



ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

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



Aplicação da filosofia *Lean Maintenance* no sector da saúde

ANDRESA DE SOUSA RIBEIRO PEIXOTO
(Licenciada em Tecnologia Biomédica)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Orientadores:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Doutora Margarida Maria de Matos Rodrigues e Silva Eiras

Júri:

Presidente: Mestre José Pedro Fulgêncio de Matos

Vogais:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Licenciado Rui Miguel Neves Cortes

Novembro de 2024

Aplicação da filosofia *Lean Maintenance* no sector da saúde

ANDRESA DE SOUSA RIBEIRO PEIXOTO
(Licenciada em Tecnologia Biomédica)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Orientadores:

Doutor José Augusto da Silva Sobral, ISEL
Doutora Margarida Maria de Matos Rodrigues e Silva Eiras,
ESTeSL

Júri:

Presidente: Mestre José Pedro Fulgêncio de Matos, ESTeSL

Vogais:

Doutor José Augusto da Silva Sobral, ISEL
Licenciado Rui Miguel Neves Cortes, Lean Health Portugal, LDA

Novembro de 2024

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus orientadores, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. A sua orientação, paciência e valiosos conselhos ao longo de todo o processo foram indispensáveis. Agradeço-lhes por acreditarem em mim e por me motivarem a alcançar os meus objetivos.

Agradeço à minha entidade patronal, que me proporcionou a oportunidade e os recursos necessários para desenvolver a aplicação durante este processo. A confiança e o apoio da empresa foram cruciais para a realização deste projeto.

Aos meus pais, o meu eterno agradecimento. Em especial à minha mãe, que sempre acreditou em mim, apoiou-me incondicionalmente e esteve ao meu lado em todos os momentos, bons e difíceis. A sua força e dedicação são uma inspiração constante na minha vida. Não teria chegado até aqui sem o teu apoio.

Ao meu namorado, por estar sempre ao meu lado, motivar-me e apoiar-me em todos os momentos. Todo o amor, paciência e compreensão foram essenciais para que eu conseguisse ultrapassar os momentos mais difíceis deste percurso.

Aos meus amigos, por todos os momentos de incentivo, pelas palavras de encorajamento e pela capacidade de me fazerem sorrir mesmo nos momentos mais tensos. A vossa amizade é um dos pilares que sustentou esta caminhada.

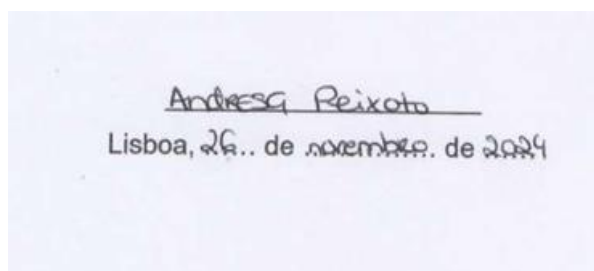
Por fim, agradeço a toda a minha família, que sempre torceu pelo meu sucesso e acreditou no meu potencial. O apoio e carinho de cada um foram fundamentais para que eu alcançasse este marco na minha vida.

A todos, o meu sincero agradecimento.

Declaração de integridade

Declaro que esta(e) dissertação / ~~trabalho de projeto~~ / ~~relatório de estágio~~ é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes listadas nas referências bibliográficas foram consultadas e estão devidamente mencionadas no texto. Mais declaro que todas as referências científicas e técnicas relevantes para o desenvolvimento do trabalho estão devidamente citadas e constam das referências bibliográficas.

O autor



Andresq Reixoto
Lisboa, 26. de novembro. de 2024

Resumo

Este estudo divide-se em duas partes principais. A primeira consiste numa revisão *scoping* intitulada "*Revisão Scoping da Filosofia Lean Maintenance no Setor da Saúde*", com o objetivo de compreender o estado atual da aplicação do *Lean Maintenance* em instituições de saúde. Escrito no formato da revista TMQ, o artigo identifica práticas existentes, lacunas na literatura e os principais desafios e benefícios associados à implementação desta metodologia em contextos hospitalares. Apesar do reconhecimento do *Lean* por melhorar a eficiência e reduzir desperdícios, a sua aplicação específica como *Lean Maintenance* ainda é pouco explorada na área da saúde. Logo, constatou-se uma significativa falta de estudos sobre o *Lean Maintenance* na saúde. A revisão evidencia a necessidade de mais investigações sobre os benefícios diretos desta abordagem para a eficiência e a qualidade dos serviços hospitalares.

A segunda parte centra-se na aplicação prática dos princípios do *Lean Maintenance* à gestão de stocks em electromedicina, um setor crítico para o funcionamento eficiente dos hospitais. Avaliou-se o impacto da metodologia na eficiência operacional, redução de desperdícios e melhoria da disponibilidade de equipamentos médicos essenciais. Os resultados mostraram ganhos significativos, que contribuíram para a redução de erros operacionais e custos.

Conclui-se que a aplicação do *Lean Maintenance* na saúde proporciona benefícios importantes, como maior eficiência operacional, redução de desperdícios e melhor disponibilidade de recursos. Apesar de desafios como a resistência inicial à mudança, esta abordagem revela-se estratégica para promover a excelência e a sustentabilidade organizacional, além de aumentar a satisfação de pacientes e profissionais. Em síntese, o *Lean Maintenance* demonstra potencial para otimizar recursos e melhorar a qualidade dos cuidados em diferentes contextos hospitalares.

Palavras-chave: *Lean Maintenance*, saúde, eficiência operacional, gestão de stocks, electromedicina.

Abstract

This study is divided into two main parts. The first part consists of a scoping review entitled "*Scoping Review of the Lean Maintenance Philosophy in the Healthcare Sector*", aiming to understand the current state of Lean Maintenance application in healthcare institutions. Written in the TMQ journal format, the article identifies existing practices, gaps in the literature, and the main challenges and benefits associated with the implementation of this methodology in hospital contexts. Although Lean is widely recognized for improving efficiency and reducing waste, its specific application as Lean Maintenance remains underexplored in healthcare. Consequently, a significant lack of studies on Lean Maintenance in this sector was identified. The review highlights the need for further research into the direct benefits of this approach for the efficiency and quality of hospital services.

The second part focuses on the practical application of Lean Maintenance principles to stock management in electromedicine, a critical sector for the efficient operation of hospitals. The methodology's impact on operational efficiency, waste reduction, and the availability of essential medical equipment was assessed. The results revealed significant improvements, which contributed to reducing operational errors and costs.

In conclusion, the application of Lean Maintenance in healthcare provides important benefits, such as greater operational efficiency, waste reduction, and better resource availability. Despite challenges such as initial resistance to change, this approach proves to be a strategic tool for promoting organizational excellence and sustainability, as well as enhancing the satisfaction of patients and professionals. In summary, Lean Maintenance demonstrates potential to optimize resources and improve the quality of care across different hospital contexts.

Keywords: Lean Maintenance, healthcare, operational efficiency, inventory management, electromedicine.

Lista de Abreviaturas e Siglas

BEPS - Building Energy Performance Simulation

BIM - Building Information Modeling

FOCUS-PDSA - Find-Organize-Clarify-Understand-Select-Plan-Do-Study-Act

HRM - Gestão de Recursos Humanos

IA - Inteligência Artificial

IHI - Institute for Healthcare Improvement

IoT - Internet das Coisas

JIT - Just-In-Time

LM - Lean Maintenance

PDCA - Plan-Do-Check-Act

PSC - Pharmaceutical Supply Center

RPI - Robust Process Improvement

TPM - Manutenção Produtiva Total

TQM - Gestão da Qualidade Total

Índice

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Relevância e objetivo.....	1
1.2 Estrutura e organização	2
REVISÃO SCOPING DA FILOSOFIA LEAN MAINTENANCE NO SECTOR DA SAÚDE	4
1. Introdução	5
2. Metodologia	6
2.1. Identificação dos estudos relevantes.....	6
2.2. Estratégia de pesquisa.....	7
2.3. Extração de dados.....	8
3. Resultados	8
4. Discussão.....	15
4.1. Práticas <i>Lean</i> na Manutenção	16
5. Conclusão.....	18
6. Investigações Futuras e Desafios.....	19
7. Referências.....	21
Authors Profiles	22
2 PRINCÍPIOS LEAN MAINTENANCE APLICADOS À GESTÃO DE STOCKS EM ELECTROMEDICINA	24
2.1 Introdução	24
2.2 Enquadramento do tema	25
2.2.1 Eliminação de Desperdícios	26
2.2.2 Gestão Preditiva.....	26
2.2.3 Padronização de Processos	26
2.2.4 Gestão Visual.....	26
2.2.5 Melhoria Contínua.....	27
2.3 Metodologia	27
2.4 Resultados.....	30
2.5 Discussão.....	32
2.5.1 Desafios e Obstáculos à aplicação do <i>Lean Maintenance</i>	34
2.5.2 Investigações Futuras do <i>Lean Maintenance</i>	35
2.6 Conclusão.....	36

3 CONCLUSÃO GERAL	38
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
Anexo I: Tabela de material em excesso	42
Anexo II: Tabela de ruturas.....	43
Anexo III: Tabela dos procedimentos padrão	43

Índice de figuras

Figura 1 - Diagrama PRISMA da estratégia de pesquisa.....	9
Figura 2.1 – Princípios <i>Lean Maintenance</i>	25

Índice de quadros

Tabela 1 - Critérios de inclusão e exclusão para a estratégia de pesquisa	7
Gráfico 1 - Classificação dos países dos estudos.....	9
Gráfico 2 - Classificação do tipo de estudo.....	10
Tabela 2 - Dados principais dos artigos selecionados.....	11
Tabela 3 - Dados principais das práticas <i>Lean</i> no TPM.....	17
Quadro 2.1 - Síntese dos princípios <i>Lean Maintenance</i> aplicados na gestão de stock	30
Quadro 2.2 - Comparação dos indicadores antes e após a aplicação do <i>Lean Maintenance</i>	32

1 Introdução Geral

O *Lean Maintenance*, uma filosofia de gestão originada no setor industrial, tem se mostrado uma abordagem eficaz para otimizar a manutenção de equipamentos em diferentes contextos, incluindo o setor hospitalar. Esta metodologia, que visa eliminar desperdícios e maximizar a eficiência operacional, é cada vez mais aplicada na área da saúde, onde a manutenção eficaz dos equipamentos médicos é essencial para garantir a segurança dos pacientes e a continuidade dos serviços de saúde (LaGanga, 2011).

No contexto hospitalar, a aplicação do *Lean Maintenance* é particularmente relevante em setores como a electromedicina, que envolve a manutenção e reparação de equipamentos médicos eletrônicos vitais para diagnósticos e tratamentos. A gestão eficiente de stocks e a utilização de estratégias como a manutenção preventiva e preditiva são fundamentais para garantir que os equipamentos estejam sempre operacionais e que os recursos hospitalares sejam utilizados de forma otimizada (Rossini, Costa, Tortorella, & Portioli-Staudacher, 2019).

Este estudo, através de uma revisão *scoping*, pretende identificar as melhores práticas, benefícios e desafios associados à implementação do *Lean Maintenance*, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e aplicações no setor. Por outro lado, este estudo propõe também investigar a aplicação dos princípios do *Lean Maintenance* na gestão da manutenção hospitalar, com foco na gestão de stocks da electromedicina, avaliando os impactos desta abordagem na eficiência operacional, na redução de desperdícios e na melhoria da qualidade dos cuidados de saúde.

1.1 Relevância e objetivo

Apesar da crescente adoção de práticas de *Lean Maintenance* em diversas indústrias, a aplicação desta metodologia no setor hospitalar ainda necessita de uma abordagem consolidada e bem definida. No contexto hospitalar, a literatura existente sobre a aplicação do *Lean Maintenance* é limitada, especialmente quando se trata da manutenção de equipamentos médicos. Embora alguns estudos tenham abordado a implementação de metodologias *Lean* em setores como a farmácia e as urgências, há uma evidente escassez de investigação focada na aplicação destas práticas em áreas cruciais como a manutenção de equipamentos e a gestão de inventários hospitalares.

Esta lacuna na literatura é particularmente relevante, pois a manutenção eficaz e a gestão de stocks são essenciais para garantir a disponibilidade e a fiabilidade dos

equipamentos médicos, que são vitais para a prestação de cuidados de saúde de alta qualidade. A presente investigação propõe, assim, inicialmente explorar quais são as práticas e os impactos da implementação do *Lean Maintenance* em instituições hospitalares e depois sim aplicar os princípios *Lean Maintenance* na gestão de manutenção hospitalar com especial destaque na gestão de stocks em electromedicina, visando:

- Identificar as melhores práticas de aplicação do *Lean Maintenance* na manutenção de equipamentos médicos e na gestão de stocks hospitalares.
- Analisar o impacto da implementação da metodologia na eficiência operacional, na redução de desperdícios e na disponibilidade de equipamentos e materiais médicos.
- Avaliar os desafios e as oportunidades associados à adoção do *Lean Maintenance* no contexto hospitalar, proporcionando uma base sólida para futuras investigações e implementações práticas.

Este estudo procura preencher a lacuna existente na literatura e oferecer *insights* valiosos que possam orientar a aplicação do *Lean Maintenance* em ambientes hospitalares, contribuindo para a melhoria contínua dos serviços de saúde.

1.2 Estrutura e organização

O trabalho final de mestrado desenvolve-se em torno do estudo da aplicação da filosofia *Lean Maintenance* no setor hospitalar, com ênfase na manutenção de equipamentos médicos e na gestão de stocks no campo da electromedicina. O estudo está estruturado em duas partes principais, que embora relacionadas, abordam diferentes vertentes da investigação, visando responder aos objetivos delineados. A escolha deste formato foi motivada pela necessidade de adotar uma abordagem prática e aplicada, facilitando assim a divulgação eficaz e acessível do conhecimento obtido.

O primeiro artigo, intitulado *Revisão Scoping da Filosofia Lean Maintenance no Setor da Saúde*, consiste numa revisão *scoping* que examina a literatura existente sobre a aplicação do *Lean Maintenance* em instituições hospitalares. O objetivo deste artigo é identificar as melhores práticas, benefícios e desafios da implementação do *Lean Maintenance* em instituições hospitalares. Este artigo, redigido em português, foi submetido para publicação na revista científica TMQ e segue rigorosamente as diretrizes editoriais exigidas pela revista, incluindo normas para títulos, resumos, extensão do texto e referência bibliográfica.

A segunda parte do trabalho é dedicada a um estudo prático aplicado ao serviço de electromedicina de um hospital público, focado na implementação dos princípios *Lean Maintenance* na gestão de manutenção e stocks. Este estudo tem como objetivo avaliar o impacto da metodologia na eficiência operacional, na redução de desperdícios e na melhoria da disponibilidade de equipamentos médicos. Esta investigação foi realizada de acordo com as normas estabelecidas para o trabalho final de mestrado, incluindo orientações específicas sobre a estrutura, formatação, organização do conteúdo e estilo de referenciação.

Ambas as partes do estudo foram elaboradas em português e respeitam os requisitos formais de escrita. A combinação de uma revisão *scoping* com um estudo prático permite uma análise abrangente e aplicada do *Lean Maintenance* no setor hospitalar, contribuindo de forma significativa tanto para a investigação académica quanto para a prática clínica.

Revisão *Scoping* da filosofia *Lean Maintenance* no sector da saúde

Andresa de Sousa Ribeiro Peixoto

andresapeixoto44@hotmail.com

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Escola Superior de Tecnologia em Saúde de Lisboa (ESTeSL), Instituto Politécnico de Lisboa (IPL)

José Augusto da Silva Sobral

jsobral@dem.isel.ipl.pt

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Instituto Politécnico de Lisboa (IPL) e Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica (CENTEC), Instituto Superior Técnico (IST)

Margarida Maria de Matos Rodrigues e Silva Eiras

margarida.eiras@estesl.ipl.pt

Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL)

Resumo:

O *Lean Maintenance* (LM) é uma abordagem que visa aumentar a eficiência dos processos de manutenção através da eliminação de desperdícios e da otimização de recursos. Originalmente derivada do *Lean Manufacturing*, a filosofia LM tem conquistado interesse no setor hospitalar, onde a manutenção eficaz dos equipamentos médicos é crucial para a segurança dos pacientes e a continuidade dos serviços. Esta revisão *scoping* tem como objetivo identificar as melhores práticas, benefícios e desafios da implementação do LM em instituições hospitalares. Utilizando a metodologia PRISMA-ScR, foram analisados artigos das bases de dados *Scopus*, *PubMed* e *Web of Science*, publicados entre janeiro de 2019 e junho de 2024. A pesquisa identificou 10 estudos relevantes, provenientes de diversos países. Os resultados indicam que a implementação de práticas inerentes a uma Manutenção Produtiva Total (TPM) pode melhorar significativamente a eficiência operacional e a qualidade dos cuidados de saúde. No entanto, a falta de uma padronização global e a resistência à mudança são desafios notáveis. A revisão conclui que, apesar dos benefícios comprovados, a aplicação de *Lean Maintenance* na área da saúde ainda necessita de mais investigação e desenvolvimento teórico para ser plenamente eficaz e amplamente adotada.

Palavras-chave: Gestão/Desenvolvimento de processos, *Healthcare*, *Lean Maintenance*, *Scoping Review*

Abstract:

Lean Maintenance (LM) is an approach aimed at increasing the efficiency of maintenance processes through waste elimination and resource optimization. Originally derived from Lean Manufacturing, the LM philosophy has garnered interest in the hospital sector, where effective maintenance of medical equipment is crucial for patient safety and the continuity of services. This scoping review aims to identify the best practices, benefits, and challenges of implementing LM in hospital settings. Using the PRISMA-ScR methodology, articles from the Scopus, PubMed, and Web of Science databases, published between January 2019 and June 2024, were analysed. The research identified 10 relevant studies from various countries. The results indicate that the implementation of practices inherent to Total Productive Maintenance (TPM) can significantly improve operational efficiency and the quality of healthcare. However, the lack of global standardization and resistance to change are notable challenges. The review concludes that despite the proven benefits, the application of Lean Maintenance in healthcare still requires further research and theoretical development to be fully effective and widely adopted.

Keywords: Healthcare, Lean Maintenance, Process Management/Development, Scoping Review

1. Introdução

O *Lean Maintenance* é uma abordagem de gestão que visa aumentar a eficiência dos processos de manutenção através da eliminação de desperdícios e da otimização da utilização dos recursos disponíveis. Esta filosofia, derivada do *Lean Manufacturing*, tem sido amplamente adotada em diversos setores industriais, mas a sua aplicação no setor hospitalar tem sido mais destacada nos últimos anos, devido ao potencial para melhorar a qualidade dos serviços de saúde e reduzir os custos (Smith & Hawkins, 2004; Graban, 2016).

Nos hospitais, a manutenção eficaz dos equipamentos médicos é crucial para garantir a segurança dos pacientes e a continuidade dos serviços de saúde. Equipamentos médicos indisponíveis por avaria ou mal preservados podem levar a atrasos nos tratamentos, diagnósticos incorretos e, em casos extremos, a riscos para a vida dos pacientes. Portanto, a implementação de práticas de *Lean Maintenance* pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade dos cuidados de saúde ao assegurar que os equipamentos estão sempre operacionais e em condições ótimas (Langabeer II & Helton, 2020).

A abordagem *Lean* no contexto hospitalar envolve a adoção de estratégias como a manutenção preventiva e preditiva, que visam antecipar a ocorrência de falhas e evitar as mesmas. A utilização de ferramentas como o *Kaizen* e TPM (Manutenção Produtiva Total)

permitem uma gestão mais eficiente dos recursos e processos, promovendo uma cultura de melhoria contínua e de resolução de problemas (Liker, 2004; Haddad & Jaaron, 2012).

Esta investigação propõe a realização de uma revisão *scoping* para demonstrar e evidenciar a aplicação de *Lean Maintenance* no setor hospitalar. Este estudo visa identificar as melhores práticas, os benefícios e os desafios associados a esta abordagem, fornecendo uma base sólida para futuras implementações e pesquisas. Deste modo, a revisão *scoping* permitirá responder à seguinte questão: “Quais são as práticas e o impacto da implementação do *Lean Maintenance* em instituições hospitalares?”

A revisão *scoping* permitirá uma compreensão abrangente do estado atual da arte e orientará o desenvolvimento de estratégias eficazes para a manutenção hospitalar.

2. Metodologia

Esta revisão da literatura *scoping* foi realizada seguindo as orientações propostas na *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews: The PRISMA-ScR Statement* (Tricco et al., 2018). O objetivo desta revisão foi identificar as razões e/ou problemas relacionados à implementação do *Lean Maintenance* em instituições hospitalares, bem como investigar as estratégias implementadas e as soluções propostas.

2.1. Identificação dos estudos relevantes

Os conceitos “*Lean*”, “*Maintenance*”, “*Equipment maintenance*”, “*Equipment management*” e “*Healthcare*”, assim como as suas variantes, foram identificados para a realização da pesquisa. A estrutura PCCT (população, conceito, contexto e tipo de artigo) para critérios de inclusão é defendida pelo Peters et al. (2021). Todavia, não ficou claro como a população poderia ser designada para esta pesquisa. Portanto, este estudo utilizou a estrutura CCT (conceito, contexto e tipo de artigo) para termos de pesquisa e critérios de inclusão. Os termos de pesquisa e as combinações relacionadas ao *Lean* foram construídos utilizando operadores booleanos “AND” e “OR” para facilitar a criação de combinações personalizadas de termos de pesquisa. Os artigos foram excluídos caso não tivessem relevância direta ou indireta do *Lean* na área da saúde. A Tabela 1 demonstra todos os critérios de inclusão e exclusão definidos para a realização da estratégia de pesquisa.

2.2. Estratégia de pesquisa

Os dados utilizados nesta revisão *scoping* foram obtidos das bases de dados *Scopus*, *PubMed* e *Web of Science*. Foram investigados artigos relevantes publicados entre janeiro de 2019 e junho de 2024, que abordassem a evolução do princípio de *Lean Maintenance*. Os estudos foram excluídos se fossem revisões *scoping*, estudos duplicados, se não abordassem a temática de *Lean*/manutenção ou se a intervenção não fosse realizada no setor hospitalar. Dois revisores avaliaram independentemente a elegibilidade dos estudos, analisando o título, o resumo e o texto completo de acordo com diretrizes estabelecidas.

Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão para a estratégia de pesquisa

	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Conceito	Artigos que demonstrem evidências sobre o conceito de <i>Lean Maintenance</i> na área da saúde. Os termos de pesquisa incluíram: <i>Lean</i> , <i>Maintenance</i> , <i>Equipment Maintenance</i> , <i>Equipment Management</i> e <i>Healthcare</i> , bem como as suas variantes.	Artigos que não tivessem relacionados ao <i>Lean</i> na área da saúde.
Contexto	Hospitalar	Outros sectores
Tipo de Literatura	Literatura baseada em pesquisas primárias, estudos empíricos (baseados em pesquisas) e pesquisas qualitativas (casos de estudos, projetos, entrevistas).	Revisões da literatura, revisões <i>scoping</i> , literatura cinzenta e artigos não académicos que não forneceram insights sobre a implementação do <i>Lean</i> no sector hospitalar.
Língua	Publicações escritas em língua inglesa e portuguesa	Outros idiomas que não o inglês e o português
Espaço temporal	Artigos publicados entre janeiro 2019 e junho de 2024	Artigos publicados antes de 2019

2.2.1. Processo de Seleção e Análise de Artigos

Antes de iniciar a investigação, foram identificadas, estudadas e analisadas diversas palavras-chave, até se chegar à escolha final. As palavras-chave selecionadas foram inseridas nas três bases de dados mais relevantes para o tema: *Scopus*, *Web of Science* e *PubMed*. Cada base de dados gerou um conjunto de artigos, capítulos de livros, publicações de conferências, entre outros.

Aplicaram-se os critérios inicialmente definidos para filtrar apenas os artigos mais pertinentes ao tema. A investigação introdutória envolveu a análise dos títulos e resumos dos artigos. Esta análise permitiu a exclusão de muitos artigos não relacionados à área da saúde e ao conceito de *Lean*. Todos os artigos realizados em ambiente hospitalar e que poderiam, em algum momento, abordar o conceito de *Lean* foram considerados artigos selecionados. Apenas esses artigos selecionados foram estudados na íntegra, como pode ser verificado na Tabela 2.

Devido à natureza de uma revisão *scoping*, não foram estabelecidos limites quanto à metodologia ou à localização geográfica dos artigos selecionados. Foram incluídos artigos publicados em inglês e português. Conforme recomendado para uma revisão *scoping*, foram incluídos tanto artigos revistos por pares quanto não revistos.

2.3. Extração de dados

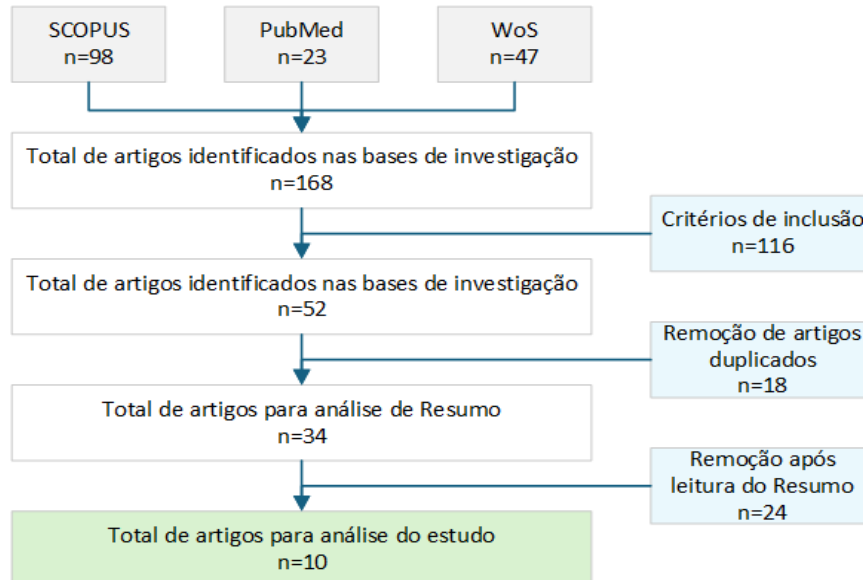
Na revisão *scoping*, o processo de recolha de dados fornece um resumo descritivo coerente dos resultados, alinhado com os objetivos e questões da revisão, através de gráficos de resultados em formato de tabelas e gráficos (Arksey & O'Malley, 2005; Armstrong, Hall, Doyle & Waters, 2011; Peters et al., 2021). Este processo foi aplicado na presente revisão *scoping*, utilizando gráficos e uma tabela que permitiram extrair, comparar e analisar os dados de cada um dos artigos incluídos (Tabela 2, Gráficos 1 e 2).

3. Resultados

A Figura 1 apresenta o diagrama PRISMA de seleção dos estudos, que ilustra quantos artigos revistos de texto completo foram considerados elegíveis para inclusão nesta revisão. A pesquisa nas bases de dados resultou em um total de 168 publicações. Após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão nos títulos e resumos, 116 publicações foram removidas, restando 52 publicações para avaliação. Em seguida, foram excluídas 18 publicações duplicadas, resultando

em 34 publicações para análise. Após a leitura dos resumos dessas 34 publicações, 24 foram excluídas. Assim, obteve-se um total de 10 artigos para avaliação completa do conteúdo.

Figura 1 – Diagrama PRISMA da estratégia de pesquisa

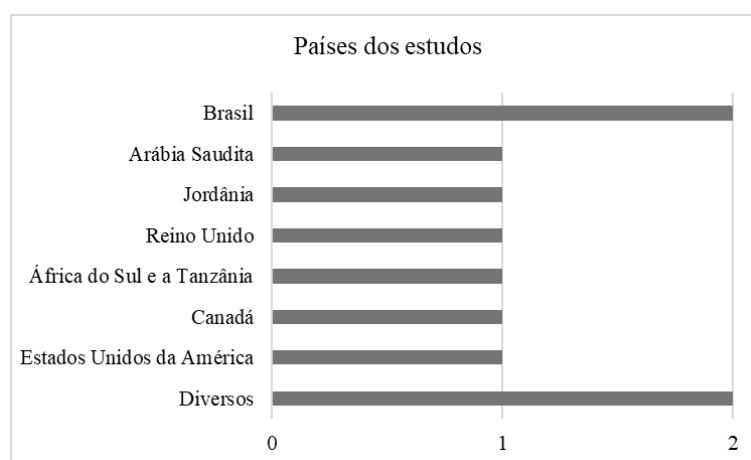


A maioria das publicações selecionadas foi excluída por não serem consideradas relevantes para as práticas e aplicações de *Lean* no setor da saúde.

A Tabela 2 apresenta os 10 estudos elegíveis para a revisão. Esta tabela também fornece informações gerais sobre cada artigo, incluindo autor(es), título, ano de publicação e país de origem.

O Gráfico 1 demonstra os países nos quais os estudos foram aplicados. Sendo a categoria “Diversos” relativa a dois estudos.

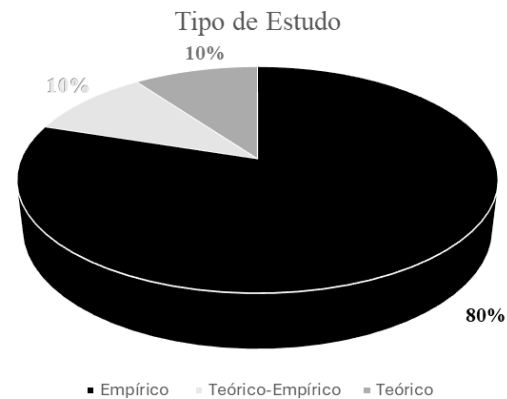
Gráfico 1 – Classificação dos países dos estudos



A tipologia dos estudos incluídos com base no tipo de estudo é apresentada no Gráfico 2. Verifica-se que 8 dos 10 estudos são empíricos, ou seja, baseados na recolha e análise de dados

observáveis do mundo real. Enquanto apenas 1 estudo é teórico, baseando-se em princípios *Lean* (Iswanto, 2019). Todavia, existe também um estudo que utiliza métodos mistos (Hale, Fallon, & FitzGerald, 2020).

Gráfico 2 – Classificação do tipo de estudo



Estes estudos foram selecionados por serem os mais representativos em relação ao tema abordado. É possível observar que ainda há muito a ser explorado na área do *Lean Maintenance*, uma vez que muitas práticas *Lean* apresentadas nos próprios artigos se concentram na gestão global da instituição, e como isso poderá levar a um desempenho operacional superior em todos os departamentos da instituição.

Geralmente, todos estes estudos relataram alguns benefícios da aplicação *Lean* nos cuidados de saúde. A tabela 2 também relata o(s) objetivo(s), as práticas *Lean* utilizadas e os principais resultados de cada estudo.

Tabela 2 – Dados principais dos artigos selecionados

Autores	Título	Ano	Tipo de estudo	Objetivo(s)	Práticas <i>Lean</i>	Resultados	País	Referência
Moisan, L (Moisan, Line); Fournier, PL (Fournier, Pierre-Luc); Lagacé, D (Lagace, Denis)	Levers of social services integration: performance management system and Lean-related management tools	2023	Empírico	Melhorar a acessibilidade e continuidade dos cuidados e a qualidade de vida dos funcionários	Utilização de salas de controle e folhas de estado para melhorar a colaboração, coordenação de serviços, facilitar o fluxo de informações e a utilização eficiente dos recursos.	O estudo revelou que a implementação de ferramentas <i>Lean</i> levou a melhorias significativas na performance organizacional e no bem-estar dos funcionários.	Canadá	Moisan, Fournier & Lagacé (2023)
Rose, C (Rose, Christian); Nichols, T (Nichols, Taylor); Hackner, D (Hackner, Daniel); Chang, J (Chang, Julia); Straube, S (Straube, Steven); Jooste, W (Jooste, Willem); Sawe, H (Sawe, Hendry); Tenner, A (Tenner, Andrea)	Utilizing Lean Software Methods To Improve Acceptance of Global eHealth Initiatives: Results From the Implementation of the Basic Emergency Care App	2021	Empírico	Melhorar a aceitação e a eficácia das iniciativas de <i>eHealth</i>	Fortalecer a equipa, eliminar desperdícios e manter uma visão integral/geral para melhorar o desenvolvimento de software para iniciativas globais de saúde.	O estudo demonstrou que o desenvolvimento do software <i>Lean</i> pode reduzir custos e melhorar a aceitação de iniciativas de <i>eHealth</i> em contextos globais de saúde.	África do Sul e Tanzânia	Rose et al. (2021)
Demirdögen, G (Demirdögen, Gokhan); Isik, Z (Isik, Zeynep); Arayici, Y (Arayici, Yusuf)	Lean Management Framework for Healthcare Facilities Integrating BIM, BEPS and Big Data Analytics	2020	Empírico	Melhorar a eficiência, reduzir desperdícios e aumentar a satisfação do utente	Otimizar processos e eliminar desperdícios através de uma gestão eficiente e orientada para o longo prazo.	O estudo propõe um quadro para melhorar a gestão de instalações de saúde, reduzindo desperdícios e melhorando a eficiência através de práticas <i>Lean</i> e tecnologias avançadas.	Reino Unido	Demirdögen Isik & Arayici (2020)

Autores	Título	Ano	Tipo de estudo	Objetivo(s)	Práticas <i>Lean</i>	Resultados	País	Referência
Alkhaldi, RZ (Alkhaldi, Rasha Zuhair); Abdallah, AB (Abdallah, Ayman Bahjat)	Lean management and operational performance in health care Implications for business performance in private hospitals	2020	Empírico	Melhorar o desempenho operacional, reduziros custos e aumentar a qualidade e acessibilidade dos serviços de saúde	Gestão da qualidade total (TQM), gestão de recursos humanos (HRM), produção Just-In-Time (JIT) e manutenção produtiva total (TPM).	As práticas <i>Lean</i> melhoram a performance operacional, influenciando positivamente a qualidade, eficiência, acessibilidade e o desempenho comercial dos serviços hospitalares.	Jordânia	Alkhaldi & Abdallah (2020)
Abdulhamid, Alliazer; El Najjar, Ghiwa; Alayesh, Aljohara; Alghanmi, Arwa	Enhancing Strategic Learning Through the Implementation of Robust Process	2023	Empírico	Melhorar a qualidade dos cuidados de saúde, reduzir danos aos pacientes e diminuir custos	As práticas <i>Lean</i> combinam metodologias de melhoria contínua, como o Modelo de Melhoria do IHI, <i>Lean</i> , Six Sigma e FOCUS-PDSA, para identificar, analisar, e implementar mudanças que transformam os processos hospitalares.	A implementação do <i>framework</i> RPI resultou em um aumento significativo no número de projetos de melhoria de processos e nonúmero de formadores certificados.	Arábia Saudita	Abdulhamid, El Najjar, Alayesh & Alghanmi (2023)
de Bittencourt L.S.; Gularte A.C.; Leal B.A.; de Paula I.C.; Bueno W.P.	TPM Adaptation as Lean Healthcare Practice to Improve the Logistics Processes of a Pharmaceutical Supply Center-PSC	2021	Empírico	Otimizar os processos e minimizar erros	As práticas <i>Lean</i> envolvem a manutenção autónoma, recolha e análise de informações, manutenção preventiva e programada, garantia da qualidade, da saúde e da segurança operacional, preparação e formações para os funcionários.	A adaptação das práticas TPM no PSC resultou em melhorias na eficiência e eficácia dos processos logísticos, assim como, uma redução de perdas e aumento na qualidade do serviço.	Brasil	de Bittencourt, Gularte, Leal, de Paula & Bueno (2021)

Autores	Título	Ano	Tipo de estudo	Objetivo(s)	Práticas <i>Lean</i>	Resultados	País	Referência
Hale, Dermot; Fallon, Enda F.; FitzGerald, Christine	An equipment qualification framework for healthcare	2020	Teórico-Empírico	Melhorar a produtividade e garantir a satisfação do utente	Trabalho padronizado, TPM e 5S.	As práticas <i>Lean</i> , ao serem incorporadas na estrutura de qualificação de equipamentos na saúde, melhoram a produtividade e reduzem os riscos.	N/A	Hale et al. (2020)
Yaglowski, Jason	All-Inclusive Central Line Dressing Kits: A Lean Approach	2020	Empírico	Reduzir as infecções, melhorar e padronizar os kits de tratamentos.	Criação de kits de tratamento padronizados e implementação de processos de melhoria contínua para reduzir infecções e desperdícios no cuidado com a linha central.	A implementação dos kits de tratamento de linha central resultou na redução das taxas de infecção, e custos associados ao cuidado de linha central e na otimização do tempo.	Estados Unidos da América	Yaglowski (2020)
de Paris, Fernanda Guidi Colossi; Padoin, Alexandre Vontobel; Mottin, Cláudio Corá; de Paris, Marcel Fasolo	Assessment of Changes in Body Composition During the First Postoperative Year After Bariatric Surgery	2019	Empírico	Verificar as mudanças na composição corporal	N/A	O estudo demonstrou mudanças significativas na composição corporal dos pacientes após a cirurgia bariátrica, com uma redução notável no IMC e na massa gorda.	Brasil	de Paris, Padoin, Mottin, & de Paris (2019)

Autores	Título	Ano	Tipo de estudo	Objetivo(s)	Práticas <i>Lean</i>	Resultados	País	Referência
Heri Iswanto, A.	Lean implementation in hospital departments: How to move from good to great services	2019	Teórico	Eliminar desperdícios, reduzir o inventário, o tempo de ciclo dos serviços e os custos.	Eliminação de desperdícios, redução de custos e melhoria contínua dos processos hospitalares.	A implementação das práticas <i>Lean</i> nos hospitais resultou em melhorias significativas na eficiência, redução de custos e aumento da satisfação dos pacientes e colaboradores.	N/A	Iswanto (2019)

4. Discussão

A presente revisão *scoping* revela uma lacuna significativa na literatura sobre a aplicação do *Lean Maintenance* na área da saúde. Apesar do *Lean* ser amplamente reconhecido e implementado em diversos setores para melhorar a eficiência e reduzir desperdícios, a aplicação específica como *Lean Maintenance* ainda é iniciante no contexto da saúde. Esta revisão destacou a escassez de estudos focados exclusivamente neste tema, evidenciando a necessidade de mais investigações nesta área.

A análise dos artigos selecionados indica uma distribuição geográfica diversificada, sugerindo um interesse global na aplicação do *Lean* na saúde. No entanto, a falta de uma tendência clara ou padrão entre os países indica que a prática do *Lean Maintenance* não está bem estabelecida ou padronizada internacionalmente. Esta dispersão sugere que, embora o interesse exista, a adoção do *Lean Maintenance* enfrenta desafios específicos que precisam ser compreendidos e abordados através de estudos.

A predominância de estudos empíricos sobre os teóricos ou mistos aponta para uma ênfase na observação e análise de dados do mundo real, o que é crucial para validar a eficácia do *Lean Maintenance* na prática. Contudo, a falta de estudos teóricos rigorosos evidencia uma lacuna na construção de modelos conceituais que poderiam fornecer uma base sólida para futuras implementações ou estudos. O desenvolvimento de tais modelos é essencial para orientar as práticas e assegurar que a aplicação do *Lean Maintenance* seja sistemática e eficaz.

Os benefícios relatados nos estudos analisados, como melhorias na eficiência operacional e na satisfação dos pacientes, confirmam o potencial do *Lean Maintenance* na área da saúde. No entanto, muitos estudos focam na gestão global da instituição, sugerindo que o *Lean Maintenance* específico não tem recebido a atenção necessária. Isso destaca a necessidade de estudos que explorem diretamente as práticas de *Lean Maintenance* e os impactos resultantes no setor da saúde.

Esta revisão *scoping* destaca a necessidade de mais pesquisas dedicadas ao *Lean Maintenance* na área da saúde. A exploração desta metodologia específica pode levar a melhorias substanciais na eficiência operacional e na qualidade dos serviços de saúde, contribuindo para um sistema de saúde mais sustentável e eficaz. Portanto, investigadores e profissionais da saúde são incentivados a investigar/pesquisar e documentar mais sobre a aplicação do *Lean Maintenance*, desenvolvendo tanto estudos empíricos quanto teóricos que possam enriquecer a literatura e a prática nesta área vital.

4.1. Práticas *Lean* na Manutenção

Todos os artigos estudados abordam as práticas *Lean* de maneira distinta, refletindo a diversidade de abordagens e interpretações. Enquanto alguns focam na aplicação geral dos princípios *Lean* em diversos contextos, outros oferecem uma visão mais específica sobre como as práticas podem ser integradas no *Lean Maintenance*. Nesta secção, irá ser dada uma atenção especial aos artigos que mais se alinham com o conceito de *Lean Maintenance* e como as práticas são implementadas para otimizar a manutenção e melhorar a eficiência operacional.

O TPM é uma abordagem *Lean* crucial para a manutenção eficaz e eficiente de equipamentos, amplamente adotada em diversos setores, incluindo a área da saúde. Estudos mostram que a implementação do TPM pode resultar em significativos benefícios para a intervenção e longevidade dos equipamentos. Os principais princípios do TPM incluem a manutenção autónoma, onde os operacionais monitorizam e cuidam dos equipamentos, permitindo a identificação precoce de problemas e a implementação rápida de soluções. Este método é essencial para a operação contínua e eficiente dos equipamentos. Outro aspeto importante é a recolha de informações para melhoria, que otimiza a comunicação entre setores e permite uma análise sistemática de dados para priorizar melhorias (de Bittencourt et al., 2021).

A manutenção preventiva é crucial no TPM e envolve ações proativas para evitar falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos. A manutenção da qualidade foca na adoção das melhores tecnologias e métodos para otimizar processos e garantir produtos ou serviços de alta qualidade. Além disso, a formação é essencial para que os colaboradores possam dominar as tecnologias e automatizar processos, e a saúde e segurança ocupacional deve ser sempre garantida, criando um ambiente de trabalho seguro e produtivo (de Bittencourt et al., 2021).

Outros estudos destacam práticas *Lean* relacionadas ao TPM, como a investigação de Iswanto (2019), que explora a aplicação do TPM em ambientes hospitalares, transferindo a responsabilidade de manutenção para os funcionários operacionais e utilizando procedimentos operacionais padrão e planeamento de trabalho para melhorar a resposta a falhas. Alkhalidi e Abdallah (2020) analisam o TPM como um sistema que maximiza a eficácia dos equipamentos através de manutenção preventiva e envolvimento de todos os níveis da organização, enquanto Demirdögen, Isik e Arayici (2020) debatem um *framework Lean* para manutenção baseado nos cinco princípios *Lean* e a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) 4D para validar o *framework* em ambientes reais.

No contexto do *Lean Maintenance*, o TPM é uma metodologia apoiada por pilares principais, cada um deles dirigido para maximizar a eficiência dos equipamentos e reduzir falhas.

Tabela 3 – Dados principais das práticas *Lean* no TPM

Prática <i>Lean</i>	Descrição	Referência
Manutenção Autônoma	Operadores monitorizam as condições dos próprios equipamentos e processos ao redor, identificando problemas precocemente e agindo rapidamente.	de Bittencourt et al. (2021)
Recolha de Informações para Melhoria	Otimiza o fluxo de informações entre setores, com dados analisados e priorizados para melhorias.	de Bittencourt et al. (2021)
Manutenção Preventiva	Implementada em cada setor para cuidar de equipamentos, ferramentas e máquinas, prevenindo interrupções nas atividades. Monitorização precisa do desempenho da equipa e dos equipamentos, com relatórios indicando a necessidade de melhorias e pausas na programação.	de Bittencourt et al. (2021); Alkhaldi & Abdallah (2020)
Manutenção da Qualidade	Foco nas melhores tecnologias, métodos e novas ideias que geram maior valor em cada tarefa	de Bittencourt et al. (2021)
Formação	Colaboradores dominam tecnologias e atuam em cenários estratégicos para implementar automação de processos.	de Bittencourt et al. (2021)
Saúde e Segurança Ocupacional	Garantia da segurança de todos os envolvidos, apoiando cada pilar do TPM.	de Bittencourt et al. (2021)
Prevenção e Procedimentos Operacionais Padrão	Implementação de etapas preventivas e desenvolvimento de procedimentos operacionais padrão para guiar a resposta a falhas.	Iswanto (2019)
Sistema de Programação de Trabalho	Organização de problemas com base na urgência e prioridade, com supervisão de desempenho e gestão visual para melhorar a resposta a falhas.	Iswanto (2019)
Envolvimento da equipa	Motivação das pessoas para a manutenção dos equipamentos	Alkhaldi & Abdallah (2020)
Redução de Retrabalho e Rejeições	Melhoria da disponibilidade e desempenho dos equipamentos, reduzindo retrabalho e rejeições.	Alkhaldi & Abdallah (2020)
Estrutura de Manutenção <i>Lean</i>	Baseada nos cinco princípios <i>Lean</i> : especificar o valor, identificar o fluxo de valor, fazer o valor fluir, puxar o valor e procurar a perfeição.	Demirdögen et al. (2020)
Framework de Gestão <i>Lean</i>	Uso do 4D BIM para verificar o <i>framework</i> proposto em um ambiente real.	Demirdögen et al. (2020)

5. Conclusão

A aplicação do *Lean Maintenance* e das práticas associadas, conforme evidenciado nas diversas conclusões dos estudos analisados, demonstram um impacto significativo e positivo em várias áreas do setor de serviços de saúde.

A integração de ferramentas de gestão de desempenho, práticas *Lean* e tecnologias como BIM, *Building Energy Performance Simulation* (BEPS) e *Big Data Analytics*, pode melhorar drasticamente a performance organizacional, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável (Demirdögen et al, 2020).

No setor de serviços sociais, a adoção de sistemas de gestão de desempenho integrados, que incorporam práticas *Lean*, pode melhorar a acessibilidade, a continuidade dos cuidados e o bem-estar dos funcionários (Moisan et al., 2023).

No contexto da administração de saúde, os processos *Lean*, amplamente reconhecidos na indústria e na produção, também têm mostrado eficácia notável (Rose et al., 2021). A adaptação destas práticas para hospitais e centros de saúde globalmente tem promovido melhorias significativas na eficiência operacional, na segurança dos pacientes e na gestão de recursos (Iswanto, 2019). A implementação bem-sucedida de práticas como a TPM e *frameworks* estruturados de melhoria de processos em diferentes contextos de saúde tem conduzido a uma maior qualidade dos cuidados e uma redução nos custos operacionais (Alkhaldi & Abdallah, 2020; Abdulhamid et al., 2023).

A integração de práticas *Lean* com tecnologias avançadas permite uma gestão mais eficaz das instalações de saúde, resultando em menos desperdícios e maior eficiência. A aplicação de tais práticas também é benéfica na qualificação e segurança dos equipamentos médicos, contribuindo para ambientes de trabalho mais seguros e produtivos (Hale et al., 2020).

A filosofia *Lean* pode influenciar positivamente não apenas a operação e gestão de recursos em ambientes hospitalares, mas também em outras áreas da saúde, como centros de abastecimento farmacêutico e serviços de saúde primária (de Bittencourt et al, 2021). A implementação de práticas *Lean* pode resultar em uma transformação significativa, promovendo maior eficiência, redução de custos e satisfação tanto dos pacientes quanto dos profissionais de saúde (Iswanto, 2019). A adoção de uma abordagem *Lean* é, portanto, uma estratégia valiosa para qualquer organização de saúde que procura melhorar continuamente a qualidade dos seus serviços e otimização dos recursos.

A abordagem sistemática e padronizada recomendada pelas metodologias *Lean* tem-se mostrado eficaz na prevenção de infecções e na melhoria da eficiência operacional em

hospitais (Yaglowski, 2020). Isso reforça a importância de uma abordagem estruturada e adaptada às necessidades específicas do setor de saúde.

Em suma, esta revisão *scoping* evidencia a necessidade de mais investigações sobre *Lean Maintenance* na área da saúde. Embora os benefícios gerais do *Lean* sejam bem documentados, a aplicação específica do *Lean Maintenance* ainda necessita de maior atenção e desenvolvimento teórico. A diversidade geográfica dos estudos indica um interesse global, mas a falta de uma tendência clara sugere que a implementação ainda é dispersa e inconsistente. A adaptação e aplicação do *Lean Maintenance* em diferentes contextos demonstram o potencial para impulsionar melhorias operacionais e estratégicas em uma ampla gama de departamentos hospitalares. Destaca-se a importância destas práticas para a otimização dos recursos e a entrega de cuidados de alta qualidade aos pacientes. Logo, quando o *Lean Maintenance* é adaptado e implementado corretamente, revela-se uma abordagem valiosa para promover a excelência e a sustentabilidade organizacional em diversos contextos.

6. Investigações Futuras e Desafios

O *Lean Maintenance* é uma metodologia que procura maximizar a eficiência e minimizar desperdícios nos processos de manutenção. O *Lean Maintenance* está a adaptar-se continuamente para atender às novas exigências do setor hospitalar. As perspectivas futuras para esta abordagem são promissoras, mas também enfrentam desafios significativos que precisam ser superados para garantir o sucesso.

A integração de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e análise de dados, está a modificar o futuro do *Lean Maintenance*. Estas tecnologias permitem uma monitorização mais precisa dos equipamentos, possibilitando uma manutenção preditiva mais eficaz. Sensores IoT, por exemplo, podem fornecer dados em tempo real sobre o desempenho dos equipamentos, enquanto algoritmos de IA podem prever falhas antes que ocorram, permitindo uma resposta mais rápida e menos invasiva (Elahi, Afolaranmi, Martinez Lastra, & Perez Garcia, 2023). Além disso, o foco está a alterar cada vez mais de uma manutenção reativa para uma abordagem proativa, que se beneficia destes avanços tecnológicos para minimizar o tempo de inatividade e melhorar a disponibilidade dos equipamentos (Muganyi & Mbohwa, 2018).

Outro aspeto importante do futuro do *Lean Maintenance* é a expansão da colaboração multidisciplinar. A integração entre manutenção, tecnologia da informação, operações e gestão

é crucial para a implementação bem-sucedida das práticas *Lean*. Esta colaboração permitirá uma abordagem mais abrangente e estratégica dos processos, garantindo que todos os departamentos estejam alinhados com os objetivos de eficiência e melhoria contínua (Morell-Santandreu, Santandreu-Mascarell & García-Sabater, 2021). A criação de uma cultura organizacional que valorize a melhoria contínua e a formação constante também será fundamental. A formação contínua em técnicas *Lean* e a capacidade de adaptação das equipas a novas tecnologias e processos ajudarão a sustentar a eficácia da abordagem a longo prazo (Toussaint & Berry, 2013).

No entanto, a implementação do *Lean Maintenance* enfrenta vários obstáculos. A resistência à mudança é um dos principais desafios, pois os funcionários podem ver a mudança como uma ameaça ou um transtorno. Para superar esta resistência, é essencial uma comunicação clara e eficaz, além do envolvimento ativo das partes interessadas para demonstrar os benefícios da abordagem (Mugany & Mbohwa, 2018). A complexidade da adaptação do *Lean Maintenance* às necessidades específicas em ambiente hospitalar também é um desafio considerável. Personalizar as práticas *Lean* e integrá-las com os sistemas já existentes exige uma análise detalhada e uma abordagem cuidadosa (Elahi et al., 2023).

Além disso, muitos hospitais enfrentam limitações orçamentais que podem restringir os investimentos necessários em tecnologia, formações e tempo. Estes recursos são essenciais para a implementação eficaz do *Lean Maintenance*, e a falta deles pode dificultar a aceitação completa da metodologia (Morell-Santandreu et al., 2021). Por fim, a introdução de novas tecnologias também levanta preocupações sobre a recolha e a segurança dos dados. Garantir que as informações sensíveis dos pacientes sejam protegidas e que os dados sejam utilizados de forma ética e segura é fundamental para a confiança e a eficácia das soluções de manutenção avançadas (Toussaint & Berry, 2013).

Em resumo, enquanto o *Lean Maintenance* oferece uma perspetiva promissora para a melhoria da eficiência e da qualidade no setor hospitalar, a realização total dos benefícios dependerá da superação dos desafios significativos, como resistência à mudança, complexidade de implementação, restrições orçamentais e as preocupações com a segurança dos dados. A integração bem-sucedida de tecnologias avançadas e uma abordagem colaborativa e proativa serão essenciais para enfrentar os obstáculos e garantir um futuro eficaz para o *Lean Maintenance*.

7. Referências

- Abdulhamid, A., El Najjar, G., Alayesh, A., & Alghanmi, A. (2023). Enhancing strategic learning through the implementation of robust process improvement in a specialized tertiary care hospital. *Global Journal of Quality and Safety in Healthcare*, 6(2), 42-54.
- Alkhaldi, R. Z., & Abdallah, A. B. (2020). Lean management and operational performance in health care: Implications for business performance in private hospitals. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(1), 1-21.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
- Armstrong, R., Hall, B. J., Doyle, J., & Waters, E. (2011). 'Scoping the scope' of a cochrane review. *Journal of Public Health*, 33(1), 147-150.
- de Bittencourt, L. S., Gularte, A. C., Leal, B. A., de Paula, I. C., & Bueno, W. P. (2021). TPM adaptation as lean healthcare practice to improve the logistics processes of a pharmaceutical supply center—PSC. *Industrial Engineering and Operations Management*, 2021, 569-583.
- de Paris, F. G. C., Padoin, A. V., Mottin, C. C., & de Paris, M. F. (2019). Assessment of changes in body composition during the first postoperative year after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 29(9), 3054-3061.
- Demirdögen, G., Isik, Z., & Arayici, Y. (2020). Lean management framework for healthcare facilities integrating BIM, BEPS and big data analytics. *Sustainability*, 12(17), 7061.
- Elahi, M., Afolaranmi, S. O., Martinez Lastra, J. L., & Perez Garcia, J. A. (2023). A comprehensive literature review of the applications of AI techniques through the lifecycle of industrial equipment. *Discovery Artificial Intelligence*, 3, 43.
- Graban, M. (2016). *Lean hospitals: Improving quality, patient safety, and employee engagement* (3rd ed.). Productivity Press.
- Haddad, T., & Jaaron, A. (2012). The applicability of total productive maintenance for healthcare facilities: An implementation methodology. *International Journal of Business, Humanities and Technology*, 2(2), 148-155.
- Hale, D., Fallon, E. F., & Fitzgerald, C. (2020). An equipment qualification framework for healthcare. *IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 10(1), 47-59.
- Iswanto, A. H. (2019). *Lean implementation in hospital departments: How to move from good to great services* (1st ed.). Productivity Press.
- Langabeer II, J. R., & Helton, J. (2020). *Health care operations management: A systems perspective* (3^a ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Moisan, L., Fournier, P.-L., & Lagacé, D. (2023). Levers of social services integration: Performance management system and Lean-related management tools. *Public Money & Management*, 43(5), 463-472.

- Morell-Santandreu, O., Santandreu-Mascarell, C., & García-Sabater, J. J. (2021). A model for the implementation of lean improvements in healthcare environments as applied in a primary care center. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2876.
- Muganyi, P., & Mbohwa, C. (2018). Proactive maintenance strategic application to advance equipment reliability. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 3300–3309). IEOM Society International. Paris, France.
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Colquhoun, H., Garritty, C. M., Hempel, S., Horsley, T., Langlois, E. V., Lillie, E., O'Brien, K. K., Tunçalp, Ö., Wilson, M. G., Zarin, W., & Tricco, A. C. (2021). Scoping reviews: Reinforcing and advancing the methodology and application. *Systematic Reviews*, 10(1), 263.
- Rose, C., Nichols, T., Hackner, D., Chang, J., Straube, S., Jooste, W., Sawe, H., & Tenner, A. (2021). Utilizing lean software methods to improve acceptance of global eHealth initiatives: Results from the implementation of the Basic Emergency Care App. *JMIR Formative Research*, 5(5), e14851.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean maintenance: Reduce costs, improve quality, and increase market share* (1st ed.). Butterworth-Heinemann.
- Toussaint, J. S., & Berry, L. L. (2013). The promise of lean in health care. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(1), 74-82.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L. A., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., Godfrey, C. M., Macdonald, M. T., Langlois, E. V., Soares-Weiser, K., Moriarty, J., Clifford, T., Tunçalp, Ö., & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473.
- Yaglowski, J. J. (2020). All-inclusive central line dressing kits: A lean approach. *Critical Care Nursing Quarterly*, 43(1), 99-106

Authors Profiles

Andresa Peixoto has a Degree in Biomedical Technology (IPS, Setubal, Portugal) and is an MSc student in Biomedical Engineering (ISEL and ESTeSL, Lisbon, Portugal). Her interests include management, healthcare quality, and health technology assessment.

José Sobral has a Degree in Mechanical Engineering (ISEL, Lisbon, Portugal), an MSc in Industrial Maintenance (FEUP, Porto, Portugal), and a PhD in Mechanical Engineering (FEUP, Porto, Portugal). He is currently an Adjunct Professor in the Mechanical Engineering Department at ISEL. His interests include asset management, availability, maintenance, reliability, and safety.

Margarida Eiras has a Degree in Radiotherapy (ESTeSL, Lisbon, Portugal), an MSc in Health Services Management (ISCTE, Lisbon, Portugal), and an MSc in Quality Management of Health Services (University of Murcia, Spain), and a PhD in Public Health (ENSP, Lisbon, Portugal). She is currently an Assistant Professor in the Diagnostic Sciences, Therapeutic and Public Health Department at ESTeSL. Her interests include external radiotherapy, health technology assessment, patient safety culture assessment, and quality in healthcare.

2 Princípios *Lean Maintenance* aplicados à gestão de stocks em electromedicina

2.1 Introdução

O *Lean Maintenance* é uma extensão da filosofia *Lean*, tradicionalmente aplicada no sector industrial, que visa eliminar desperdícios e maximizar a eficiência operacional. No contexto da saúde, esta metodologia pode ser utilizada para reduzir tempos de inatividade dos equipamentos, melhorar a qualidade do serviço e otimizar os custos operacionais. O objetivo da manutenção é assegurar que os equipamentos estejam sempre operacionais e que exista uma diminuição das falhas (D'Andreamatteo, Ianni, Lega, & Sargiacomo, 2015).

A eficiência operacional no sector da saúde é crucial, não só para garantir a qualidade dos cuidados aos pacientes, mas também para otimizar custos e recursos. Neste contexto, a aplicação de metodologias como o *Lean Maintenance* na gestão de stocks tem vindo a ganhar destaque, especialmente no setor da electromedicina, onde a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos médicos são essenciais. A electromedicina é um campo especializado que integra a engenharia eletrónica com a medicina, dedicado ao desenvolvimento, instalação, manutenção e reparação de equipamentos médicos eletrónicos. Estes dispositivos, que incluem desde monitores de sinais vitais até equipamentos de imagiologia, são essenciais para o diagnóstico, tratamento e monitorização dos pacientes em ambiente hospitalar. A manutenção eficaz destes equipamentos é crucial para garantir o funcionamento contínuo e seguro, evitando falhas que poderiam comprometer a saúde dos pacientes (Vinodh & Joy, 2012; Kabeta, Chala, & Tafese, 2023).

No contexto hospitalar, a gestão de stocks desempenha um papel fundamental no suporte às atividades de manutenção e reparação de equipamentos de electromedicina. No setor de electromedicina, onde os equipamentos médicos são vitais para diagnósticos e tratamentos, o *Lean Maintenance* pode ser especialmente eficaz. A aplicação do *Lean* em serviços de manutenção de equipamentos médicos pode resultar em reduções significativas nos tempos de resposta para reparações, melhorias na fiabilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, melhores resultados para os pacientes. Um sistema de gestão de stocks bem estruturado garante que as peças de reposição, componentes e consumíveis necessários para a manutenção preventiva e corretiva estejam sempre disponíveis. Isto não minimiza apenas o tempo de inatividade dos equipamentos, mas também otimiza os recursos hospitalares, reduzindo o desperdício e melhorando a eficiência operacional (de

Vries, 2011).

A gestão eficiente de stocks em electromedicina permite a antecipação de necessidades futuras, através da análise de dados históricos e previsões de requisição, o que possibilita uma melhor preparação para eventuais reparações ou substituições de componentes. Esta análise de dados é fundamental para evitar situações de falta de material que possam comprometer a funcionalidade dos equipamentos médicos. A incorporação de tecnologias como sistemas de gestão de inventários, podem melhorar o rigor e a flexibilidade na gestão de stocks. Assim é possível proporcionar uma resposta rápida às necessidades emergentes dos serviços de saúde (de Vries, 2011).

O objetivo deste estudo é investigar a aplicação dos princípios *Lean Maintenance* na gestão de stocks em electromedicina, avaliando os impactos na eficiência operacional, na redução de desperdícios, e na disponibilidade de equipamentos e materiais médico.

2.2 Enquadramento do tema

A implementação dos princípios *Lean Maintenance* na gestão de stocks em electromedicina envolve várias etapas, cada uma focada em otimizar processos, reduzir desperdícios e garantir que os materiais e equipamentos médicos estejam sempre disponíveis quando necessários. Os principais princípios aplicados são: eliminação de desperdícios, gestão preditiva, padronização de processos, gestão visual e melhoria contínua (Figura 2.2).

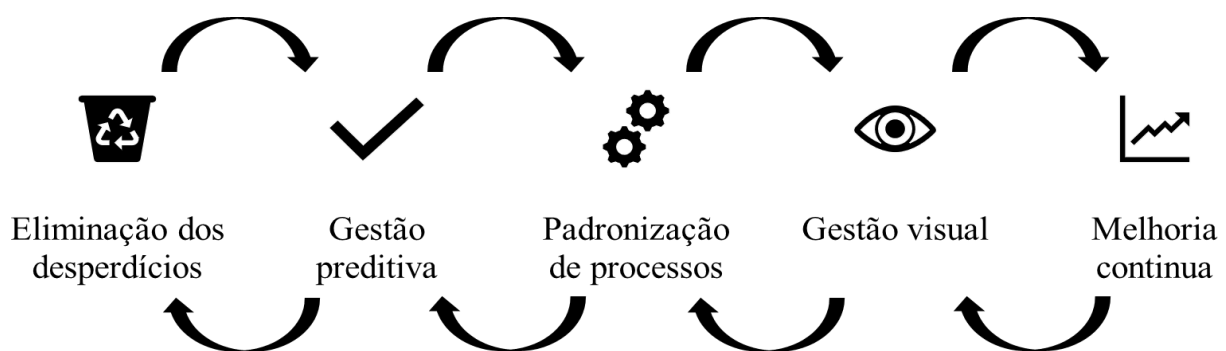


Figura 2.1 – Princípios *Lean Maintenance*.

Em conjunto, estes princípios *Lean Maintenance* transformam a gestão de stocks em electromedicina em um processo mais ágil, eficiente e orientado para a redução de desperdícios e para a maximização da disponibilidade de materiais e equipamentos,

assegurando assim que os cuidados de saúde não sejam interrompidos por falta de recursos.

2.2.1 Eliminação de Desperdícios

O primeiro passo é identificar e eliminar todos os tipos de desperdícios que ocorrem na gestão de stocks. Isto inclui stocks excessivos que ocupam espaço desnecessário e podem levar à obsolescência de materiais, além de tempos de espera prolongados para obtenção de itens críticos. A eliminação de desperdícios é alcançada através da otimização do espaço de armazenamento, garantindo que apenas os itens necessários sejam mantidos em stock e que os materiais sejam armazenados de forma eficiente e acessível (Iswanto, 2019; Kabeta et al., 2023).

2.2.2 Gestão Preditiva

A gestão preditiva envolve a utilização de dados históricos e análises preditivas para antecipar as necessidades de stock antes que ocorram faltas ou se verifique a existência de excessos. Este princípio permite que a equipa de gestão de stocks em electromedicina planeie a reposição de materiais e equipamentos com antecedência, evitando tanto a escassez de itens críticos quanto o acúmulo de itens que não serão usados a curto prazo. A implementação correta do software de gestão de inventário com capacidades analíticas pode ser uma ferramenta essencial para este processo (Iswanto, 2019; Kabeta et al., 2023).

2.2.3 Padronização de Processos

A padronização é crucial para garantir consistência e eficiência na gestão de stocks. Devem ser criados procedimentos claros e documentados para todas as etapas do processo de gestão de stocks, desde a receção de materiais até ao seu armazenamento e utilização. A padronização ajuda a minimizar os erros, reduzir variações no processo e assegurar que todos os membros da equipa sigam as mesmas práticas estabelecidas. Isto também facilita a formação de novos colaboradores e a manutenção da qualidade ao longo do tempo (Iswanto, 2019; Kabeta et al., 2023).

2.2.4 Gestão Visual

A gestão visual utiliza ferramentas visuais, como etiquetas, gráficos e painéis de

controlo, para facilitar a monitorização do stock. Através de uma gestão visual eficaz, é possível ver rapidamente o estado atual do inventário, identificar itens em falta ou em excesso, e tomar decisões informadas sobre a necessidade de reposição. A visualização dos dados de stock torna o processo mais transparente e permite que todos os membros da equipa, mesmo os menos experientes, compreendam o estado do inventário e possam agir rapidamente em caso de necessidade (Iswanto, 2019; Kabeta et al., 2023).

2.2.5 Melhoria Contínua

A melhoria contínua é um princípio central do *Lean* que envolve a busca constante por melhorias no processo. Na gestão de stocks em electromedicina, isso significa que os processos são revistos e ajustados regularmente para incorporar novas ideias, resolver problemas emergentes e melhorar a eficiência. O *Kaizen* incentiva a participação de toda a equipa, desde os gestores até os técnicos e operadores, na identificação de oportunidades de melhoria. Pequenas mudanças incrementais, quando aplicadas continuamente, podem resultar em melhorias significativas na gestão de stocks ao longo do tempo (Iswanto, 2019; Kabeta et al., 2023).

2.3 Metodologia

A implementação desta metodologia *Lean Maintenance* de gestão de stocks deve seguir uma sequência lógica, começando pela eliminação de desperdícios e avançando através da gestão preditiva, padronização de processos, gestão visual e, finalmente, a melhoria contínua. Cada etapa será adaptada, estando todas ligadas entre si e contribuindo para a criação de um sistema de gestão de stocks mais eficiente, com o propósito de ser capaz de responder rapidamente às mudanças exigidas e melhorar a utilização dos recursos disponíveis.

Esta abordagem introduzida garante que a gestão de stocks não só seja eficiente no presente, mas também se adapte continuamente às necessidades futuras, mantendo a organização competitiva e ágil no mercado. Ao aplicar esta metodologia, o hospital pode esperar não apenas a redução de custos, mas também a melhoria da qualidade do serviço e a satisfação dos profissionais de saúde e/ou utentes.

O primeiro passo crucial é a eliminação de desperdícios, um princípio central do *Lean*. O processo começa com uma análise detalhada do inventário para identificar stocks excessivos e itens obsoletos. É realizada uma contagem real do que existe em armazém, o

hospital deve categorizá-los com base na sua utilização (alta, média, baixa). Após a verificação, é possível reconfigurar o espaço de armazenamento priorizando o acesso rápido a itens de alta utilização e, assim, reduzir tempos de espera. Em determinadas situações a metodologia *Just-In-Time* (JIT) pode ser adotada para alinhar a reposição de itens às reais necessidades de utilização, evitando a acumulação de stocks desnecessários (Womack & Jones, 2003).

Após a eliminação de desperdícios, a gestão preditiva deve ser implementada para evitar rupturas de stock e minimizar a obsolescência. Esta etapa envolve o uso de dados históricos e de tendências para prever as necessidades futuras. A recolha de dados sobre as utilizações passadas e análise de tendências são fundamentais para uma previsão mais assertiva. Com a ajuda do software de gestão de inventário, a organização pode ajustar os níveis de stock conforme as previsões indicarem, evitando tanto excessos quanto a falta de materiais, consumíveis ou componentes essenciais. A capacidade de prever a exigência com precisão permite ao hospital, não apenas reduzir os custos associados ao excesso de stock, mas também melhorar a eficiência geral das intervenções (Mobley, 2002; Parmenter, 2015).

A padronização de processos é o próximo passo na implementação de uma gestão de stocks eficiente. Criar procedimentos operacionais padrão para todas as atividades relacionadas ao stock é essencial para garantir consistência e reduzir erros operacionais. Estes procedimentos devem ser cuidadosamente documentados, detalhando cada etapa, desde a entrada até a saída de materiais, consumíveis ou componentes. Após a criação dos procedimentos operacionais padrão, é crucial realizar formações com os colaboradores para assegurar que todos sigam as normas estabelecidas. Definir as quantidades mínimas e máximas de cada componente, material ou consumível também é muito importante, isto para todos agirem da mesma forma em relação aos consumíveis, componentes ou materiais. A adoção do software de documentação de processos pode facilitar a implementação e a manutenção dos padrões, resultando em intervenções mais fluídas e menos propensas a falhas (Liker, 2004; Rother & Shook, 2003).

A gestão visual é outro elemento importante na metodologia *Lean Maintenance* para gestão de stocks. A utilização de ferramentas visuais no ambiente de trabalho, como as etiquetas de identificação, facilita a monitorização e o controlo dos níveis de stock. A etiquetagem pode ser usada para diferenciar categorias de stock ou identificar o que está em cada espaço. Os gráficos de controlo também podem ser aplicados para monitorizar variações nos níveis de stock ao longo do tempo, ajudando a identificar e corrigir problemas rapidamente. Estas ferramentas aumentam a transparência nas intervenções (Galsworth,

2017).

Por fim, a Melhoria Contínua deve ser introduzida na gestão de stocks para garantir que os processos sejam constantemente verificados e melhorados. A prática envolve a realização de reuniões regulares, onde a equipa discute problemas e sugere melhorias. Logo, toda a equipa é envolvida no processo de mudança e no compromisso de manter o stock correto e se possível sugerir melhorias. A aplicação de ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act) é fundamental para testar e implementar as melhorias de forma estruturada. Além disso, incentivar o feedback contínuo dos colaboradores permite ao hospital identificar áreas de melhoria que podem não ser imediatamente evidentes. A cultura de melhoria contínua não só aumenta a eficiência da gestão de stocks, mas também promove um ambiente de trabalho colaborativo e proativo (Graban, 2016).

Os princípios *Lean* foram aplicados na gestão de stocks do departamento de manutenção de electromedicina de um hospital público na região de Lisboa. Esta implementação teve início em junho de 2024 e segue em aplicação até setembro de 2024. A metodologia foi introduzida com o objetivo de otimizar a eficiência na gestão dos stocks, garantindo a disponibilidade de peças, consumíveis e materiais necessários para a manutenção dos equipamentos médicos. A equipa continua a seguir os processos definidos, e espera-se observar os resultados desta aplicação, com foco em melhorias na operação e no suporte técnico oferecido pelo departamento.

A Tabela 1 apresenta a síntese dos princípios de *Lean Maintenance* aplicados na gestão de stocks. Assim como, a descrição, o(s) objetivo(s) e as ferramentas ou técnicas utilizadas para a aplicação dos princípios.

Quadro 2.1 – Síntese dos princípios *Lean Maintenance* aplicados na gestão de stocks.

Princípio <i>Lean Maintenance</i>	Descrição	Objetivo(s)	Ferramentas/Técnicas	Referências
Eliminação de Desperdícios	Identificar e remover stocks excessivos, otimizar espaço e reduzir tempos.	Reduzir custos, melhorar o uso do espaço e garantir a disponibilidade de itens essenciais.	Análise e contagem do inventário e reconfiguração do armazenamento, JIT.	Womack & Jones, 2003
Gestão Preditiva	Utilizar dados para prever necessidades futuras e evitar falta ou excesso de stock.	Evitar ruturas de stock, minimizar obsolescência e melhorar a eficiência do inventário.	Análise de dados, software de gestão de inventário, previsões baseadas em históricos e tendências.	Mobley, 2002; Parmenter, 2015
Padronização de Processos	Criar procedimentos claros para todas as etapas da gestão de stocks.	Garantir consistência, reduzir erros e facilitar a formação dos colaboradores.	Procedimentos operacionais padrão, documentação de processos e definição de quantidades mínimas e máximas.	Liker, 2004; Rother & Shook, 2003
Gestão Visual	Implementar ferramentas visuais para monitorizar e controlar os níveis de stock.	Facilitar a identificação rápida e melhorar a transparência do armazenamento do inventário.	Etiquetagem e otimização do espaço.	Galsworth, 2017
Melhoria Contínua	Verificar e ajustar processos continuamente para incorporar melhorias e resolver problemas.	Aumentar a eficiência, resolver problemas rapidamente e promover uma cultura de melhoria constante.	Reuniões, feedback contínuo, ciclos PDCA	Graban, 2016

2.4 Resultados

Após a contagem de todo o stock e a atualização do mesmo em software, foi possível identificar os consumíveis, peças e materiais que possuíam excessos de unidades. Os mesmos não serão adquiridos até chegarem ao valor mínimo definido. O valor em excesso de stock era cerca de 4 mil euros antes da aplicação do *Lean Maintenance*. Após a aplicação do LM, foi possível reduzir o valor para cerca de 3 mil euros, ao fim de 3 meses

de aplicação, anexo I. Neste caso, tendo uma redução de 25% dos custos de armazenamento.

Desde a implementação do princípio *Lean*, observou-se uma redução significativa no volume de stock em excesso. A análise e contagem do inventário levaram a uma diminuição no número de itens armazenados, o que corresponde a uma libertação de espaço de armazenamento. Esta reconfiguração permitiu um acesso mais rápido aos componentes essenciais, resultando em uma redução de 50% no tempo médio de procura e utilização de itens.

A implementação da gestão preditiva, utilizando o software de inventário e análise de dados históricos permitem tirar algumas conclusões sobre as tendências de utilização dos materiais, componentes e consumíveis. Em média nos últimos 3 anos, a utilização dos consumíveis e componentes aumenta em 50% durante os períodos de manutenção preventiva dos equipamentos de electromedicina. Enquanto os materiais não têm uma tendência padrão, mas são utilizados conforme as manutenções corretivas que existem. Para não acontecerem ruturas deve ser utilizada a gestão preditiva para garantir a continuidade das intervenções hospitalares. As ruturas de stock foram reduzidas em 30%, devido ao ajuste mais preciso das quantidades necessárias, anexo II.

A padronização de processos, demonstrados no anexo III, trouxe consistência e uma redução de 40% nos erros, relacionados a utilização e ao registo de stock no software de inventário. Realizando uma análise as ordens de serviço do mês de maio, antes de haver as reuniões da equipa e a possibilidade de existir feedback e como melhorar, foi possível detetar 10 ordens de serviço que foram concluídas, mas que pela descrição do trabalho realizado foi aplicado componentes novas, que não foram debitadas do stock. Infelizmente estes erros operacionais, continuam a existir, mas avaliando o mês de agosto foi possível detetar 6 ordens de serviço apenas em que seria necessário utilizar o material, componente ou consumível para concluir a ordem de serviço. Também deve ser destacado que os erros aconteceram no primeiro caso (10 erros) num total de 572 ordens de serviço e os outros 6 erros aconteceram num total de 799 ordens de serviço, como se pode verificar na Tabela 2

A documentação e definição de quantidades mínimas e máximas permitiram que os colaboradores fossem capazes de atuar mais rapidamente, com um aumento dos pedidos de aprovisionamento em cerca de 33%, isto é, antes dos materiais chegarem a ter ruturas. Os pedidos passaram de 6 pedidos de aprovisionamento realizados para 8 pedidos de aprovisionamento antes da rutura do stock. Os primeiros 6 pedidos apenas foram realizados já na existência de rutura de stock.

A utilização de etiquetas e otimização de espaço melhorou a identificação e a

transparência do inventário. Reduzindo assim o tempo médio para a localização dos materiais armazenados. A redução foi de 10 minutos para 5 minutos, após a implementação dos princípios *Lean Maintenance*. A redução do tempo de procura diminuiu em 50%. Este tempo foi calculado com um cronómetro digital e com o suporte de um colega que procura o mesmo material (grade superior esquerda para a cama), antes e depois da reorganização do armazém.

As reuniões regulares e feedback contínuo, aplicados através dos ciclos PDCA, resultaram em uma melhoria contínua na eficiência operacional em cerca de 40%. O departamento implementou 5 melhorias ao longo dos primeiros 3 meses, garantindo a manutenção proativa dos equipamentos.

Quadro 2.2 – Comparação dos indicadores antes e após a aplicação do *Lean Maintenance*.

Indicador	Antes da aplicação do <i>Lean Maintenance</i> (maio)	Após a aplicação do <i>Lean Maintenance</i> (agosto)	Melhoria (%)
Custo do excesso de stock (€)	±4 mil	±3 mil	±25,0%
Rutura de Stocks (incidentes/mês)	10	7	30,0%
Erros Operacionais (incidentes/mês)	10	6	40,0%
Tempo para Localizar Itens (minutos)	10	5	50,0%
Pedidos de aprovisionamento (pedidos de stock/mês)	6	8	±33,3%
Eficiência operacional (nº de ordens de trabalho concluídas/mês)	572	799	±39,7%

Todos os dados utilizados para a realização dos resultados são provenientes do software de gestão de trabalho, como do inventário (EAM).

2.5 Discussão

A implementação de princípios de *Lean Maintenance* para a gestão de inventário pode resultar em benefícios significativos, como demonstrado pelos resultados obtidos após três meses de aplicação. Estes resultados indicam melhorias tanto na eficiência

operacional quanto na redução de custos, destacando-se pela diminuição do excesso de stock e otimização dos processos de armazenamento.

Uma das principais metas do *Lean Maintenance* é a redução de desperdícios, incluindo o excesso de inventário, que não só ocupa espaço desnecessário, como também implica em custos adicionais de armazenamento. Nos resultados apresentados, observou-se uma redução de 25% no valor do stock excessivo, diminuindo de cerca de 4 mil para 3 mil euros em três meses. Este tipo de redução é coerente com a filosofia *Lean*, que procura eliminar atividades que não agregam valor, como o armazenamento excessivo (Bhamu & Sangwan, 2014).

A implementação de *Lean Maintenance* também trouxe uma redução significativa no tempo necessário para localizar materiais e consumíveis. O tempo médio de procura foi reduzido em 50%, de 10 minutos para 5 minutos, o que se alinha com os princípios de eficiência e redução de desperdícios temporais no *Lean* (Sahoo, Singh, Shankar, & Tiwari, 2008; Shah & Ward, 2003). Este ganho de eficiência operacional é um dos objetivos centrais da aplicação do *Lean Maintenance*, uma vez que a redução de tempos inativos e a melhor utilização dos recursos humanos são cruciais para aumentar a produtividade global (Gupta & Jain, 2013).

Outro ponto chave foi a introdução da gestão preditiva, que utiliza o software de inventário para analisar os dados históricos e prever necessidades futuras. Este método permitiu uma redução de 30% nas ruturas de stock, o que é vital para garantir a continuidade das operações, especialmente em contextos críticos como o da manutenção de equipamentos de electromedicina (Jasti & Kodali, 2015). A gestão preditiva está alinhada com a abordagem *Lean Maintenance* de prever e prevenir problemas antes que ocorram, minimizando o impacto das falhas e evitando interrupções nos processos (Antony, Vinodh, & Gijo, 2016; Tortorella & Fogliatto, 2017).

A padronização dos processos de inventário, levou a uma redução de 40% nos erros relacionados ao uso e registo de stock. A padronização visa criar procedimentos consistentes que possam ser repetidos com precisão, reduzindo assim a variabilidade e aumentando a confiabilidade das intervenções (Liker & Convis, 2011; Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003). Além disso, o aumento de $\pm 33\%$ nos pedidos de aprovisionamento antes da ocorrência de ruturas evidencia a eficácia da definição de quantidades mínimas e máximas, promovendo uma resposta proativa às necessidades de inventário (Bhamu & Sangwan, 2014).

A aplicação dos ciclos PDCA destacou-se como uma ferramenta poderosa para a melhoria contínua, resultando em um aumento de $\pm 39,7\%$ na eficiência operacional (Singh

& Singh, 2015). Os ciclos PDCA permitem um processo de retroalimentação constante, onde as intervenções são continuamente avaliadas e ajustadas para alcançar um desempenho superior (Antony et al., 2016; Tortorella & Fogliatto, 2017). As cinco melhorias implementadas durante o período analisado demonstram a eficácia deste processo. Uma vez que promove um ambiente de melhoria, inovação e adaptação constante (Jasti & Kodali, 2015; Sahoo et al., 2008).

Os resultados apresentados demonstram que a aplicação de *Lean Maintenance* pode trazer melhorias significativas na gestão de inventário, com reduções notáveis nos custos de armazenamento, erros operacionais e tempos de inatividade, além de melhorar a capacidade de resposta às necessidades de inventário.

2.5.1 Desafios e Obstáculos à aplicação do *Lean Maintenance*

A aplicação da metodologia *Lean Maintenance* na gestão de stocks traz consigo diversos desafios que podem dificultar a implementação e a adesão por parte da equipa. Um dos principais obstáculos é a resistência à mudança. Muitos colaboradores estão habituados a procedimentos antigos e, por vezes, mais simples, como utilizar materiais sem registar a sua utilização. Assim sendo, não executam a saída do consumível ou componente do stock. Este comportamento, apesar de parecer inofensivo no dia a dia, compromete a precisão dos registos e a eficiência do controlo de stock, levando a erros que podem resultar em ruturas de stock ou em compras desnecessárias de materiais já disponíveis.

Outro desafio significativo é a mudança cultural necessária para implementar os princípios *Lean Maintenance*. A equipa precisa adotar uma nova mentalidade, onde a padronização e a disciplina nos processos são essenciais. No entanto, a transição para a nova forma de trabalho pode ser vista como burocrática ou desnecessária, especialmente em um ambiente onde a velocidade e a resposta rápida são altamente valorizadas. Esta perceção pode levar a uma falta de comprometimento com os novos procedimentos, tornando a implementação do *Lean Maintenance* menos eficaz.

A padronização de processos também pode ser vista como uma limitação à flexibilidade operacional. Em situações onde as exigências mudam rapidamente, a necessidade de seguir procedimentos rígidos pode ser percebida como um obstáculo, em vez de uma vantagem. A equipa pode sentir que as regras impedem uma resposta rápida e eficiente às situações emergenciais, o que pode diminuir a aceitação do *Lean Maintenance*.

Por fim, a aplicação da melhoria contínua requer um compromisso constante da

equipa em verificar e ajustar processos. O esforço contínuo pode ser desgastante e exigir uma dedicação que nem todos estão dispostos a oferecer, especialmente se os benefícios das mudanças não forem imediatos ou claramente visíveis.

Superar todos estes desafios exige uma abordagem estratégica, que inclui a comunicação clara dos benefícios do *Lean Maintenance*, o envolvimento ativo das chefias para incentivar e apoiar a equipa, e a criação de uma cultura organizacional que valorize a disciplina nos processos e a melhoria contínua. Somente com este suporte é possível garantir que a metodologia *Lean* seja aplicada de forma eficaz e sustentável na gestão de stocks.

2.5.2 Investigações Futuras do *Lean Maintenance*

As investigações futuras sobre a aplicação do *Lean Maintenance* na área da saúde apresentam um vasto campo de oportunidades para otimizar processos, melhorar a eficiência dos serviços e, acima de tudo, garantir a segurança e o bem-estar dos pacientes. Embora a gestão de stocks seja uma área crucial, a aplicação do *Lean Maintenance* pode ser expandida para diversas outras dimensões das intervenções hospitalares, promovendo melhorias em todo o ambiente de saúde.

Uma das principais áreas de investigação futura é a manutenção preventiva dos equipamentos médicos. No ambiente hospitalar, a disponibilidade e o bom funcionamento dos equipamentos são vitais para a prestação de cuidados de qualidade. Estudos futuros podem explorar como os princípios *Lean Maintenance*, aliados a tecnologias como a inteligência artificial, podem ser aplicados para monitorizar o desempenho dos equipamentos em tempo real. Esta abordagem permitiria a deteção precoce de falhas e a realização de manutenções preventivas antes que ocorra um colapso do equipamento, minimizando o tempo de inatividade e garantindo que os dispositivos estejam sempre prontos para uso (de Vries, 2011).

Além disso, a gestão de infraestrutura hospitalar é outra área que pode se beneficiar do *Lean Maintenance*. A manutenção dos edifícios, sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado, e outros componentes críticos da infraestrutura hospitalar são essenciais para criar um ambiente seguro e confortável para pacientes e funcionários. Estudos futuros podem investigar como o *Lean Maintenance* pode ser aplicado para planear e executar manutenções de forma mais eficiente, priorizando intervenções que tenham maior impacto nas intervenções hospitalares e utilizando recursos de forma mais estratégica (Toussaint & Gerard, 2010).

Por fim, a gestão de crises e a preparação para emergências hospitalares também representam uma área crucial de investigação. O *Lean Maintenance* pode ser aplicado para criar planos de contingência mais eficazes, garantir que os equipamentos essenciais estejam sempre operacionais e melhorar a capacidade de resposta a emergências, como surtos de doenças ou desastres naturais. Pesquisas futuras podem explorar como adaptar o *Lean Maintenance* para melhorar a resiliência hospitalar, assegurando que os hospitais possam continuar a trabalhar de forma eficaz, mesmo em condições adversas.

Em resumo, as investigações futuras sobre a aplicação do *Lean Maintenance* prometem não apenas otimizar a gestão de stocks, mas também transformar a manutenção preventiva, a gestão da infraestrutura e a preparação dos equipamentos para emergências. Estes avanços podem contribuir significativamente para a melhoria contínua dos cuidados de saúde, garantindo que os hospitais possam funcionar de maneira mais eficiente, segura e sustentável.

2.6 Conclusão

A aplicação dos princípios de *Lean Maintenance* na gestão de stocks em electromedicina demonstrou ser uma abordagem eficaz para otimizar a eficiência operacional, reduzir desperdícios e melhorar a disponibilidade de equipamentos médicos. Ao focar na eliminação de desperdícios, gestão preditiva, padronização de processos, gestão visual e melhoria contínua, a metodologia *Lean* conseguiu proporcionar melhorias significativas no contexto hospitalar analisado.

Os resultados evidenciam uma redução significativa de custos, com uma diminuição de 25% no valor do stock excessivo e uma melhoria de 50% no tempo necessário para localizar itens no inventário. A implementação de sistemas de gestão preditiva permitiu uma redução de 30% nas ruturas de stock, assegurando a continuidade das intervenções de manutenção dos equipamentos médicos essenciais para o diagnóstico e tratamento dos pacientes.

Além disso, a padronização dos processos de inventário contribuiu para a redução de 40% nos erros operacionais, garantindo maior consistência e confiabilidade nas intervenções de manutenção. A prática de melhoria contínua, sustentada por ciclos PDCA e feedback regular da equipa, resultou em um aumento de quase 40% na eficiência operacional, destacando a importância de uma cultura de adaptação e inovação constante.

Apesar dos desafios enfrentados, como a resistência inicial à mudança e a necessidade de uma transformação cultural entre os colaboradores, a implementação do

Lean Maintenance provou ser benéfica para a gestão de stocks em ambientes de saúde. A adoção contínua e rigorosa dos princípios LM não só promove a sustentabilidade e a eficiência das intervenções, mas também contribui para a qualidade dos cuidados prestados aos pacientes, reforçando a importância de manter os equipamentos médicos disponíveis e operacionais.

O estudo confirma que a metodologia *Lean Maintenance*, quando aplicada corretamente, pode ser um diferencial estratégico na gestão de recursos hospitalares, proporcionando não apenas melhorias operacionais e financeiras, mas também impactando positivamente a qualidade do serviço de saúde oferecido.

3 Conclusão Geral

Com base nas conclusões apresentadas, é evidente que a aplicação de princípios e práticas de *Lean Maintenance* tem um impacto significativo e positivo em diversos aspectos do setor de saúde. As evidências sugerem que a adoção de metodologias *Lean*, tanto em contextos gerais de saúde quanto em áreas específicas, como a gestão de stocks em electromedicina, contribui substancialmente para a melhoria da eficiência operacional, redução de desperdícios e aumento da disponibilidade de recursos críticos. A implementação destas práticas resulta em ambientes de trabalho mais seguros e produtivos, promovendo a sustentabilidade e a excelência organizacional.

No contexto hospitalar, a integração de ferramentas de gestão de desempenho com tecnologias avançadas, como BIM, BEPS e *Big Data Analytics*, em conjunto com práticas *Lean*, aumenta os benefícios, possibilitando uma gestão mais eficiente das instalações de saúde. Tais integrações não apenas reduzem os custos operacionais, mas também melhoram a qualidade do atendimento ao paciente, diminuindo o tempo de resposta e aumentando a precisão das intervenções. A aplicação de práticas como a TPM e a padronização de processos de inventário mostrou reduzir significativamente erros operacionais e excessos de stock, além de melhorar a fiabilidade e consistência das intervenções da manutenção.

O estudo demonstra que a implementação de sistemas de gestão preditiva, sustentada por ciclos de melhoria contínua, como o PDCA, contribui para uma redução expressiva nas rupturas de stock e aumenta a eficiência operacional, garantindo que os equipamentos médicos essenciais estejam sempre disponíveis e operacionais. Estas melhorias são fundamentais para a continuidade das intervenções de manutenção e, por consequente, para a qualidade dos cuidados prestados aos pacientes.

Além dos benefícios operacionais e financeiros, a adoção do *Lean Maintenance* promove uma transformação cultural nas organizações de saúde, que passa a valorizar a inovação contínua e a adaptação às mudanças. No entanto, a transição não está isenta de desafios. A resistência inicial à mudança e a necessidade de uma transformação cultural entre os colaboradores são barreiras comuns, mas que podem ser superadas com formações adequadas e a uma cultura de feedback de todos os envolvidos, a fim de atingir a melhoria contínua.

A implementação bem-sucedida de práticas *Lean* em ambientes de saúde demonstra o potencial de impulsionar não apenas a eficiência e a sustentabilidade, mas

também de melhorar a segurança dos pacientes e a qualidade dos serviços prestados. Embora os benefícios gerais do *Lean* sejam bem documentados, a aplicação específica de *Lean Maintenance* ainda requer maior desenvolvimento teórico e investigação empírica, especialmente em contextos diversificados.

Em suma, a adoção do *Lean Maintenance*, quando adaptada e implementada corretamente, revela-se uma abordagem valiosa para promover a excelência organizacional e a sustentabilidade em diversos contextos do setor de saúde. Esta prática não só otimiza o uso de recursos e reduz custos, mas também eleva a qualidade dos cuidados, melhora a satisfação dos pacientes e dos profissionais de saúde, e contribui para a criação de um sistema de saúde mais resiliente e eficaz. A evolução contínua destas práticas e a sua adaptação a novos desafios e tecnologias serão cruciais para o futuro da gestão da saúde, tornando-a cada vez mais eficiente e centrada no paciente.

4 Referências Bibliográficas

- Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. (2016). *Lean Six Sigma for small and medium sized enterprises: A practical guide* (1st ed.). CRC Press.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940. doi:10.1108/IJOPM-08-2012-0315
- D'Andreamatteo, A., Ianni, L., Lega, F., & Sargiacomo, M. (2015). Lean in healthcare: A comprehensive review. *Health Policy*, 119(9), 1197–1209. doi:10.1016/j.healthpol.2015.02.002
- de Vries, J. (2011). The shaping of inventory systems in health services: A stakeholder analysis. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 60–69. doi:10.1016/j.ijpe.2009.10.029
- Galsworth, G. D. (2017). *Visual workplace visual thinking: Creating enterprise excellence through the technologies of the visual workplace* (2nd ed.). Productivity Press.
- Graban, M. (2016). *Lean hospitals: Improving quality, patient safety, and employee engagement* (3rd ed.). CRC Press.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. doi:10.1080/17509653.2013.825074
- Iswanto, A. H. (2019). *Lean implementation in hospital departments: How to move from good to great services* (1st ed., 1-146). Productivity Press.
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885. doi:10.1080/00207543.2014.937508
- Kabeta, S. H., Chala, T. K., & Tafese, F. (2023). Medical equipment management in general hospitals: Experience of Tulu Bolo General Hospital, South West Shoa Zone, Central Ethiopia. *Medical Devices: (Auckland)*, 16, 57–70. doi:10.2147/MDER.S398933
- LaGanga, L. R. (2011). Lean service operations: Reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics. *Journal of Operations Management*, 29(5), 422–433. doi:10.1016/j.jom.2010.12.005
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Convis, G. L. (2011). *Toyota way to lean leadership: Achieving and sustaining excellence through leadership development* (1st ed.). McGraw-Hill.
- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs* (3rd ed.). Wiley. doi:10.1002/9781119019855
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. doi:10.1080/0020754021000049817
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 3963–3976. doi:10.1007/s00170-019-03441-7
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Sahoo, A. K., Singh, N. K., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2008). Lean philosophy: Implementation in a forging company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(5), 451–462. doi:10.1007/s00170-006-0870-2
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. doi:10.1016/S0272-6963(02)00108-0

- Singh, J., & Singh, H. (2015). Continuous improvement philosophy—literature review and directions. *Benchmarking: An International Journal*, 22(1), 75–119. doi:10.1108/BIJ-06-2012-0038
- Tortorella, G., & Fogliatto, F. (2017). Implementation of lean manufacturing and situational leadership styles. *Leadership & Organization Development Journal*, 38(7), 946–968. doi:10.1108/LODJ-07-2016-0165
- Toussaint, J., & Gerard, R. A. (2010). *On the mend: Revolutionizing healthcare to save lives and transform the industry*. Lean Enterprise Institute.
- Vinodh, S., & Joy, D. (2012). Structural equation modelling of lean manufacturing practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598–1607. doi:10.1080/00207543.2011.560203
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.

Anexo I: Tabela de material em excesso

Antes da implementação do LM					
Descrição do material	Valor unitário (€)	Nº de material	Quantidade Máxima Definida	Excesso de Stock	Valor Total do excesso (€)
TUBO NIPB, 3M	60,00	23	10	13	780,0
BATERIA DO DESFIBRILHADOR, 14.8V	290,00	11	5	6	1740,0
COPOS DE ASPIRAÇÃO, 1.5 L	12,50	38	20	18	225,0
SENSOR DE FLUXO INFINITY	29,94	39	20	19	568,8
SENSOR DE FLUXO SPIROLOG	35,80	25	10	15	537,0
ALVEOLOS P/ COLCHAO	25,00	21	15	6	150,0
Total					4000,8
Após a implementação do LM					
Descrição do material	Valor unitário (€)	Nº de material	Quantidade Máxima Definida	Excesso de Stock	Valor Total do excesso (€)
TUBO PNI, SIMPLES, 3M	60,00	14	10	4	240,0
BATERIA DO DESFIBRILHADOR, 14.8V	290,00	10	5	5	1450,0
COPOS DE ASPIRAÇÃO, 1.5 L	12,50	36	20	16	200,0
SENSOR DE FLUXO INFINITY	29,94	39	20	19	568,8
SENSOR DE FLUXO SPIROLOG	35,80	25	10	15	537,0
ALVEOLOS P/ COLCHAO	25,00	0	20	0	0,0
Total					2995,8

Anexo II: Tabela de ruturas

Ruturas em maio
CABO PSA PK-141
BRACADEIRA DE PNI
SENSOR DE SPO2 COMPLETO
FILTRO SECUNDARIO P/ASPIRADOR
SENSOR DE DEDO COMPLETO
SENSOR DE DEDO
BATERIA P/V100, 6V
COTOVELO 45° P/PLETISMOGRAFO
POWER SUPPLY P/BOMBA INFUSORA
SENSOR DE GOTAS P/BOMBA INFUSORA
BLOQUEADORES

Ruturas em agosto
CABO PSA PK-141
FILTRO SECUNDARIO P/ASPIRADOR
TUBOS PNI, 2 TUBOS, 2.8M
ALVEOLOS P/COLCHAO
GRADE SUP. ESQUERDA
CAIXA DE CONTROLO P/CAMA
CABO DE ALIMENTACAO P/CAMA

Anexo III: Tabela dos procedimentos padrão

Procedimentos Padrão
Rececionar o material, consumível ou peça no ficheiro EXCEL
Colocar a data da receção no ficheiro EXCEL
Introduzir a(s) quantidade(s) rececionada(s) no software (EAM)
Arrumar no devido compartimento o material, consumível ou peça
Utilizar o material, consumível ou peça
Debitar a(s) quantidade(s) utilizada(s) no software (EAM)