)
- Faria, C. A. (1999). *Gestão de Manutenção de Instalações e Equipamentos Hospitalares*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Farinha, J. (1997). *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares: Minerva*.
- Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção, I.P. (s.d.). *Portal BASE*. Obtido de <https://www.base.gov.pt>
- Jornal Económico. (28 de Março de 2020). Covid-19: AHP disponibiliza 80 quartos para profissionais dos hospitais Curry Cabral e São José. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/covid-19-ahp-disponibiliza-80-quartos-para-profissionais-dos-hospitais-curry-cabral-e-sao-jose-567751>
- Kabatov, Y. F. (1970). *Definition of the main concepts of medical equipment* (Vol. 4). Biomedical Engineering.
- Kardec, A., Nascif, J., & Baroni, T. (2002). *Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas*.

- Katz, Z. (1998). *Estudo de metodologias económicas e multiparamétricas aplicadas à decisão de substituição de equipamentos médicos.*
- Lins, F. E. (2009). *Modelo multicritério para priorização de equipamentos hospitalares para manutenção programada.* Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Lisbon Lovers. (S.D.). HOSPITAL SANTA MARTA. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de <https://lisbonlovers.com/page.php?p=128&cat=>
- Maeoka, G. K. (2002). Metodologia para Avaliação de Desfibriladores e Cardioversores. *XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica: Anais de trabalhos completos, 2*, pp. 46-50.
- Manso, J. (2012). *Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz.* Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Marques, A. M. (2006). Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo. *XIII SIMPEP.*
- Masmoudi, M., Houria, Z. B., Hanbali, A. A., & Masmoudi, F. (2016). Decision Support Procedure for Medical Equipment Maintenance Management. *Journal of Clinical Engineering.*
- Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência. (2013). *Diretrizes metodológicas: elaboração de estudos para avaliação de equipamentos médico assistenciais.*
- Nepomuceno, L. X. (2014). *Técnicas de Manutenção Preditiva (Vol. 1).*
- Observador. (9 de Novembro de 2020). Centro Hospitalar Lisboa Central renova-se para continuar a tratar todos os doentes. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de <https://observador.pt/2020/11/09/centro-hospitalar-lisboa-central-renova-se-para-continuar-a-tratar-todos-os-doentes/>
- Oliveira, E. F. (2009). *Programa de gerenciamento de equipamentos médicos: noções de boas práticas de gerenciamento de equipamentos e acreditação hospitalar.*
- Organization, W. H. (2011). *Medical equipment maintenance programme overview.*
- Organization, W. H. (2011). *Medical equipment maintenance programme overview.*
- Otani, M., & Machado, W. V. (2008). A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. *Revista Gestão Industrial, 4(2).*


- Quidgest. (s.d.). *Quidgest*. Obtido em 29 de Novembro de 2021, de <https://singap.quidgest.com/>
- Santos, G. (31 de Março de 2020). Seis crianças internadas no hospital de D. Estefânia inspiram maior cuidado. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de <https://www.jn.pt/nacional/seis-criancas-internadas-no-hospital-de-d-estefania-inspiram-maior-cuidado-12012309.html>
- Serviço Nacional de Saúde*. (12 de Agosto de 2021). Obtido de <http://www.chlc.min-saude.pt/>
- Setúbal, D. F. (2017). *Simpred: Sistema para Auxílio no Processo de Manutenção Preditiva em Aparelhos de Anestesia*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Sigma. (2016). Fluxos Básicos para Controle de Manutenção.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237-244.
- TVI 24. (12 de Dezembro de 2020). COVID-19: SURTO “CONTROLADO” NO HOSPITAL DOS CAPUCHOS. Obtido em 13 de Novembro de 2021, de <https://tvi24.iol.pt/sociedade/12-12-2020/covid-19-surto-controlado-no-hospital-dos-capuchos>
- Xenos, H. G. (2014). *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Falconi.

## Anexos


### Anexo I

<b>BiomedicalBenchmark™</b> <small>THE TECHNOLOGY SUPPORT SYSTEM</small>		
215 Categories; Updated Anually		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Air Cleaners, High-Efficiency-Filter, Mobile	18-112	15
Alarms, Occupancy	12-585	5
Amino Acid Analyzers	15-090	8
Analyzers, Laboratory, Blood Gas/pH	15-709	7
Analyzers, Laboratory, Microbiology, Susceptibility, Automated	15-306	7
Anesthesia Units	10-134	10
Aphaeresis Units	16-405	7
Apnea Monitors	12-575	8
Arthroscopes	10-198	5
Aspirators, Emergency	15-016	10
Aspirators, Surgical	10-217	10
Aspirators, Thoracic	10-218	10
Aspirators, Uterine	10-222	10
Audiometers; Audiometric Booths	10-229	15
Auditory Function Screening Devices, Newborn	20-167	10


Autotransfusion Units, Blood Processing	17-537	8
Beds, Air-Fluidized; Low-Air-Loss; Mattress Systems, Alternating Pressure; Low-Air-Loss	17-593	5
Beds, Birthing	15-732	15
Beds, Electric	10-347	15
Beds, Pediatric	18-392	15
Bilirubinometers; Bilirubinometers, Cutaneous	16-166	8
Blood Culture Analyzers, Automated	15-973	7
Blood Glucose Monitors	16-488	7
Blood Grouping Systems, Automated	16-817	7
Blood-Flow Detectors; Flowmeters, Blood	10-429	10
Brachytherapy Systems, Remote Afterloading	17-517	10
Bronchoscopes	15-073	5
Calibrators, Radiopharmaceutical	18-971	10
Carbon Dioxide Monitors, Exhaled Gas	17-614	8
Carbon Dioxide Monitors, Transcutaneous; Oxygen Monitors, Transcutaneous	16-938	8
Cardiac Output Units, Thermal Dilution	10-615	8
Carts, Anesthetist's	10-636	15
Carts, Medication	10-644	12
Carts, Resuscitation	10-647	12
Carts, Surgical Case	15-891	12
Cataract Extraction Units, Phacoemulsification	17-596	8
Centrifuges, Cell Washing; Cytological	16-815	8

		
<b>215 Categories; Updated Anually</b>		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Centrifuges, Floor; Blood Bank	15-115	10
Centrifuges, Microhematocrit	10-779	6
Centrifuges, Tabletop	18-265	5
Centrifuges, Tabletop, Ultrahigh Speed	18-271	7
Chambers, Anaerobic; Glove Boxes, Anaerobic	16-335	10
Chambers, Hyperbaric	12-061	15
Chromatography Systems, Gas	18-273	10
Chromatography Systems, Liquid, High-Performance	15-121	8
Circulatory Assist Units, Intermittent; Sequential; Stockings, Compression; Pneumatic	16-837	7
Circulatory Assist Units, Intra-Aortic Balloon	10-846	8
Clinical Chemistry Analyzers, Automated, Discrete	16-299	5
Clinical Chemistry Analyzers, Manual	16-302	7
Coagulation Analyzers, Automated; Semiautomated	17-176	5
Coagulation Analyzers, Whole Blood	16-749	8
Colonoscopes	10-950	5
Computer-Aided Detection Systems, Mammography	19-697	8
Continuous Positive Airway Pressure Units	11-001	8


Corneal Topography Systems	18-038	12
Cryosurgical Units	11-067	10
Cytometers, Flow, Clinical Laboratory	11-066	7
Defibrillators, External, Automated; Semiautomated	18-500	10
Defibrillators, External, Manual; Defibrillator/Pacemakers, External	11-134	8
Densitometers, Bone	17-747	10
Densitometers, Laboratory, Scanning	16-905	10
Dictation Systems, Digital; Speech Recognition/Transcription	17-900	5
Digital Imaging Systems, Angiographic/Cardiovascular	16-560	10
Digital Imaging Systems, Computed Radiography	17-904	5
Digital, Mammographic	18-432	7
Disinfectors, Liquid Germicide, Flexible Endoscope	11-279	10
Duodenoscopes; Gastrosopes; Choledochoscopes	11-359	5
EEG Monitors; Electroencephalographs	11-467	7
Electrocardiographs, Multichannel; Interpretive	16-231	10
Electrocardiographs, Single-Channel	11-413	10
Electrolyte Analyzers	18-511	8
Electrophoresis Systems	15-138	10
Electrosurgical Units; Electrosurgical Units, Argon-Enhanced Coagulation	17-739	7
Electrothermal Cautery Units	11-422	8

		
215 Categories; Updated Anually		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Enzyme Immunoassay Analyzers; Fluorescence Immunoassay Analyzers; Chemiluminescence Immunoassay	16-217	7
Esophageal Motility Analyzers	11-600	8
Ethylene Oxide Monitors	17-219	10
Fetal Heart Detectors, Ultrasonic	11-696	8
Fetal Monitors	12-610	8
Film Digitizers	16-910	8
Glycohemoglobin Analyzers	17-109	7
Handpieces, Surgical; Drills, Bone; Saws, Bone	17-949	8
Headwall Systems, Prefabricated; Service Columns, Prefabricated	15-616	15
Heart-Lung Bypass Units; Oxygenators, Extracorporeal Bubble/Membrane; Pumps, Extracorporeal Perfusion	11-969	10
Hematology Analyzers, Automated; Semiautomated	17-742	7
Hemodialysis Units	11-218	10
Hoods, Chemical Fume	12-022	20
Hoods, Isolation, Laminar Airflow	12-200	20
Incubators, Aerobic	15-151	7

Incubators, Infant	17-432	7
Incubators, Laboratory, Thermocycling	18-013	7
Infusion Pumps, Ambulatory; Insulin	17-159	10
Infusion Pumps, General-Purpose	13-215	10
Infusion Pumps, Patient-Controlled Analgesic	16-924	10
Infusion Pumps, Syringe	13-217	10
Injectors, Contrast Media, Angiography; Computed Tomography; Magnetic Resonance Imaging	15-284	10
Insufflators, Laparoscopic	16-849	8
Iontophoresis Units, Sweat Test	15-128	10
Irrigation/Distention Systems, Arthroscopic	17-233	8
Laparoscopes	12-291	5
Laser Imagers	17-679	10
Lasers, Carbon Dioxide, Surgical/Dermatologic	16-942	7
Lasers, Diode, Surgical	18-183	7
Lasers, Ho:YAG, Surgical	17-769	7
Lasers, Nd:YAG, Surgical	16-943	7
Lasers, Ophthalmic	16-947	7
Lesion Generators (Tissue Ablation, RF and Microwave)	18-816	5
Lifts, Patient Transfer; Slings, Patient Lift	12-330	10
Light Sources, Fiberoptic	16-831	10
Lights, Surgical	12-282	15

		
215 Categories; Updated Anually		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Lights, Surgical (LED)	12-282	10
Lights, Ultraviolet, Germicidal	12-284	10
Linear Accelerators; Radiotherapy Units, Cobalt	16-972	12
Lithotripters, Extracorporeal	16-758	7
Lithotripters, Intracorporeal	16-230	8
Medication Management Systems, Decentralized	18-169	5
Microscopes, Electron, Transmission	18-090	12
Microscopes, Light, Laboratory	18-284	15
Microscopes, Light, Operating	15-239	10
Microtomes, Cryostat	15-157	12
Microtomes, Rotary; Ultra	15-160	12
Nephelometric Immunoassay Analyzers	16-908	10
Osmometers	12-842	10
Oximeters, In Vitro, Laboratory	16-618	10
Oximeters, Pulse	17-148	7

Oxygen Concentrators	12-873	8
Oxygen Monitors	17-444	7
Pacemakers, Cardiac, External, Invasive Electrodes, Transvenous	12-912	7
Peritoneal Dialysis Units	11-226	7
Photometric Microplate Readers; Washers, Microplate	16-979	8
Phototherapy Units, Visible Light, Hyperbilirubinemia	17-515	10
Physiologic Monitoring Systems, Acute Care; Neonatal; ECG Monitors	12-647	8
Physiologic Monitoring Systems, Cardiac Catheterization	12-647	8
Physiologic Monitoring Systems, Cardiac Electrophysiology	17-898	8
Physiologic Monitoring Systems, Stress Exercise, Cardiac; Pulmonary	17-724	8
Physiologic Monitoring Systems, Telemetric; ECG Monitors, Telemetric	13-988	8
Picture Archiving and Communication Systems (PACS), Radiology	16-247	5
Platelet Aggregation Analyzers	15-104	8
Point-of-Care Analyzers, Blood Gas/Ph; Chemistry; Electrolyte	18-618	6
Point-of-Care Analyzers, Coagulation; Hematology; Urine	18-621	6
Polysomnography Analyzers, Computerized	17-458	10
Pressure Alarms, Airway	14-351	8
Pulmonary Function Analyzers, Adult	13-182	8
Pumps, Enteral Feeding	13-209	10
Radiation Survey Meters, Geiger-Muller	17-211	10
Radiation Survey Meters, Ionization Chamber	17-212	10
Radioaerosol Administration Sets	16-784	5
Radiographic Systems, Film; Digital	17-174	Film - 15; Digital - 8

		
215 Categories; Updated Anually		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Radiographic Units, Chest	18-425	Analog-20; Digital - 8
Radiographic Units, Dental; Radiographic Systems, Digital, Dental	18-427	15
Radiographic Units, Mammographic; Stereotactic Systems, Biopsy, Mammographic; Radiographic Systems,	17-833	Analog - 10 Stereotactic - 10
Radiographic Units, Mobile	13-272	15
Radiographic/Fluoroscopic Systems, Angiographic/Interventional; Cardiovascular (Analog)	16-597	10
Radiographic/Fluoroscopic Systems, General-Purpose; Cameras, Radiographic Photospot	18-438	10
Radiographic/Fluoroscopic Systems, Urological	16-212	10
Radiographic/Fluoroscopic Units, Mobile	11-758	10
Radiographic/Tomographic Systems, Linear	16-884	10
Radiotherapy Simulation Systems	13-280	10
Refrigerators, Blood Bank	15-171	12
Scanning Systems, Computed Tomography, Full-Body	15-956	8
Scanning Systems, Gamma Camera	16-892	10
Scanning Systems, Magnetic Resonance Imaging	18-108	10
Scanning Systems, Positron Emission Tomography	16-375	10

Scanning Systems, Ultrasonic, Cardiac; Intravascular	17-422	5
Scanning Systems, Ultrasonic, General-Purpose	15-976	5
Scanning Systems, Ultrasonic, Portable	18-143	4
Sigmoidoscopes	15-057	5
Slide Stainers, Hematology; Microbiological	16-961	12
Slide Stainers, Histology	15-183	12
Slit Lamps	12-281	15
Smoke Evacuation Systems, Surgical	18-855	8
Spectrometers, Mass, Laboratory	17-199	10
Spectrophotometers, Atomic Absorption	15-079	10
Spectrophotometers, Ultraviolet/Visible	15-083	12
Sphygmomanometers, Electronic, Automatic	16-173	10
Spirometers, Diagnostic	13-680	8
Stereotactic Headframes; Stereotactic Systems, Radiosurgical	17-641	10
Sterilizing Units, Ethylene Oxide	13-740	15
Sterilizing Units, Steam, Bulk	16-141	15
Sterilizing Units, Steam, Tabletop	16-142	10
Stimulators, Electrical, Peripheral Nerve, Analgesic, Transcutaneous	13-782	8
Stretchers, Mobile, Hospital	19-021	10
Surgical Facility Booms, Ceiling-Mounted	16-001	10
Surgical Helmet Systems	11-995	7
Tables, Operating; Orthopedic	13-961	15

<b>BiomedicalBenchmark™</b> THE TECHNOLOGY SUPPORT SYSTEM		
<b>215 Categories; Updated Anually</b>		
Device Description Universal Medical Device Nomenclature™	UMDNS™ Codes	Expected Life Years
Telemanipulation Systems, Surgical	18-599	7
Temperature Monitors, Electronic, Patient	14-034	7
Thermometers, Electronic, Infrared	17-887	7
Thermometers, Electronic, Thermistor/Thermocouple, Patient	14-035	5
Thyroid Uptake Systems	16-567	10
Tissue Processors	15-190	12
Ultrasonic Cleaning Systems	14-263	10
Ultrasound Units, Physical Therapy; Ultrasound Units/Neuromuscular Stimulators, Physical Therapy	11-248	8
Urine Analyzers; Refractometers	18-634	7
Urodynamic Measurement Systems	14-307	7
Ventilators, Intensive Care	18-792	10
Ventilators, Intensive Care, Neonatal/Pediatric	14-361	10
Ventilators, Portable	17-423	10
Ventilators, Transport	18-098	10

Ventricular Assist Devices	10-847	5
Video Endoscopy Systems	18-034	5
Viewboxes, X-ray, Motorized	16-518	15
Warming Cabinets	10-540	15
Warming Units, Blood/Solution	10-447	8
Warming Units, Patient, Forced-Air	17-950	10
Warming Units, Radiant, Infant	17-956	10
Warming/Cooling Units, Patient, Circulating-Fluid; Pumps, Circulating-Fluid	12-074	10
Washer/Decontaminators	17-671	15
Washers, Labware	15-196	12
Xenon Systems	14-467	10
X-ray Film Duplicators	13-259	10
X-ray Film Handling Equipment, Automatic, Daylight	16-246	10
X-ray Film Processors, Automatic	17-963	10
X-ray Film Processors, Automatic, Cine	15-948	8
X-ray Generators	16-602	15
Updated 2016 (First published in 2009)		

## Anexo II

### *Equipment Risk Levels*

**Medium-risk devices:** Devices, including many diagnostic instruments, whose misuse, failure or absence (e.g., out of service with no replacement available) would have a significant impact on patient care but would not be likely to cause direct serious injury.

Ambulatory ECG Recorders and Scanners	Enteral Pumps
Aspirators (Thoracic, Uterine)	Lithotripters
Blood Bank Refrigerators Blood	Noninvasive Blood Pressure Monitors
Gas/pH Analyzers	Oxygen-Air Proportioners
Blood/Solution Warmers	Oxygen Concentrators
Cardiac Output Units	Paraffin Baths
Centrifuges and Clinical Lab Equipment	Patient Scales for Critical Applications <sup>*</sup>
Circumcision Clamps	Phototherapy Units
Computed Radiography Systems	Pulmonary Function Analyzers Radiant
Cryosurgical Units	Warmers (Adult)
Diagnostic Imaging Workstations	Special Care Beds (e.g., Circle, Flotation)
Electrocardiographs	Surgical Drills and Saws (Powered) Traction
Electroconvulsive Therapy Units	Units
Electroencephalographs Endoscopes	Treadmills
	Ultrasound Scanners

---

<sup>\*</sup> Hemodialysis and Neonatal Intensive Care Units

**Low-risk devices:** Devices whose failure or misuse is unlikely to result in serious consequences.

Alternating-Pressure Pads

Aspirators (Gastric) Breast

Pumps

Cast Cutters

Diathermy Units (Physical Therapy)

Electric Beds

Electric Wheelchairs

Electronic Thermometers

Examination and Treatment Tables

Examination Lights

Fiberoptic Light Sources

Intermittent/Compression Units

Operating Tables

Oto/Ophthalmoscopes

Patient Scales (General Patient Care)

Smoke Evacuators

Sphygmomanometers

Stimulators (Physical Therapy)

Surgical Lights

Surgical Microscopes

Temperature Monitors/Thermometers

Ultrasonic Nebulizers

Ultrasound Units (Physical Therapy)

Warming Cabinets

Whirlpool Baths