

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS BIOMÉDICOS**

SMART LEAN REGULATION:

Uma proposta integrada para gestão de equipamentos para ambiente hospitalar

**EDUARDO COSTA PULQUERIO
YASMIN KAROLINE MARTINS BORGES**

ORIENTADOR: Prof. Ms. WILLIAN PIRES LODDI

RIBEIRÃO PRETO, S.P.

2024

**EDUARDO COSTA PULQUERIO
YASMIN KAROLINE MARTINS BORGES**

SMART LEAN REGULATION:

Uma proposta integrada para gestão de equipamentos para ambiente hospitalar

ORIENTADOR: Prof. Ms. WILLIAN PIRES LODDI

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia (Fatec) de Ribeirão Preto/SP, como parte dos requisitos para aprovação no curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos.

Orientador: Título - Prof. Ms. WILLIAN PIRES LODDI

Aceite do orientador: _____

RIBEIRÃO PRETO, S.P.

2024

“Todas as empresas possuem uma ‘empresa oculta’ dentro delas, uma empresa que consome até 40% de sua capacidade operacional executando atividades que não contribuem para o processo final.”

Armand Feigenbaum

RESUMO

Em empresas prestadoras de serviços de saúde, é comum ocorrerem falhas no planejamento que resultam em consequências negativas para os pacientes. Tais impactos acontecem quando: i) a estrutura física das instituições não está em conformidade com a legislação vigente; ii) não são adotadas práticas de gestão efetivas; e iii) não há um sistema automatizado para rastreamento de equipamentos médico-hospitalares. O armazenamento inadequado desses equipamentos, desconsiderando as Resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC/ANVISA) e normas de qualidade ABNT ISO, compromete a integridade e funcionalidade dos dispositivos médicos. A dificuldade em rastrear rapidamente e eficientemente os equipamentos da infraestrutura tecnológica hospitalar gera atrasos em manutenção e calibração. As limitações das instituições de saúde para estabelecer formas de gestão de longo prazo afetam a organização no armazenamento e na distribuição dos equipamentos.

Para superar esses desafios, o objetivo deste trabalho é estabelecer uma proposta integrada para a organização, gestão e rastreamento de equipamentos médico-hospitalares. A metodologia utilizada incluiu pesquisa bibliográfica sobre regulamentações técnicas e normas de qualidade no armazenamento de equipamentos médicos, ferramentas de gestão *lean*, e tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para automatização do controle e identificação desses equipamentos. A pesquisa fundamentou a abordagem "*Smart Lean Regulation*" (SLR), proposta para a gestão integrada de equipamentos médico-hospitalares. Para comprovar o conceito de rastreamento em ambiente hospitalar, foi desenvolvido um sistema de rastreamento RFID.

Um estudo de caso em uma instituição de saúde aplicou a metodologia SLR, resultando em um inventário detalhado dos equipamentos, adequação da estrutura física e dos fluxos operacionais, além da implementação do Programa 5S e do sistema *Kanban*, ferramentas do *Lean Healthcare*. Os resultados do estudo de caso mostraram que a metodologia SLR melhorou significativamente a eficiência operacional da instituição, reduzindo riscos e melhorando a qualidade dos serviços prestados.

Palavras-chave: *Lean Healthcare*, Gestão hospitalar, RFID, Assuntos regulatórios

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Berço neonatal: (a) Expectativa de integridade do equipamento para o uso; (b) condição de armazenamento encontrada que não atendem as recomendações. Fonte: autor	3
Figura 2. Cabos de equipamentos médicos. (a) Expectativa de integridade do equipamento durante o uso; (b) condição de armazenamento encontrada que não atendem as recomendações. Fonte: autor	4
Figura 3. Infraestrutura de centro cirúrgico: (a) Expectativa de integridade da infraestrutura durante o uso de equipamentos; (b) condição de armazenamento e infraestrutura encontrada que não atendem as recomendações. Fonte: autor	4
Figura 4. Histórico de implementação da gestão <i>lean</i> em distintas áreas. Fonte: adaptado de Brito (2018)	10
Figura 5. Sistema RFID Típico Fonte: Patil e Kadage (2021)	19
Figura 6. Estrutura Analítica da proposta <i>Smart Lean Regulation</i> . Fonte: autores	24
Figura 7. Diagrama em blocos da solução RFID desenvolvida. Fonte: autores	26
Figura 8. Infraestrutura do fluxo de informações e de dados do sistema RFID desenvolvido. Fonte: autores	26
Figura 9. (A) Conjunto RFID cabeado; (B) Microprocessador Arduino Leitor RFID-RC522 Fonte: autores	27
Figura 10. (A) Conjunto RFID sem fio; (B) Microprocessador ESP32; (C) Leitor RFID-RC522 Fonte: autores	28
Figura 11. Protótipo que representa o ambiente hospitalar, com o sistema RFID instalado	29
Figura 12. Sala de manutenção de equipamentos médico-hospitalares antes das intervenções: ambiente-alvo do estudo de caso	33
Figura 13. Planta baixa do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos	33
Figura 14. Perspectiva Isométrica 1 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos	34
Figura 15. Perspectiva Isométrica 2 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos	34

Figura 16. Perspectiva Isométrica 3 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos	35
Figura 17. Perspectiva Isométrica 4 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos	35
Figura 18. Postos de trabalho e disposição dos equipamentos ao longo do processo: vista 1	36
Figura 19. Postos de trabalho e disposição dos equipamentos ao longo do processo: vista 2	36
Figura 20. Diagrama Spaguetti com o fluxo de transporte de equipamentos ao longo do processo operacional. Fonte: Autores	37
Figura 21. Implementação de melhorias no layout: Vista 1. Fonte: Autores	38
Figura 22. Implementação de melhorias no layout: Vista 2. Fonte: Autores	39
Figura 23. Implementação de melhorias no layout: Vista 3. Fonte: Autores	40
Figura 24. Implementação de melhorias no layout: Vista 4. Fonte: Autores	41
Figura 25. Implementação de melhorias no layout: Vista 5. Fonte: Autores	42
Figura 26. Implementação de melhorias no layout: Vista 6. Fonte: Autores	43
Figura 27. Implementação de melhorias no layout: Vista 7. Fonte: Autores	44
Figura 28. Implementação de melhorias no layout: Vista 8. Fonte: Autores	45
Figura 29. Implementação de melhorias no layout: Vista 9. Fonte: Autores	46
Figura 30. Implementação de melhorias no layout: Vista 10. Fonte: Autores	47
Figura 31. Implementação de melhorias no layout: Vista 11. Fonte: Autores	48
Figura 32. Implementação de melhorias no layout: Vista 12. Fonte: Autores	49
Figura 33. Implementação de melhorias no layout: Vista 13. Fonte: Autores	49
Figura 34. Implementação de melhorias no layout: Vista 14. Fonte: Autores	50
Figura 35. Implementação de melhorias no layout: Vista 15. Fonte: Autores	50
Figura 36. Descarte de equipamentos e itens que não eram utilizados no local. Fonte: Autores	51
Figura 37. Demarcação do piso para delimitação de postos de trabalho e corredores de passagem e áreas para armazenamento de equipamentos. Fonte: autores	52

Figura 38. Demarcação do piso para delimitação das áreas para armazenamento de equipamentos. Fonte: autores	53
Figura 39. Organização de ferramentas e equipamentos nos postos de trabalho. Fonte: autores	53
Figura 40. Eliminação de resíduos e organização da área. Fonte: autores	54
Figura 41. Posto de trabalho para realização de limpeza de equipamentos. Fonte: autores	55
Figura 42. Posto de trabalho para realização de limpeza de equipamentos. Fonte: autores	56
Figura 43. Quadro <i>Kanban</i> para gestão ágil do processo operacional de manutenção e calibração de equipamentos médico-hospitalares. Fonte: Autores	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Exemplos de desperdícios observados em prestação de serviços de saúde	13
Tabela 2. Dados de movimentação de equipamentos médicos durante o experimento	30

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
SUMÁRIO.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	2
1.2 OBJETIVO GERAL	5
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA	6
2.1.1 RDC 509: 2021	6
2.1.2 ABNT ISO 15943: 2011	7
2.1.3 NBR ISO 13485:2016	8
2.2 A FILOSOFIA <i>LEAN</i>	9
2.2.1 <i>Lean Healthcare</i>	10
2.2.2 Ferramentas utilizadas no <i>Lean Healthcare</i>	14
2.3 RFID: IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA	18
2.3.1 Desafio para implementação de sistemas RFID	20
3. METODOLOGIA	22
3.1 TIPO E ESTRATÉGIA DE PESQUISA	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.2 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA RFID	25
4.2.1 Infraestrutura de Hardware, <i>IoT</i> e Fluxo de dados	26
4.2.2 Prototipagem RFID e prova de conceito	28

4.3 ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO LABORATÓRIO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS	31
4.3.1 Inventário de equipamentos médico-hospitalares	31
4.3.2 Diagnóstico, desenvolvimento e implementação de melhorias no layout	32
4.3.3 Implementação do Programa 5S	51
4.3.4 Implementação do Sistema <i>Kanban</i>	56
5. CONCLUSÕES	59
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
APÊNDICE A – INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES ..	68

1 INTRODUÇÃO

Nos serviços de saúde, a atenção deve ser focada nos interesses dos usuários, contudo, é comum a falha no planejamento, possibilitando consequências negativas aos pacientes (Martins e Waclawovsky 2015). Dessa forma, são percebidos impactos nos serviços de assistência à saúde no Brasil quando a estrutura física de hospitais e outros serviços de saúde não observam os aspectos técnicos indicados e a legislação vigente, quando não se adotam práticas de gestão efetivas, e quando não se dispõem de sistema automatizado para rastreamento de equipamentos médico-hospitalares.

As especificações técnicas indicadas pelos fabricantes de equipamentos médico-hospitalares, juntamente com a legislação vigente do Ministério da Saúde e da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e as normas de qualidade ABNT ISO, desempenham um papel fundamental na gestão desses equipamentos. Essas regulamentações garantem a qualidade, segurança e eficiência dos dispositivos, além de estabelecer diretrizes e requisitos mínimos para a aquisição, instalação, manutenção e utilização dos equipamentos. Ao seguir essas diretrizes, os gestores de engenharia clínica podem assegurar o bom funcionamento e desempenho dos equipamentos, minimizar riscos e promover a qualidade dos serviços prestados.

A Gestão *Lean* (*Lean Management*) é um termo genérico que inclui várias práticas-chave que visam a eficiência e a preservação de valor baseado na otimização de fluxos operacionais (McIntosh e Cookson 2012). O *Lean* aplicado em serviços de saúde consiste em utilizar as práticas da produção enxuta de forma adaptada, o que configura o *Lean Healthcare*, e visa eliminar desperdícios e etapas desnecessárias ao cuidado do paciente (Soliman e Saurin 2017).

A identificação por radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que permite armazenar e recuperar uma enorme quantidade de dados através de transmissão eletromagnética utilizando dispositivos de radiofrequência (RF) e uma estrutura tecnológica instalada em locais estrategicamente selecionados (Seol, Lee, e Kim 2017). O setor da saúde passou a utilizar sistemas RFID para melhorar a prestação de serviços de saúde, a segurança dos pacientes e para reduzir custos (Camacho-Cogollo, Bonet, e Iadanza 2020).

Em face das dificuldades de gestão de equipamentos médico-hospitalares na infraestrutura tecnológica de hospitais e de outras instituições prestadoras de serviços de saúde, surge a necessidade de estabelecer um sistema padronizado e integrado para melhorar a

organização, o armazenamento e o rastreamento destes equipamentos. Nos armazéns de hospitais e outras instituições prestadoras de serviços de saúde há vários itens e equipamentos médicos de alto valor. Desta forma, manter um controle rigoroso no armazenamento e do destino desses produtos é de fundamental importância no uso adequado dos recursos financeiros da instituição, prevenindo perdas quando o equipamento é extraviado, e/ou danos em caso de armazenamento de forma inadequada.

Este trabalho propõe uma solução integrada para a estruturação de áreas de armazenamento, organização, rastreamento e gestão de equipamentos médico-hospitalares. Para a organização da área física de armazenamento, foram considerados os aspectos da legislação vigente, estabelecidos por Resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC/ANVISA), e os requisitos técnicos indicados pelos fabricantes de equipamentos médico-hospitalares. Para manter a organização a longo prazo e implementar práticas de gestão eficazes, foram utilizadas ferramentas de gestão da filosofia *Lean Healthcare*. Para o monitoramento e rastreamento da movimentação dos dispositivos médicos dentro da instituição, foi indicada a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID), que pode ser implementada através da instalação de antenas em locais estratégicos da instituição de saúde.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O armazenamento de equipamentos médico-hospitalares de maneira inapropriada, sem considerar os aspectos da legislação vigente estabelecidos por meio de Resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC/ANVISA) e os requisitos técnicos indicados por fabricantes dos equipamentos, compromete a integridade e funcionalidade desses dispositivos médicos.

Além do problema com a estrutura física onde os equipamentos estão armazenados, existem dificuldades em rastrear de maneira ágil e eficiente os equipamentos médicos da infraestrutura tecnológica. Este fator proporciona atrasos nos procedimentos de manutenção e/ou calibração, como também na disponibilização dos equipamentos para uso em salas de internação ou em centros cirúrgicos.

Deve-se atentar, ainda, para as dificuldades que hospitais e outras instituições prestadoras de serviços em saúde tem em estabelecer formas de gestão no longo prazo para manter a organização no armazenamento e na distribuição dos equipamentos médico-

hospitalares. As figuras 1, 2 e 3 ilustram problemas de infraestrutura típicos de instituições prestadoras de serviços de saúde.

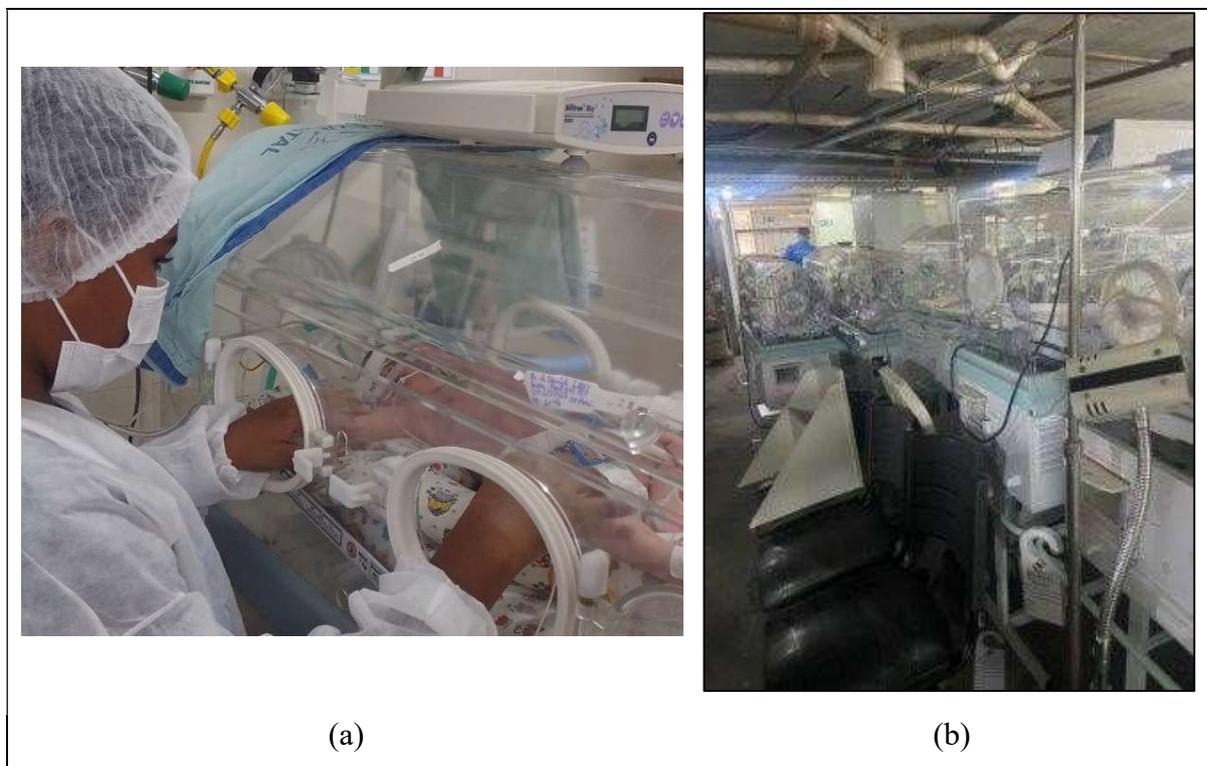


Figura 1. Berço neonatal: (a) Expectativa de integridade do equipamento para o uso. Fonte: Governo da Paraíba (2023); (b) condição de armazenamento encontrada que não atendem as recomendações. Fonte: autores

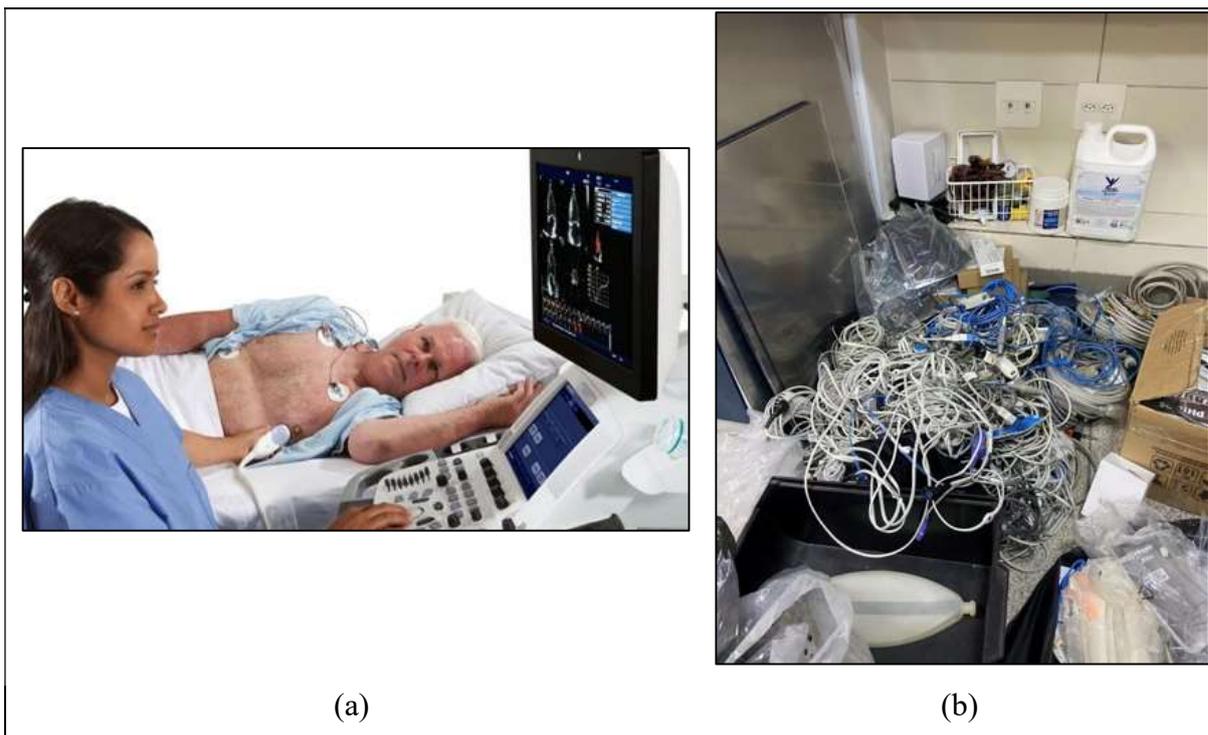


Figura 2. Cabos de equipamentos médicos. (a) Expectativa de integridade do equipamento para o uso. Fonte: Clínica Vittá Goiânia ([s.d.]); (b) condição de armazenamento encontrada que não atendem as recomendações Fonte: Autores

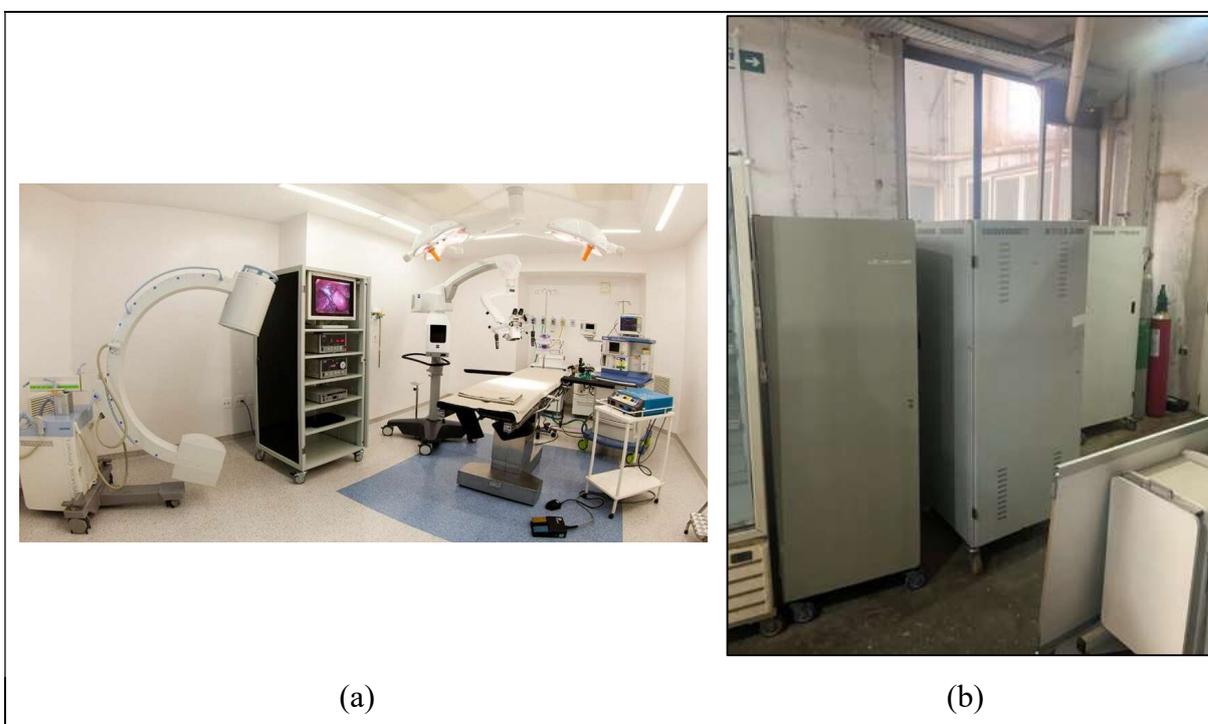


Figura 3. Infraestrutura de centro cirúrgico: (a) Expectativa de integridade da infraestrutura para o uso de equipamentos. Fonte: Hospital Viver ([s.d.]); (b) condição de armazenamento e infraestrutura encontrada que não atendem as recomendações. Fonte: Autores

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma proposta integrada para a gestão e rastreabilidade de equipamentos em empresas do setor de saúde, abrangendo a organização e controle eficaz desses dispositivos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar os aspectos da legislação vigente relacionados aos cuidados e obrigações no armazenamento e transporte de equipamentos médico-hospitalares. Isso inclui avaliar os dispositivos estabelecidos pelas Resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC/ANVISA) e as normas de qualidade pertinentes.
- Selecionar e aplicar as principais ferramentas da metodologia *Lean Healthcare* para manter a organização a longo prazo dos processos operacionais de manutenção, calibração, armazenamento e distribuição de equipamentos médico-hospitalares.
- Desenvolver um sistema de rastreamento automatizado para um ambiente que simula um parque de equipamentos médico-hospitalares, comprovando o conceito de identificação de equipamentos em hospitais e outros serviços de saúde. Isso visa melhorar a rapidez com que os equipamentos são localizados, reduzindo atrasos nos procedimentos de manutenção e calibração e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade dos equipamentos dentro da instituição de saúde.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA

As regulamentações técnicas vigentes desempenham um papel fundamental na gestão de equipamentos médicos hospitalares. Como forma de garantir a qualidade, segurança e eficiência dos equipamentos médicos hospitalares, elas estabelecem diretrizes e requisitos mínimos a serem seguidos, na aquisição, instalação, manutenção e utilização desses equipamentos.

“Os hospitais aderiram às certificações e acreditações como possibilidades de assegurar aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral a qualidade e segurança indispensáveis aos serviços de saúde. Ambas visam garantir que os serviços e procedimentos médicos e assistenciais considerem as necessidades sociais, econômicas e culturais da comunidade assistida.” (Hospital Israelita Albert Einstein, 2022).

Além disso as regulamentações visam assegurar a rastreabilidade dos processos, a conformidade com normas e regulamentos, e a proteção dos trabalhadores, pacientes e meio ambiente. Ao seguir essas diretrizes os gestores de engenharia clínica podem garantir o bom funcionamento e desempenho dos equipamentos, além de minimizar riscos e promover a qualidade dos serviços prestados.

As normas citadas nas próximas sessões trazem os direcionamentos para a gestão do parque de equipamentos de unidades de saúde, ao seguir essas normativas os gestores de engenharia clínica podem garantir a qualidade dos equipamentos, minimizar riscos e assegurar que os cuidados de saúde sejam prestados de forma eficiente e segura aos pacientes auxiliando na padronização dos processos e na tomada de decisões relacionadas a aquisição, manutenção e descarte dos equipamentos.

2.1.1 RDC 509: 2021

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 509/2021, que dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde, é uma norma que estabelece os requisitos para o gerenciamento de tecnologias em saúde, também conhecido como engenharia clínica, em estabelecimentos assistenciais de saúde. Essa norma tem como objetivo garantir a qualidade, eficácia, efetividade, segurança, e em alguns casos o desempenho

da tecnologia presente nos equipamentos médico-hospitalares utilizados nos cuidados com o paciente. Conforme o Capítulo I, seção III, parágrafo XI da RDC 509: 2021

A RDC 509/2021 define um conjunto de procedimentos de gestão baseados em conhecimentos científicos e técnicos, normas e leis. Esses procedimentos visam minimizar riscos sanitários e garantir a rastreabilidade dos equipamentos. Além disso, a resolução estabelece requisitos relacionados ao plano de gerenciamento, terceirização das atividades, perfil e competência do gestor representante do estabelecimento de saúde, registro e controle das atividades do plano, e avaliação anual da efetividade do plano. A aplicação da RDC 509/2021 na gestão hospitalar é obrigatória e contribui de diversas formas para a eficiência operacional e sustentabilidade do negócio. O gerenciamento adequado dos equipamentos médico-hospitalares garante que eles estejam em bom estado de funcionamento, reduzindo o risco de falhas e aumentando a segurança dos pacientes. Além disso, o gerenciamento adequado dos equipamentos permite um melhor controle dos custos, evitando gastos desnecessários com manutenção e substituição de equipamentos. No Capítulo II no que diz respeito ao gerenciamento de tecnologias em saúde.

2.1.2 ABNT ISO 15943: 2011

A norma Brasileira NBR 15943:2011, que versa sobre Diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para a saúde, estabelece os componentes mínimos de um programa de gerenciamento de equipamentos para a saúde como; organização, gestão de pessoal, documentação, inventário, treinamento, planejamento e seleção, entre outros. Trata-se uma referência normativa utilizada na área da Engenharia Clínica, que estabelece os requisitos mínimos para a gestão de tecnologias em saúde, com foco na segurança do paciente e na qualidade dos equipamentos médico-hospitalares.

A NBR 15943:2011 fornece diretrizes e orientações para a gestão adequada dos equipamentos de saúde, desde a sua aquisição até o descarte, abordando aspectos como a seleção e avaliação dos equipamentos, a instalação e manutenção correta, a qualificação dos profissionais envolvidos, a gestão de riscos e a garantia da segurança operacional. Ao seguir as diretrizes da NBR 15943:2011, os estabelecimentos de saúde podem garantir que os equipamentos utilizados nos cuidados com o paciente estão em conformidade com os requisitos de segurança e qualidade. Isso contribui para a redução de riscos, a prevenção de falhas e a

melhoria da eficiência operacional. No entanto, a NBR 15943:2011 é uma norma que estabelece os requisitos para a gestão de tecnologias em saúde, visando garantir a segurança do paciente e a qualidade dos equipamentos médico-hospitalares. Seguir as diretrizes dessa norma é fundamental para promover a excelência na gestão de equipamentos de saúde e proporcionar um ambiente seguro para os pacientes.

2.1.3 NBR ISO 13485:2016

A NBR ISO 13485:2016, que versa sobre requisitos para fins regulamentares para produtos para a saúde Sistema de gestão da qualidade, é uma norma internacional que estabelece requisitos para o sistema de gestão da qualidade de dispositivos médicos. A norma possui diversos pontos que podem guiar a gestão hospitalar, garantindo a segurança e eficácia dos dispositivos utilizados. Alguns dos principais pontos da norma NBR ISO 13485:2016 incluem:

- Estabelecimento de um sistema de gestão da qualidade, com políticas e procedimentos claros para garantir a conformidade regulatória e a qualidade dos dispositivos médicos;
- Controle de documentos e registros, assegurando que todas as informações relevantes sejam devidamente registradas e mantidas;
- Gestão de recursos, incluindo a qualificação e treinamento adequado dos profissionais envolvidos na utilização dos dispositivos médicos;
- Realização de auditorias internas e avaliações de desempenho, para garantir a conformidade com os requisitos da norma e identificar oportunidades de melhoria;
- Controle de produtos não conformes, assegurando que qualquer dispositivo médico que não atenda aos requisitos seja identificado, isolado e corrigido;
- Monitoramento e medição do desempenho do sistema de gestão da qualidade, através de indicadores e métricas que permitam avaliar a eficácia das práticas adotadas;
- Melhoria contínua, com a identificação de oportunidades de aprimoramento e a implementação de ações corretivas e preventivas;

Ao adotar a ISO 13485:2016, os hospitais podem garantir a qualidade e segurança dos dispositivos médicos utilizados, promovendo a confiança dos pacientes e a excelência na prestação de serviços de saúde. De acordo a norma:

“O gerenciamento de tecnologias em saúde: conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e

legais, com o objetivo de garantir a rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e em alguns casos o desempenho das tecnologias de saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde. Abrange cada etapa do gerenciamento, desde o planejamento e entrada no estabelecimento de saúde até seu descarte, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública e do meio ambiente e a segurança do paciente.”

2.2 A FILOSOFIA *LEAN*

Lean é considerada uma filosofia ou paradigma, em vez de um conjunto dogmático de práticas e procedimentos. Por esse motivo, é difícil obter uma definição precisa que seja universalmente aceita (McIntosh e Cookson 2012), sendo possível encontrar várias formas de definir o significado de *Lean*. A origem da filosofia *Lean* está, originalmente, ligada ao processo industrial automobilístico. Womack e Jones (1990), na obra ‘*The Machine that Changed the World*’, apresentam pela primeira vez o termo *Lean* para descrever a linha de produção da Toyota, denominada como *Toyota Production System* (TPS). O termo TPS, introduzido em 1990, nunca foi utilizado pela própria Toyota, porém tornou-se o modelo da aplicação do pensamento *Lean* (Havn 1994). Mais tarde, tornou-se também o exemplo da aplicação daquilo que se tornou um movimento global conhecido por “Pensamento *Lean*” (Liker e Morgan 2006) e que se expandiu a outras indústrias e a outros setores de atividade econômica, como a prestação de serviços.

Como parte do entendimento da origem e do conceito do *Lean*, é necessário analisar o sistema americano produção automotiva em massa da Ford, adotado mundialmente, que produzia elevados volumes de bens padronizados e a baixo custo (Hinterhuber 1994). A partir do período pós-guerra, gestores da Toyota e da Honda no Japão adaptaram o sistema da Ford, com os argumentos de que ele não era prático nem economicamente sustentável (Emiliani 2006). Aspectos como o aumento da instabilidade dos mercados, a competição mais globalizada, e os gostos mais sofisticados dos consumidores, impediram que as empresas capturassem “quota de mercado e elevados lucros através da produção de grandes volumes de produtos padronizados”, evidenciando as limitações da produção em massa (MacDuffie, Sethuraman, e Fisher 1996). A nova filosofia de produção automotiva das indústrias japonesas proporcionou maior flexibilidade e competitividade da produção, sustentada em sua capacidade de produzir maior variedade de modelos mesmo que em menor quantidade (Ohno e Bodek 2019), e foi sendo cada vez mais aceito como a solução para substituir o modelo da Ford. Atualmente, a prática, baseada na experiência da Toyota, é conhecida como gestão *Lean*,

do inglês, *Lean Management* (Krafcik 1988), e tornou-se o atual *benchmark* da gestão (McIntosh e Cookson 2012).

A gestão *Lean* (*Lean Management*) é um termo abrangente que inclui diversas práticas-chave focadas na eficiência e preservação de valor, com base na otimização de fluxos operacionais (McIntosh e Cookson 2012). A gestão *Lean* permite alcançar uma produção que utiliza significativamente menos recursos humanos, menor investimento de capital e menos espaço de produção para gerar o mesmo volume em menos tempo e com menos defeitos, em comparação ao modelo de produção em massa (McIntosh e Cookson 2012).

O *Lean* tem sido implementado em diversos setores e organizações, gradualmente se expandindo para os serviços. Desde o início do século XXI, é utilizado no setor da saúde, na tecnologia da informação (TI) e na administração pública (Kadarova e Demecko 2016). A Figura 4 apresenta um resumo histórico das aplicações do *Lean* em diferentes segmentos de mercado.

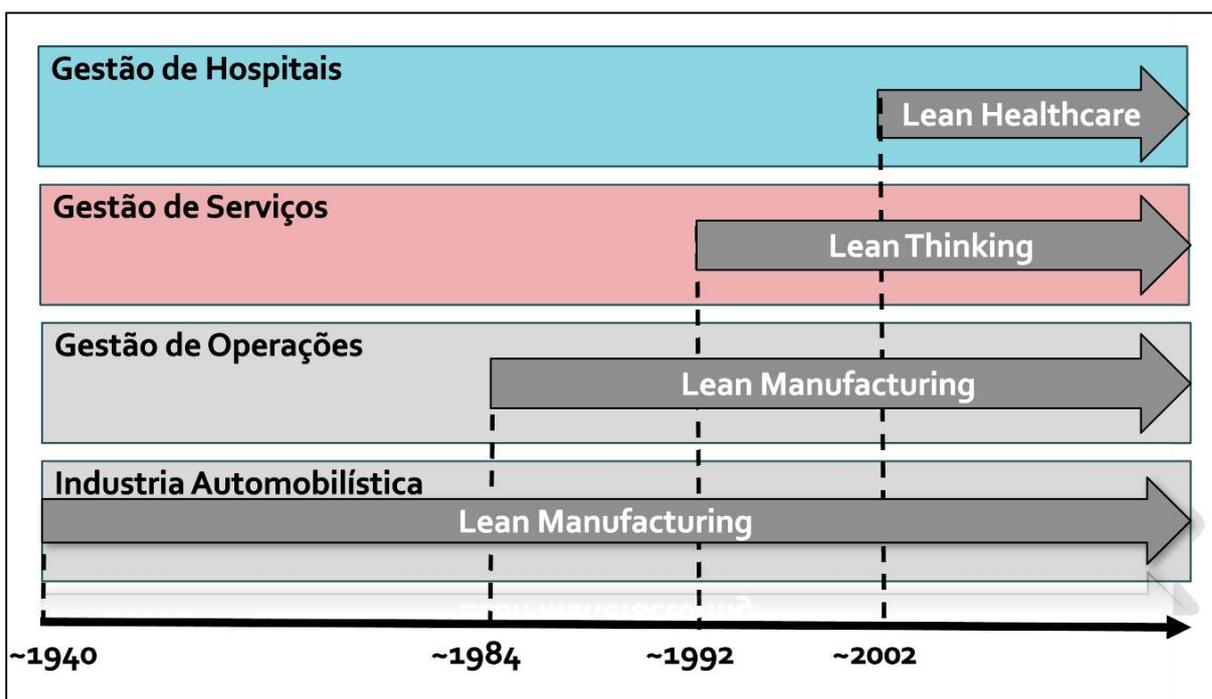


Figura 4 . Histórico de implementação da gestão *lean* em distintas áreas. Fonte: adaptado de Brito (2018).

2.2.1 *Lean Healthcare*

O *Lean* aplicado em serviços consiste em utilizar as práticas da produção enxuta de forma adaptada. No *Lean Healthcare*, a filosofia é aplicada aos serviços de saúde, visando a eliminação de desperdícios e etapas desnecessárias ao cuidado do paciente, com aumento de

produtividade e capacidade (Brito 2018). No Brasil, os hospitais pioneiros no desenvolvimento do *Lean* na área da saúde foram os da rede de Hospitais São Camilo (Nunes 2013) e o Instituto de Oncologia do Vale do Paraíba (Portal Saude Business 2013), que iniciaram o processo de implementação no ano de 2007. A importância do *Lean Healthcare* está em sua aplicabilidade em um sistema com inúmeras organizações, que não atendem somente a população, como também requisitos de órgãos regulatórios e governamentais. Dessa forma, devem buscar qualidade e eficiência no atendimento, satisfazendo múltiplos *stakeholders* (Soliman e Saurin 2017).

A aplicação da filosofia *Lean* na saúde é perfeitamente possível e aceitável (Womack, Jones, e Roos 2007). Toda a organização deve ser considerada, e seu processo examinado a fim de gerar melhorias (Liker 2021). De acordo com o autor, neste novo paradigma, é necessário envolver todas as pessoas da organização para melhorar a experiência dos pacientes, para isso, deve ser criado processos formais com o fluxo de pessoas, de informações e de materiais. Trata-se de criar valor ao paciente, sem incorrer em custos adicionais para a organização prestadora de serviços de saúde.

O sistema de saúde está constantemente exposto a um fluxo aparentemente inesgotável de novos avanços que visam melhorar os aspectos organizacionais e operacionais do sistema de saúde, através de mudanças nas operações, na organização ou nos princípios de gestão, dada a natureza deste setor (Colldén et al. 2017). Ao aplicar o *Lean*, as organizações podem eliminar desperdícios como superprodução, espera, processamento de transporte, estoques desnecessários, deslocamentos desnecessários e defeitos (Krijnen 2007).

De acordo com seus princípios, é estratégico expandir a aplicação da gestão *Lean* além do setor industrial, abrangendo também serviços, como administração pública e serviços de saúde (Mata 2018). Adaptar a perspectiva da indústria para a prestação de serviços e avaliar cada um dos cinco passos do pensamento *Lean*—1) especificar o valor, 2) identificar a cadeia de valor, 3) criar fluxo, 4) puxar e 5) buscar a perfeição—pode facilitar a aplicação desses conceitos na área de assistência à saúde (Joint Commission Resources (JCR) 2013).

No pensamento *Lean*, é essencial definir o que constitui valor, o qual é determinado pelo cliente e deve ser expresso como um produto ou serviço que atenda às suas necessidades a um preço e momento específicos (Porter 1989). A abordagem *Lean* classifica as atividades em dois grupos: atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor. Para ser considerada uma atividade que agrega valor, ela deve ser algo pelo qual o cliente esteja disposto

a pagar, ou seja, deve transformar-se em um produto ou serviço e ser realizada corretamente desde a primeira vez (Brito 2018).

Para eliminar ou reduzir as atividades que não agregam valor, Taiichi Ohno identificou sete categorias conhecidas como os "Sete Desperdícios do *Lean*". Contextualizando para o ambiente hospitalar, Westwood, James-Moore, e Cooke (2007) identificam os seguintes desperdícios:

- Superprodução - Testes, procedimentos desnecessários, consultas ou exames feitos em excesso;
- Estoque Excessivo - altos níveis de estoque, medicamentos e reagentes vencidos;
- Transporte Excessivo - movimentação de pacientes, equipamentos e medicamentos em excesso;
- Movimentação excessiva - fluxo da equipe e do paciente em excesso ou desnecessários, muitas vezes, por causa de layouts mal planejados;
- Espera - pacientes na espera em filas ou espera por diagnósticos e exames, o que ocasiona pacientes aglomerados em salas e recepções;
- Processamento excessivo - retrabalhos e inspeções, revisão de prontuários, tempo excessivo de tratamento por dificuldade de estabelecer padrões de procedimentos, excesso de correções, retrabalhos e inspeções, além de preenchimentos de formulários semelhantes em departamentos diferentes;
- Defeitos - aparecimento de infecções nos pacientes, aplicação de medicamentos errados, falta de informação, identificação incorreta de amostras, erro de diagnóstico.

A tabela 1 apresenta exemplos de desperdícios observados em prestação de serviços de saúde.

Tabela 1. Exemplos de desperdícios observados em prestação de serviços de saúde.

Desperdício	Causa ou Efeito	Exemplos em serviços de saúde
Retrabalho	Repetição de procedimentos, reavaliação do paciente	<ul style="list-style-type: none"> • Readmissão na instituição de saúde • Reações adversas aos fármacos • Repetição de exames laboratoriais por falta de informação correta
Espera	Interrupção do trabalho à espera de pessoas, equipamentos ou informação	<p>Aguarda-se por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pacientes • Equipe cirúrgica • Resultados de exames, prescrições ou fármacos • Alta médica
Transporte	Movimentação desnecessária de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamento da equipe para realizar anotações • Armazenamento de equipamento de uso comum distante do local de utilização
Movimentação	Deslocamento desnecessário de pessoas devido aos objetos fora de alcance ou em difícil acesso	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos desnecessários à procura de documentos • Armazenamento de materiais e equipamentos em extremos opostos • Inexistência de equipamentos básicos em todas as salas de exames
Excesso de Processamento	Realização de etapas de processo desnecessárias, portanto, sem agregar valor	<ul style="list-style-type: none"> • Duplicação de informação • Perguntar ao paciente por detalhes diversas vezes • Realização repetida da história clínica
Estoque	Imobilização de recurso financeiro	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulação de estoque não utilizado em armazém • Pacientes aguardando alta médica • Listas de espera
Excesso de Produção	Trabalho desnecessário	<ul style="list-style-type: none"> • Requisição de exames laboratoriais desnecessários

Fonte: adaptado de Westwood et al. (2007)

2.2.2 Ferramentas utilizadas no *Lean Healthcare*

Mapeamento da Cadeia de Valor

O Mapeamento da Cadeia de Valor (do inglês, *Value Stream Mapping* - VSM) é uma ferramenta de gestão visual e das mais frequentemente utilizadas em Saúde, sobretudo no mapeamento dos processos operacionais. O seu foco centra-se sobretudo na eliminação das atividades sem valor (Daultani, Chaudhuri, e Kumar 2015). Em grandes organizações de saúde pode não ser fácil realizar este mapeamento, pela enorme interdependência de fluxos entre departamentos. Uma alternativa poderá ser a abordagem do percurso do paciente por patologia (Daultani et al. 2015). Na elaboração do mapeamento dos processos deverá ainda haver o cuidado de envolver as pessoas que participam nas respetivas atividades que se pretendem mapear.

Eventos Kaizen

Os eventos *Kaizen*, também designados por eventos *Kaikaku* (evento para melhorias rápidas, do inglês, *Rapid Improvement Event* - RIE) ou por *Kaizen Blitz* (Radnor, Holweg, e Waring 2012), podem ser aplicados em operações industriais ou em empresas prestadoras de serviços, possibilitando a obtenção de ótimos resultados no curto prazo. Em um evento *Kaizen*, deve-se focar em área ou processo chave. A equipe *Kaizen* deve ser pequena (de seis a dez pessoas), e constituída por pessoas com formação e experiência diversa. Os trabalhos devem ser realizados em curto espaço de tempo, sendo sugerida a duração de três a cinco dias (Radnor et al. 2012).

Para garantir o sucesso do evento, é necessária a realização de uma preparação prévia, que inclua a preparação de um roteiro de trabalho, montagem da equipe e garantir a presença dos membros, considerando liberá-los de suas atividades habituais de rotina. É necessário obter o apoio da alta gestão da empresa como forma de agilizar implementação das soluções propostas pela equipe *Kaizen* (van den Eijnden e Molenaar 2015).

As etapas do Evento *Kaizen* englobam a medição do desempenho existente, a observação do processo, o desenvolvimento de novas alternativas de melhoria do processo, a redefinição de um fluxo de processos que incorpore as novas ideias e a medição de resultados do fluxo do novo processo implementado. O resultado de cada Evento *Kaizen* gera motivação para mais esforços de melhoria (Radnor et al. 2012).

Os Eventos Kaizen são uma abordagem estruturada capaz de proporcionar resultados rápidos e permite identificar oportunidades de melhoria contínua e desenvolvimento de sinergias de equipe. Dentre as desvantagens da implementação de Eventos *Kaizen* isolados é que os ganhos-rápidos obtidos podem ser difíceis de sustentar no longo prazo, caso não sejam integrados nos objetivos estratégicos da organização (Radnor et al. 2012).

Programa 5S

Trata-se de uma ferramenta bastante popular que contribui para a organização do ambiente de trabalho, e para reduzir o desperdício com efeitos na segurança (Ikuma et al., 2014; Silva, 2017), podendo ser aplicado de uma forma abrangente, e envolvendo todos os departamentos de uma organização. A implementação das práticas contínuas do 5S, exige aprendizagem, treino e participação de todos os trabalhadores. O 5S é uma excelente ajuda à gestão visual, tornando visível qualquer problema que exista, permitindo assim a sua correção (Pinto, 2008).

O programa 5S assenta em 5 princípios fundamentais, todos começados pela letra “S” dos termos japoneses *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (Simas 2016):

- *Seiri* (*Sort*, Selecionar) – Selecionar os itens do ambiente de trabalho úteis à realização das atividades e eliminar os restantes;
- *Seiton* (*Simplify*, Simplificar) – É a atribuição e manutenção de uma ordem no ambiente de trabalho. Os itens anteriormente escolhidos devem ser armazenados num local seguro, mas de fácil acesso, sobretudo se utilizados mais vezes, para que não ocorra perda de tempo à sua procura;
- *Seiso* (*Sweep*, Limpar) – Refere-se à limpeza do ambiente de trabalho, responsabilizando todos pela sua manutenção. A atividade diária de limpeza realizada por cada um, é a melhor solução para manter um posto de trabalho confortável e seguro;
- *Seiketsu* (*Standardise*, Uniformizar) – É um conceito amplo e que engloba o significado de uniformização, estabelecimento de regras, incorporando igualmente o significado de higiene (saúde). A existência de boas práticas de higiene, como a iluminação e ergonomia, para um trabalho seguro no local de trabalho, bem como normas que garantam a sustentabilidade dos S anteriores;
- *Shitsuke* (*Sustain*, Sustentável) – Significa autodisciplina. Reforça o conceito de que todos os envolvidos numa organização são elos de uma corrente que contribui para o resultado e por isso, há a necessidade de se comprometerem individualmente e

trabalharem em sinergia, com respeito mútuo, contribuindo para a melhoria contínua e para a organização atingir os seus objetivos. É o dever de todos e de cada um contribuir, com autodisciplina, na prática do 5S.

Muitas empresas limitam-se à aplicação dos primeiros três princípios, “esquecendo-se” dos dois últimos – *Seiketsu* e *Shitsuke* –, que, sendo consideradas as etapas mais difíceis de implementar, podem comprometer o sucesso de um programa 5S, que só acontecerá cumprindo regras e como resultado de uma permanente autodisciplina. Existe uma dificuldade grande em se aplicar a ferramenta na íntegra devido às diferenças culturais observadas em países do ocidente.

Sistema à Prova de Erro - Jidoka e Poka Yoke

A segurança do paciente deve ser uma prioridade nas organizações de saúde, não apenas devido às consequências iatrogênicas que pode causar a pacientes e profissionais, mas também pelos custos financeiros que representa para as instituições (Grout e Toussaint 2010). *Jidoka* e *Poka-Yoke* são dois conceitos originais no TPS e, posteriormente, da filosofia *Lean*, que se relacionam com a detecção de defeitos ou erros. *Jidoka* significa a prática de interromper o processo quando um problema ocorre. *Poka* significa “erro inadvertido” e *Yoke* significa “evitar”, portanto, *Poka Yoke* denota evitar que um erro aconteça (Grout e Toussaint 2010). Ohno e Bodek (2019) defendem que a paragem da linha de produção e a resolução do problema que a originou conduz, no longo prazo, a um melhor desempenho. Inicialmente, a paragem de linhas de produção ou operacionais irão representar baixo desempenho, no entanto, à medida que as paragens conduzem à resolução dos problemas, em médio-longo prazo a operação terá menos paragens e melhor qualidade (Grout e Toussaint 2010).

Não existe uma forma única para reduzir ocorrência de erros inadvertidos, pelo contrário, existe uma enorme variedade de abordagens, sendo a forma mais eficaz a prevenção da sua ocorrência (Grout e Toussaint 2010), que significa redução da desordem, da confusão e da ambiguidade do ambiente onde o trabalho é realizado. Esta abordagem está intimamente ligada ao método 5S, anteriormente referido, e outros de gestão visual (Grout e Toussaint 2010).

Os sistemas *Poka-Yoke* são instalados ao longo dos processos, visando diminuir a probabilidade de que um erro individual tenha consequências graves. Alguns exemplos de

sistemas *Poka-Yoke* são: as listas de verificação (do inglês, *check lists*); a rotulagem de medicação de alto risco (fármacos LASA, *Look-Alike-Sound-Alike*, ou seja, com grafia ou com som semelhantes); os sistemas de conexão únicos para adaptação entre gases medicinais e dispositivos médicos; códigos de cores em diversos sistemas; as práticas de dupla verificação na preparação de fármacos; a demarcação física do chão de zonas de maior exposição aos riscos. Outras abordagens podem incluir a intervenção junto aos pacientes, pedindo-lhes para que não aceitem prescrições manuscritas, ou incentivando-os a questionar os cuidados que estarão prestes a receber dos profissionais de saúde, como forma de criar uma barreira adicional contra erros.

No contexto cirúrgico, o sistema para minimizar erros pode ser a prática do cirurgião marcar o local cirúrgico (do inglês, *Sign-your-site*) no paciente e sob a visualização deste, e a implementação do *Timeout* no início da cirurgia (equipe da cirurgia confere, em voz alta, itens como o nome do paciente, tipo de procedimento, local, equipamentos, medicamentos e documentação) (Grout e Toussaint 2010). Outro exemplo para minimizar erros na comunicação entre profissionais de saúde, é a prática de repetir a ordem verbal recebida de um médico (do inglês, *Read-back*) pela pessoa que recebe a ordem, garantindo precisão na tarefa a executar (Grout e Toussaint 2010).

Sistema Kanban

O termo japonês *Kanban* significa “cartão” ou “sinal” e encontra-se, geralmente, associado, na indústria, ao controle de fluxos de produção ou de movimentação de materiais. A sua importância decorre da necessidade de manter um estoque adequado, evitando o desperdício de um estoque excessivo ou em nível insuficiente que interrompa o processo operacional. O *Kanban* garante o nivelamento do fluxo de produção (do inglês, *Just-in-Time*), sendo um tipo de mecanismo do sistema de produção puxada (Simas 2016). A aplicação do *Kanban* não é tão fácil como aparenta, como exemplo, quando outras organizações tentaram copiar a Toyota utilizando o *Kanban*, rapidamente perceberam que não obtiveram os mesmos resultados positivos. Isso aconteceu porque é necessário implementar melhorias prévias no sistema de produção, e a eliminação de desperdícios, antes de implementar o *Kanban* de modo eficaz (Thun, Drüke, e Grübner 2010).

Um exemplo clássico de um sistema *Kanban* simplificado é aquele utilizado por um supermercado na reposição de níveis de consumíveis, que ocorrerá quando atingido o nível mínimo de abastecimento definido. É igualmente possível transmitir essa informação ao

consumidor, colocando on-line a disponibilidade em loja de determinado produto que aquele deseje comprar.

2.3 RFID: IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA

A identificação por radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que permite armazenar e recuperar uma enorme quantidade de dados através de transmissão eletromagnética utilizando dispositivos de radiofrequência (RF) e uma estrutura tecnológica instalada em locais estrategicamente selecionados (Seol et al. 2017). A tecnologia RFID utiliza ondas de rádio e tem capacidade de identificar milhares de itens etiquetados por segundo através de transmissão sem fio (Yazici 2014).

A tecnologia RFID facilita a rastreabilidade de insumos em tempo real (Shang-Wei Wang et al. 2006). Comparada aos sistemas existentes, como códigos de barras (Murphy e Kay 2004) e *QR Code (Quick Response Code)*, a RFID oferece vantagens significativas, principalmente por eliminar a necessidade de identificação manual por um operador (Småros e Holmström 2000). RFID é uma tecnologia de identificação automática (Auto-ID) que possibilita a identificação automática e remota de entidades, como objetos, pessoas e animais, utilizando ondas eletromagnéticas. Ela se destaca em relação a outras tecnologias, como código de barras, OCR e biometria, por sua capacidade de ler múltiplos objetos simultaneamente e sem necessidade de linha de visão direta (Oliveira 2022).

O uso de códigos de barras difundiu-se bastante entre os hospitais, mas as limitações desta tecnologia, causaram, de acordo com Coustasse, Tomblin, e Slack (2013), muitas preocupações. Por esta razão, a indústria da saúde e a maioria dos hospitais passaram a avaliar alternativas para rastreabilidade. Mais recentemente, o setor da saúde passou a utilizar sistemas RFID para melhorar a prestação de serviços de saúde, a segurança dos pacientes e para reduzir custos (Camacho-Cogollo et al. 2020). Atualmente, a tecnologia RFID é aplicada à rastreabilidade em tempo real, comunicação, identificação, localização de bens, dispositivos médicos e pessoas, prevenindo a falsificação de medicamentos, economizando tempo dos enfermeiros na localização de equipamentos ou ferramentas médicas, identificando a sub ou superutilização de equipamentos médicos, reduzindo erros médicos em exames laboratoriais, gerenciando a distribuição de sangue, melhorando a segurança de um hospital ou centro de tratamento e digitalizando informações de dispositivos implantados (Yazici 2014).

Um sistema RFID consiste em três componentes: 1) um transceptor (geralmente combinado com o leitor / antena); ii) algum tipo de equipamento de processamento de dados, como um computador; e iii) um transponder (*tag* / etiqueta). Normalmente, os leitores estão conectados a um *software* que transforma dados brutos em informações úteis (Patil e Kadage 2021). A Figura 5 apresenta um sistema RFID típico.

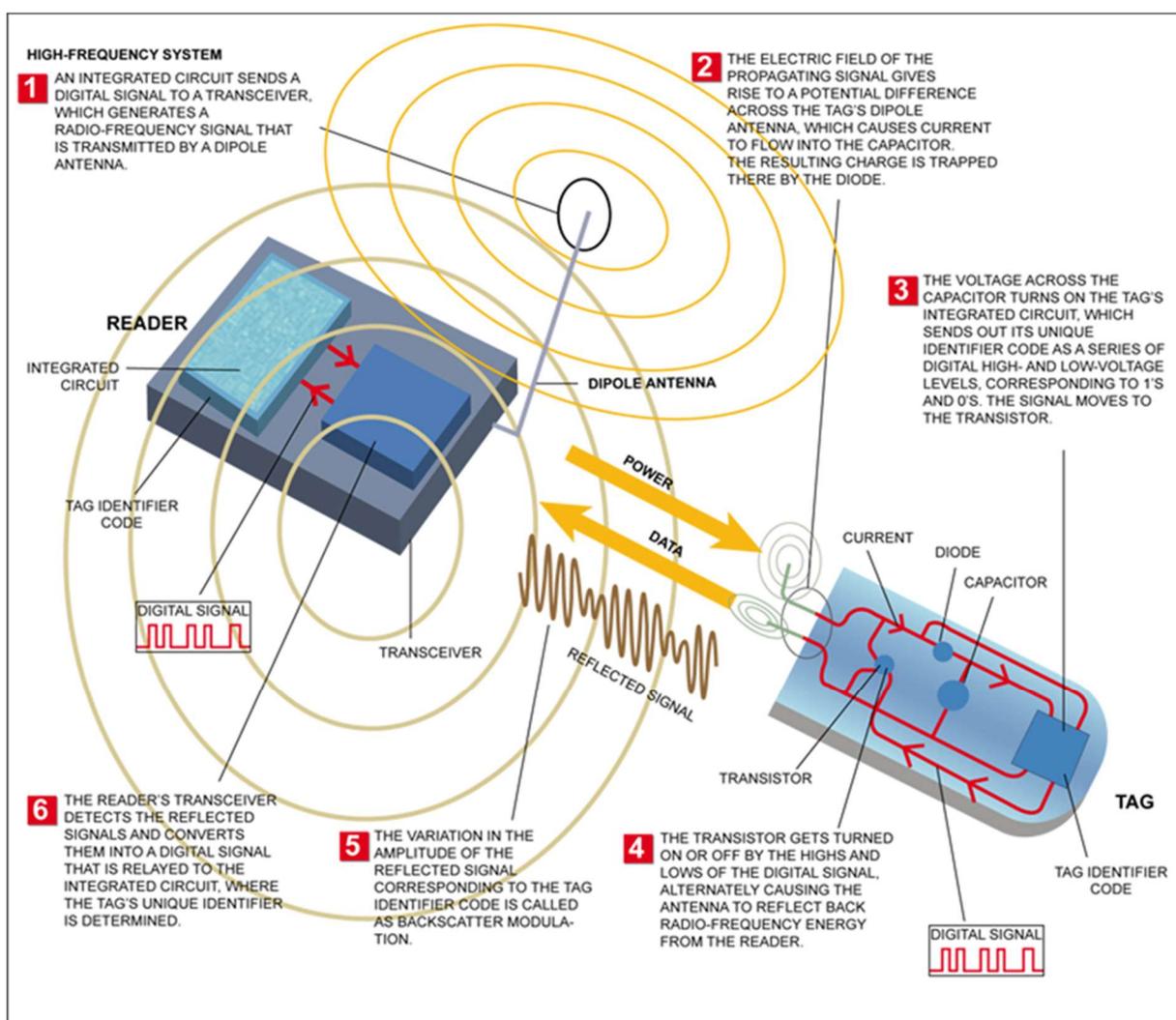


Figura 5. Sistema RFID Típico Fonte: Patil e Kadage (2021)

Transceptor / Leitor / Antena RFID

Os leitores RFID são dispositivos que consultam etiquetas utilizando ondas eletromagnéticas para acessar as informações nelas contidas. Em sistemas passivos, além de ler os dados, esses leitores também têm a função adicional de fornecer energia para ativar o chip das *tags*. Além da leitura, alguns leitores RFID permitem a escrita ou modificação dos

dados armazenados nos chips. Os leitores podem ser fixos ou portáteis e podem se comunicar com outros dispositivos ou softwares por meio de diversos protocolos (Patil e Kadage 2021).

Transponder / Tag / Etiqueta RFID

As etiquetas RFID passivas não possuem fonte de energia própria, como baterias. Toda a energia necessária para sua ativação é fornecida pelo leitor. Geralmente, essas etiquetas permanecem inativas e só se manifestam quando acionadas pelo leitor. Por não terem baterias, são mais econômicas, requerem menos manutenção e podem ser fabricadas em tamanhos reduzidos, como adesivos de plástico ou papel. No entanto, uma desvantagem significativa é o alcance de leitura reduzido (Patil e Kadage 2021).

2.3.1 Desafio para implementação de sistemas RFID

Apesar de muitos autores preverem o uso extensivo de RFID, e afirmarem que os obstáculos para a implementação prática foram superados, a situação real nos hospitais revela-se mais limitada. A implementação de RFID parece estar ainda em estágios iniciais (Abugabah, Smadi, e Houghton 2023). Os desafios para a implementação de RFID em organizações de saúde relacionam-se a diversos fatores críticos:

- Apoio da alta administração: Garantir o apoio das instâncias superiores para grandes iniciativas de RFID é crucial, pois isso capacita a equipe do projeto, conferindo-lhes autoridade e resiliência para enfrentar o ceticismo dos usuários (Angeles 2022);
- *Retrofit* de edifícios: A adaptação de edifícios hospitalares mais antigos com antenas RFID para obter cobertura completa é dificultada pelos elevados custos e complexidade na execução do projeto (Abugabah et al. 2023);
- Altos custos: A instalação e manutenção dos sistemas RFID envolvem despesas significativas, abrangendo hardware, software e treinamento (Yao, Chu, e Li 2012);
- Retorno sobre o investimento (ROI): Demonstrar um ROI claro para a implementação de RFID pode ser desafiador, especialmente a curto prazo, o que dificulta a justificativa do investimento para os stakeholders (Purandare e Aliakbarian 2023);
- Falta de uma arquitetura de informação integrada: A ausência de uma arquitetura de informação que permita coletar e compartilhar dados e utilizar a tecnologia RFID em várias aplicações e plataformas comuns, bem como a utilização de diferentes softwares, ilustra um desafio mais amplo de fusão de dados em hospitais (Abugabah et al. 2023);

- Escalabilidade: A expansão dos sistemas RFID para abranger toda a área hospitalar, incluindo múltiplos departamentos e enfermarias, apresenta desafios significativos e requer planejamento e recursos extensivos (Yao et al. 2023);
- Cultura organizacional: Competição orçamentária, rivalidade interdepartamental e conservadorismo profissional são fatores culturais que impactam a decisão de adoção da tecnologia (Abugabah et al. 2023);
- Interferência e precisão: O ambiente hospitalar, repleto de diversos dispositivos eletrônicos, pode causar interferência de sinal, afetando a precisão e a acurácia do sistema RFID (Profetto, Gherardelli, e Iadanza 2022);
- Fatores ambientais: Além da interferência eletromagnética proveniente de dispositivos médicos, o ambiente hospitalar pode apresentar desafios para os equipamentos RFID devido a fatores como alta umidade, umidade e procedimentos de esterilização (Profetto et al. 2022);
- Adaptação do usuário: A aceitação da equipe e a adaptação à nova tecnologia podem ser desafiadoras, necessitando de treinamento e modificações nos fluxos de trabalho estabelecidos (Roe et al. 2022);
- Segurança e privacidade: A proteção da privacidade dos pacientes e equipamentos, bem como a segurança dos dados, é fundamental. Os sistemas RFID devem ser projetados para salvaguardar informações sensíveis contra acessos não autorizados (Khan et al. 2023).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os principais elementos utilizados no desenvolvimento deste trabalho, como o tipo e estratégia de pesquisa, perguntas de pesquisa, e forma e instrumento de coleta de dados. Mattar (1993) classifica como tipo de pesquisas as Exploratórias e as Conclusivas, subdividindo esta última como pesquisas descritivas e causais (explicativas). Segundo o autor, a pesquisa exploratória proporciona ao pesquisador um maior conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa em foco, sendo, desta forma, apropriada para os primeiros estágios de investigação quando a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno, por parte do pesquisador são, geralmente, insuficientes ou inexistentes. As pesquisas conclusivas caracterizam-se por possuírem objetivos bem definidos, procedimentos formais e estruturação dirigida para a solução de problemas ou avaliação de alternativas possíveis para o fenômeno em estudo (Mattar 1993).

De acordo com Gil (2002), a classificação de pesquisas deve seguir critérios relacionados aos objetivos gerais da pesquisa. Assim, ao iniciarmos qualquer pesquisa, deve-se primeiramente estabelecer o objetivo desta pesquisa. O autor classifica os tipos de pesquisas em três grupos: 1) Pesquisas Exploratórias 2) Pesquisas Descritivas 3) Pesquisas Explicativas. Considera-se como descritivas, as pesquisas cujas características em comum são o profundo conhecimento do problema a ser estudado e a necessidade de o pesquisador saber exatamente o que pretende com a pesquisa. É necessário planejamento apurado que reduza o viés e amplie a precisão da prova obtida (Alvarez 2004). Trata-se de um tipo de pesquisa bastante utilizada para descrever as características de grupos; estimar proporções, com determinadas características ou comportamentos, de elementos em uma população específica; e para descobrir ou verificar a existência de relação entre variáveis. As pesquisas causais buscam estabelecer evidências sobre a relação de causa e efeito entre variáveis. Neste caso, é comum utilizar-se de um experimento no qual se manipula, conscientemente, uma ou mais variáveis independentes, medindo-se o efeito ocorrido sobre uma ou mais variáveis dependentes (Alvarez 2004).

Para efeito do presente trabalho, foi considerada a proposição de Mattar (1993), considerando os tipos de pesquisa como exploratórias, conclusivas descritivas e conclusivas causais (explicativas).

3.1 TIPO E ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Mattar (1993) conceitua a exploratória como a pesquisa que confere ao pesquisador conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa, sendo bastante apropriada para gerar familiaridade, conhecimento e compreensão sobre o fenômeno estudado. De acordo com Gil (2002), ao final de uma pesquisa exploratória, o pesquisador desenvolverá maior conhecimento sobre o tema, permitindo a construção de hipóteses.

Para utilização da pesquisa exploratória neste trabalho, foram seguidos os seguintes procedimentos:

- a) Pesquisa bibliográfica sobre o conhecimento e teorias a respeito:
 - i. de Regulamentações Técnicas & Legislação Vigente exigidas e recomendadas para armazenamento de equipamentos médico-hospitalares, incluindo normas da qualidade, resoluções da vigilância sanitária (RDC/ANVISA), e disposições do Ministério da Saúde;
 - ii. Da aplicabilidade do modelo de Gestão *Lean*, no âmbito de hospitais e outros serviços de saúde, o que configura a filosofia de gestão *Lean Healthcare*; e
 - iii. da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para automatização do controle e identificação de equipamentos médico-hospitalares.

- b) Estudo de caso através da prototipagem do conceito de gestão integrada proposto, o *Smart Lean Regulation*, utilizando a unidade hospital-modelo da Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto. A abrangência da prototipagem concerne em:
 - iv. Catalogação dos equipamentos e atribuição das condições técnicas para armazenamento;
 - v. Otimização e Desenvolvimento de layout para o almoxarifado de armazenamento de equipamentos médicos;
 - vi. Aplicação de ferramentas da metodologia *Lean Healthcare*
 - vii. Desenvolvimento de modelo para Identificação por Radiofrequência - RFID.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 UMA PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO INTEGRADA: *SMART LEAN REGULATION*

Os resultados apresentados na seção 2, revisão de literatura, fundamentam a proposta integrada de gerenciamento de equipamentos médicos no ambiente de saúde, denominada pelos autores como *Smart Lean Regulation*. '*SMART*' denota inteligência no uso de tecnologia de informação e automação. '*LEAN*' é a filosofia de gestão adotada para organizar e reduzir desperdícios nas operações. Por fim, '*REGULATION*' são os cuidados com regras, especificações e padronização, relevantes para a oferta de serviços de saúde.

A maioria das ferramentas de regulamentação, gestão e rastreabilidade mencionadas nos tópicos anteriores tem sido aplicada há anos na engenharia clínica, em diferentes escalas. No entanto, este trabalho busca diferenciar-se ao adotar uma abordagem integrada, na qual as iniciativas nas três áreas (*Smart*, *Lean* e Regulamentação) consideram a correlação e a influência mútua entre elas. Além disso, estabelece-se uma ordem cronológica sugerida para a aplicação dessas iniciativas, com o objetivo de minimizar os impactos das mudanças sobre os pacientes e a equipe. A estrutura analítica da proposta *Smart Lean Regulation* é apresentada na Figura 6.

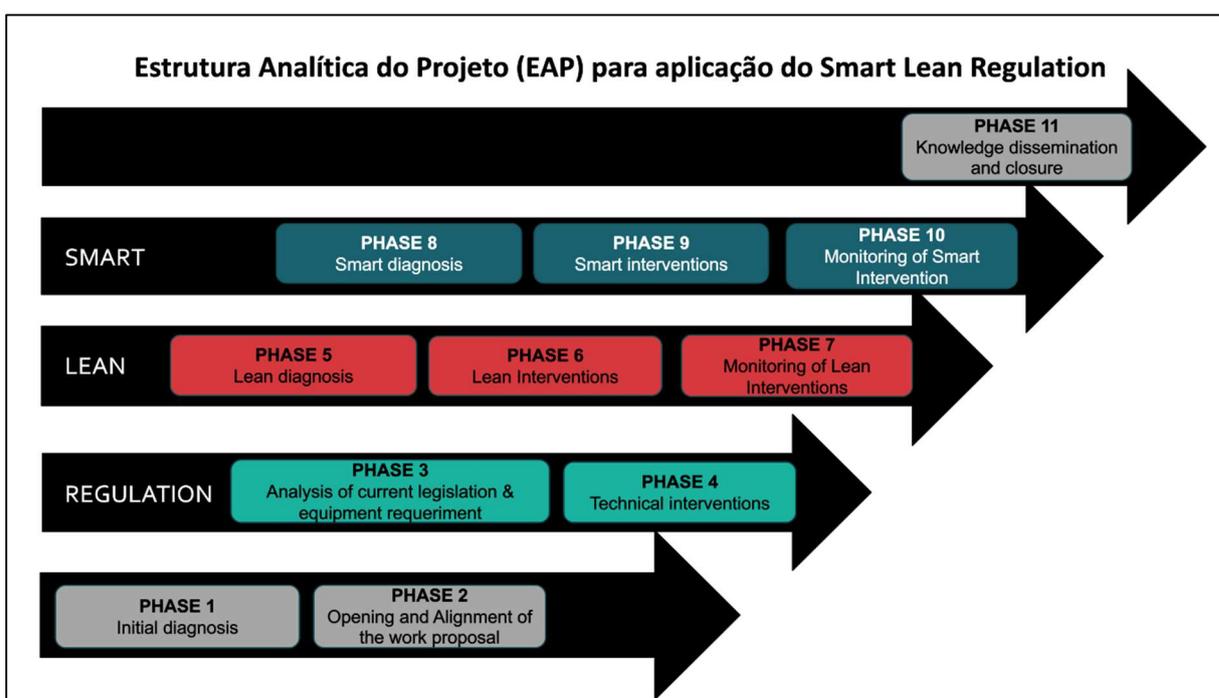


Figura 6. Estrutura Analítica da proposta *Smart Lean Regulation*. Fonte: autores

A Fase 1 refere-se a uma avaliação geral da maturidade da organização, considerando os objetivos e anseios dos principais *stakeholders*. Essas informações compõem a proposta de trabalho da Fase 2, incluindo o escopo do projeto e as intervenções previstas. Superada a fase de prospecção, inicia-se a frente *Regulation* proposta. As primeiras atividades começam na Fase 3, em que são avaliadas questões regulatórias e requisitos específicos para ajustar o armazenamento físico dos equipamentos na Fase 4.

É importante criar uma cultura de gestão para manter as intervenções em longo prazo, de forma que não se perca os esforços de melhoria implementados até o momento. Neste contexto, aplica-se a frente *Lean* da proposta. A Fase 5 avalia quais técnicas ou ferramentas da gestão *lean* são mais adequadas para a empresa ou área específica. A Fase 6 é a aplicação dessas técnicas. Durante a Fase 7 as intervenções são monitorizadas para verificar a eficácia e os resultados. Em caso de resultados ainda deficientes, a Fase 6 deverá ser revista e/ou reaplicada.

Conforme as frentes de trabalho *Regulation* e *Lean* avançam, inicia-se a terceira frente da proposta, relacionado à promoção de melhoria ou rastreabilidade de equipamentos. Trata-se da frente *Smart* da proposta. O nível de maturidade tecnológica da empresa de saúde deverá ser avaliado para viabilizar a implantação da tecnologia RFID para rastreabilidade de equipamentos. Caso necessário, a melhoria da infraestrutura de informação e de automação deve ser implementada para comportar o Programa *Smart Lean Regulation*.

4.2 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA RFID

O RFID é uma tecnologia automática (Auto-ID) para identificação remota de objetos, destacando-se das demais tecnologias de identificação como: código de barras, OCR e biometria (Oliveira 2022). Mesmo com tais virtudes, nota-se a existência de muitas barreiras e desafios para a difusão do uso de rastreamento de equipamentos médicos com RFID, tais como cultura organizacional, cultura dos trabalhadores, segurança da informação, alto valor de investimento e fatores ambientais.

Para ilustrar a funcionalidade do sistema RFID, na seção posterior (4.2.1) é apresentado o desenvolvimento de um sistema RFID para, em menor escala, demonstrar e o conceito de rastreamento em tempo real, simulando a identificação de equipamentos médico-hospitalares.

4.2.1 Infraestrutura de Hardware, *IoT* e Fluxo de dados

Como forma de validação do conceito de rastreamento em tempo real de equipamentos médico-hospitalares, foi desenvolvido um sistema de RFID. A infraestrutura de TI foi desenvolvida com a ferramenta de programação Node-RED, que permite desenvolver e tratar fluxos de informação de uma forma visual. A Figura 7 apresenta um diagrama em blocos do fluxo de dados, considerando o conceito *IoT* (Internet das coisas). Já a Figura 8, ilustra infraestrutura do fluxo de informações e de dados do sistema RFID desenvolvido, desenvolvido no software Node-RED.

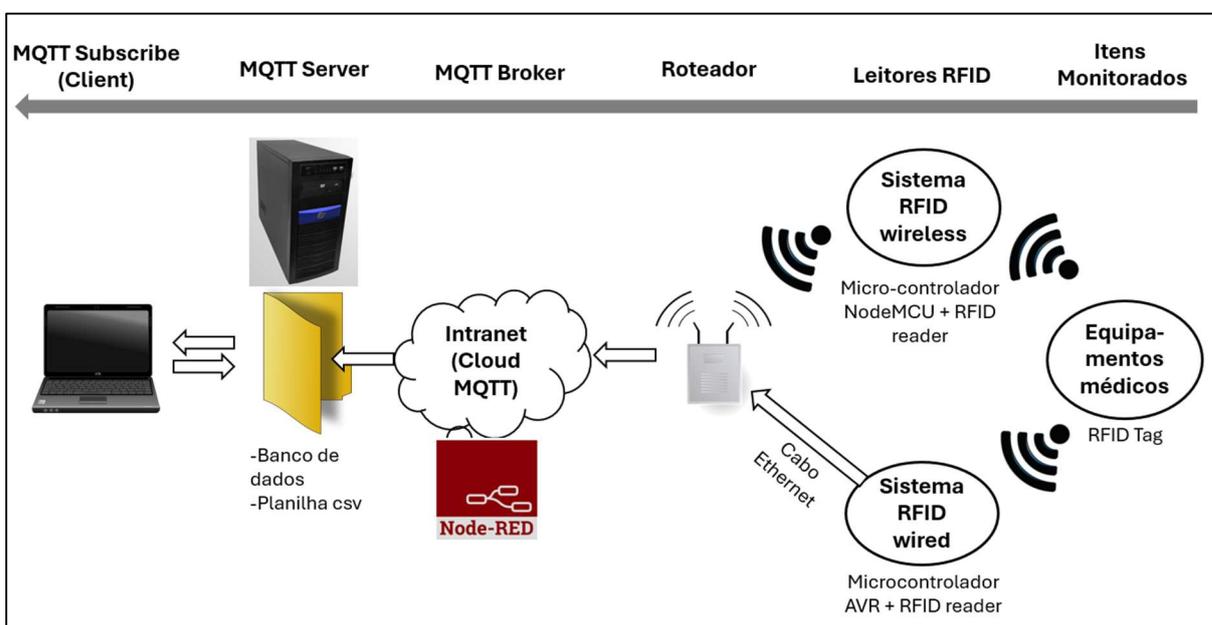


Figura 7. Diagrama em blocos da solução RFID desenvolvida. Fonte: autores

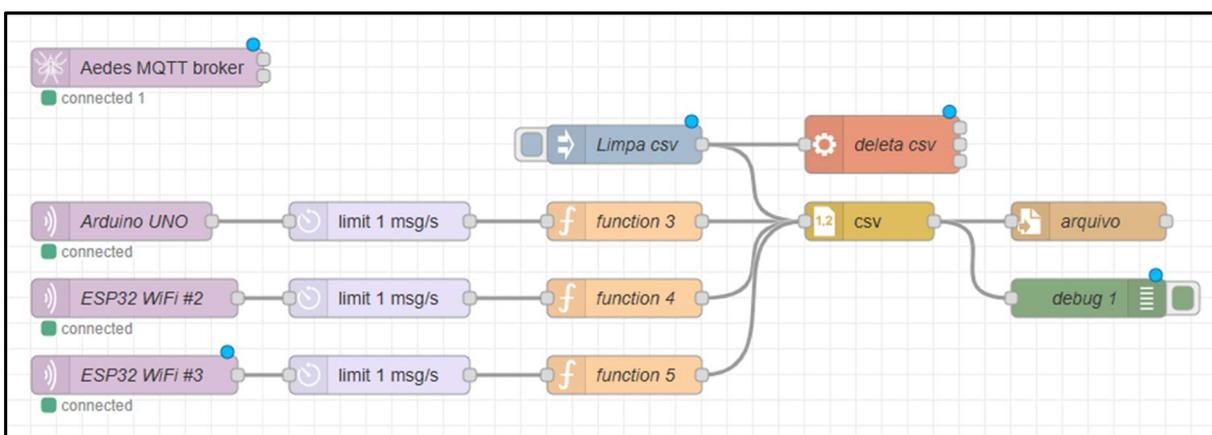


Figura 8. Infraestrutura do fluxo de informações e de dados do sistema RFID desenvolvido.

Fonte: autores

Foi utilizado o protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) para transferência de informações entre o hardware, o que inclui as *tags*, o conjunto microprocessador-antena RFID e servidor MQTT. O protocolo MQTT tem sido uma alternativa de escolha para diversos projetos que envolvem a internet das coisas (*IoT*), pois permite comunicações assíncronas e suporta dados transmitidos em fluxos estáveis (Im e Lim 2023).

Foram configurados dois grupos de conjuntos RFID para o projeto. Um dos conjuntos refere-se a uma antena RFID (RC522) acoplada a um microprocessador cabeado (Arduino Uno), considerando a transferência de dados através de cabo de dados físico. O conjunto RFID cabeado é ilustrado na Figura 9. O segundo grupo de conjuntos tratam de antena RFID (RC522) acoplada ao microprocessador ESP32, considerando a transferência de dados sem fio (*wireless*), utilizando a infraestrutura de rede intranet (*IoT*) desenvolvida no Node-RED. O conjunto RFID sem fio é ilustrado na Figura 10.

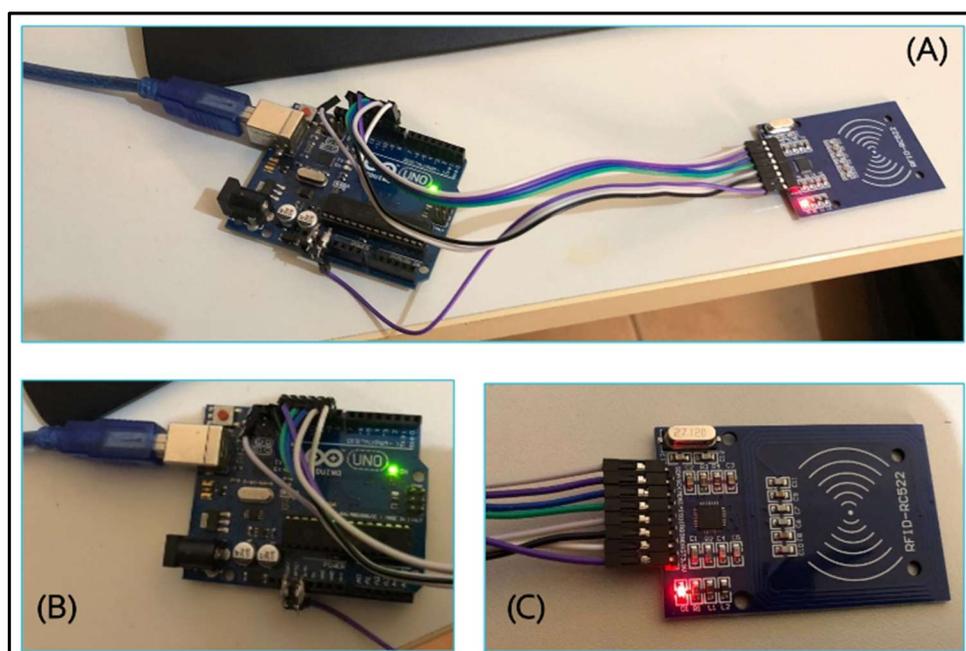


Figura 9. (A) Conjunto RFID cabeado; (B) Microprocessador Arduino Leitor RFID-RC522

Fonte: autores

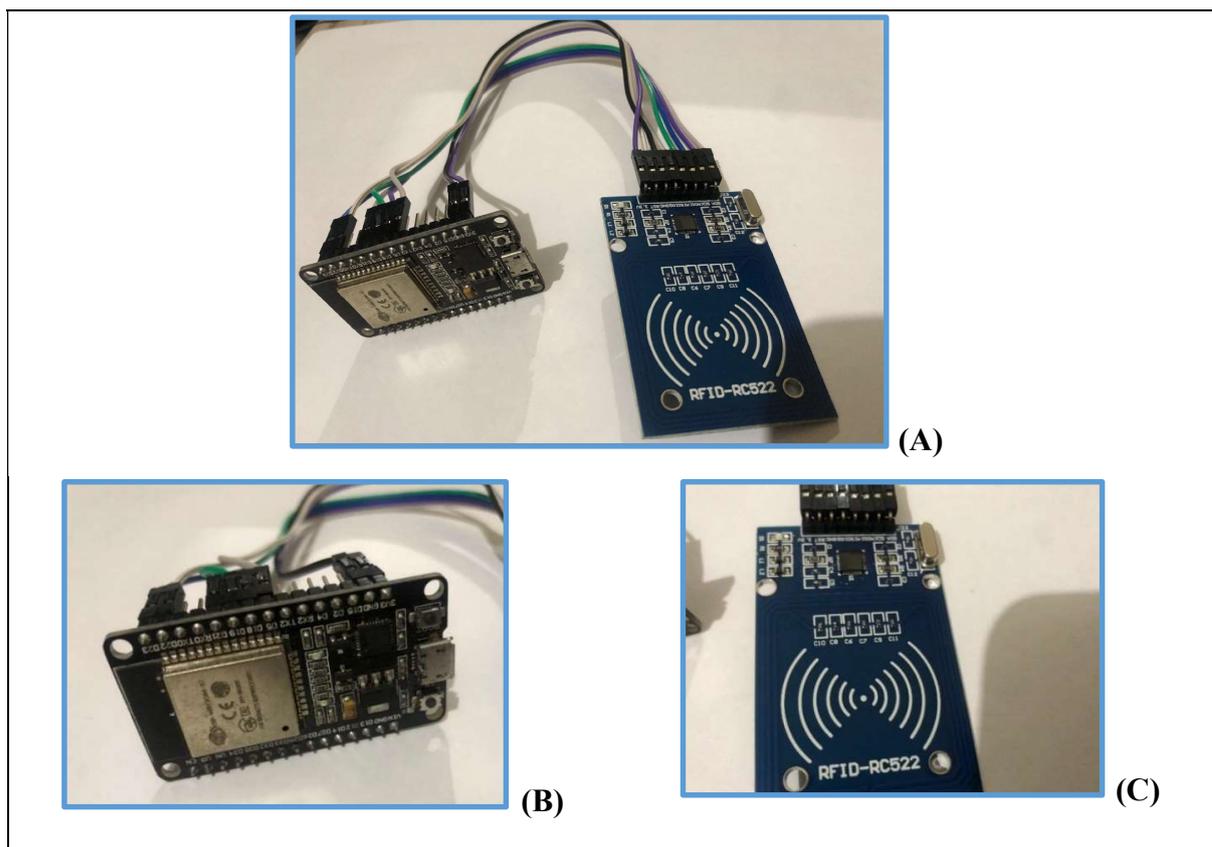


Figura 10. (A) Conjunto RFID sem fio; (B) Microprocessador ESP32; (C) Leitor RFID-RC522 Fonte: autores

4.2.2 Prototipagem RFID e prova de conceito

Para avaliar a funcionalidade do sistema de monitoramento por radiofrequência desenvolvido, foi implementado um protótipo físico como prova de conceito. Trata-se de uma maquete que foi produzida em escala reduzida para simular um ambiente hospitalar, sendo instaladas as antenas RFID, anteriormente apresentadas, em locais que representam os ambientes de uso e de manipulação de equipamentos médico-hospitalares. A Figura 11 apresenta a maquete que representa o ambiente hospitalar, com o sistema RFID instalado.

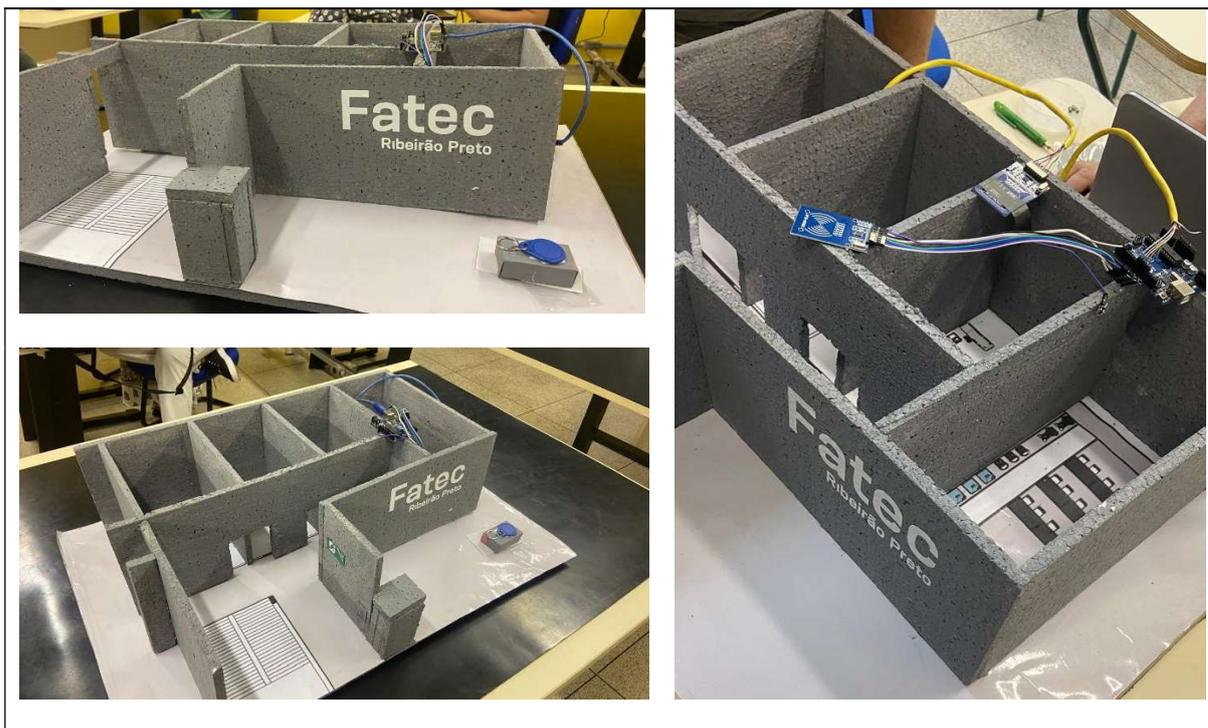


Figura 11. Protótipo que representa o ambiente hospitalar, com o sistema RFID instalado. Fonte: autores

A movimentação de equipamentos entre os ambientes do hospital foi captada pelas antenas RFID, sendo gravado em um arquivo .csv no servidor MQTT. É possível rastrear a data e horário em que o equipamento médico foi movimentado, incluindo o local de onde foi retirado ou disposto. A Tabela 2 apresenta uma planilha com os dados de movimentação de equipamentos médicos.

Tabela 2. Dados de movimentação de equipamentos médicos durante o experimento

data	hora	leitor	tag
29/11/2023	11:14:15	A001	A7 AE 86 C8
29/11/2023	11:16:28	A002	A7 AE 86 C8
29/11/2023	11:20:49	A001	F7 A2 0C D9
29/11/2023	11:25:08	A002	F7 A2 0C D9
07/06/2024	20:38:36	A002	A7 AE 86 C8
07/06/2024	20:38:38	A002	F7 A2 0C D9
07/06/2024	20:45:33	A001	53 D3 29 FE
07/06/2024	20:45:35	A001	13 B0 F2 24
07/06/2024	20:47:08	A001	73 7D 96 F7
07/06/2024	20:47:15	A002	53 D3 29 FE
07/06/2024	21:07:57	A002	13 B0 F2 24
07/06/2024	22:28:06	A002	13 B0 F2 24
07/06/2024	21:08:26	A002	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:08:34	A002	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:08:35	A001	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:08:36	A001	73 7D 96 F7
07/06/2024	22:35:38	A001	13 B0 F2 24
07/06/2024	20:08:41	A002	13 B0 F2 24
07/06/2024	21:09:14	A002	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:09:15	A002	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:09:16	A001	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:11:04	A001	73 7D 96 F7
07/06/2024	21:15:14	A001	A7 AE 86 C8
07/06/2024	21:15:17	A001	F7 A2 0C D9
07/06/2024	21:15:34	A001	A7 AE 86 C8
07/06/2024	21:19:24	A002	53 D3 29 FE
08/06/2024	19:08:39	A001	13 B0 F2 24
08/06/2024	19:15:40	A002	13 B0 F2 24

A identificação “tag” deve ser entendida como sendo um equipamento médico singular do parque de equipamentos da instituição de saúde. Já a atribuição “leitor” refere-se ao ambiente físico ou local do hospital. Desta forma, pode-se rastrear com precisão todos os momentos nos quais o equipamento foi transportado, com detalhes do local de onde saiu e entrou. Além dos detalhes acerca da movimentação e transporte dos equipamentos, com o sistema RFID proposto é possível localizar mais rapidamente o equipamento para casos em que a área de manutenção/engenharia clínica necessite apanhá-los ou retê-los por quaisquer necessidades (execução de manutenções preventivas ou de calibrações, dentre outras).

Os dados de movimentação gerados podem ser úteis para o desenvolvimento de indicadores para a gestão de manutenções corretivas e preventivas. Ao atribuir determinada

antena ao local onde são realizadas as manutenções, é possível mapear os momentos de entrada do equipamento para procedimentos de manutenção, o que contribui para a formação de indicadores de desempenho da área de manutenção tais como: MTBF (Tempo médio entre falhas), MTTR (Tempo médio para reparo), Disponibilidade e Confiabilidade.

4.3 ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO LABORATÓRIO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Nesta seção serão apresentados detalhes do estudo de caso realizado em instituição de ensino com atividade assemelhada às empresas prestadoras de serviços de manutenção em equipamentos médico-hospitalares, abordando os seguintes aspectos: inventário de equipamentos, desenvolvimento de projeto para adequação da infraestrutura da instituição, implementação do programa 5S e aplicação de quadro *Kanban* como gestão ágil para o fluxo operacional.

A empresa em estudo é uma instituição pública de ensino, que possui laboratório de manutenção de equipamentos médico-hospitalares, assemelhando-se a empresas prestadoras de serviços de manutenção e calibração.

4.3.1 Inventário de equipamentos médico-hospitalares

O levantamento de um inventário para catalogação dos equipamentos médico-hospitalares é um procedimento importante para garantir a eficiência operacional, a segurança dos pacientes e a conformidade regulatória (Gomes et al. 2015).

De acordo com Brasil (2002)

“O conhecimento da quantidade e da qualidade dos equipamentos (de infraestrutura, apoio e aplicação direta ao paciente) existente é de fundamental importância para a estruturação de um departamento de manutenção. Embora exista uma tendência de se atribuir pouca importância à realização de um inventário, é recomendável aproveitar essa oportunidade, para a obtenção de dados que serão bastante úteis na elaboração da proposta de implantação e gerenciamento do departamento ou grupo de manutenção.”

Possuir informações sobre os equipamentos disponíveis, sua localização e seu estado de funcionamento auxiliam na alocação adequada de recursos financeiros e humanos. Com um inventário detalhado a instituição pode estabelecer programas de manutenção preventiva, calibração e ensaios de segurança elétrica garantindo que os equipamentos estejam sempre em boas condições de funcionamento, além disso facilitando a identificação e o reparo rápido de equipamentos com defeito (Gomes et al. 2015).

Como forma de superar as dificuldades encontradas dentro da instituição em realizar a gestão de recursos materiais, foi realizado um inventário, em formato de tabela, que contém informações detalhadas dos equipamentos disponíveis, o que viabiliza a sua identificação e utilização de maneira eficiente, permitindo que a instituição em estudo gerencie seus recursos de forma eficaz. Neste conceito, o inventário realizado catalogou os equipamentos disponíveis e incluiu informações como código de identificação do equipamento, localização, número de série, marca, modelo, fabricante, manual técnico (quando disponível), ou seja, informações relevantes para facilitar a gestão do parque de equipamentos. O Apêndice I apresenta o resultado do inventário realizado.

4.3.2 Diagnóstico, desenvolvimento e implementação de melhorias no layout

Foi aplicada a metodologia *Smart Lean Regulation* (SLR) no laboratório de equipamentos da instituição em estudo. Trata-se de uma área utilizada para ensino e manutenção de equipamentos médico-hospitais.

Diagnóstico sobre a situação atual

Como parte da metodologia aplicada, foi feito um diagnóstico sobre a situação atual da área (Fase 1 do SRL), alinhado o escopo do projeto com o representante da instituição (Fase 2 do SRL), elaborado um projeto técnico para adequação da área (Fase 3 do SRL), e implementada as adequações técnicas (Fase 4 do SRL).

Para diagnosticar a situação da instituição, foram exploradas a natureza das operações e mapeado o fluxo do processo operacional. A figura 12 apresenta o ambiente no qual foi desenvolvido e otimizado o layout.



Figura 12. Sala de manutenção de equipamentos médico-hospitalares antes das intervenções: ambiente-alvo do estudo de caso. Fonte: autores

Desenvolvimento do projeto do layout

O projeto arquitetônico foi desenvolvido com o uso do software Sketchup. Neste projeto foram considerados os aspectos técnicos, regulatórios e funcionais para a área. As Figura 13 a 17 apresentam os detalhes do projeto desenvolvido.

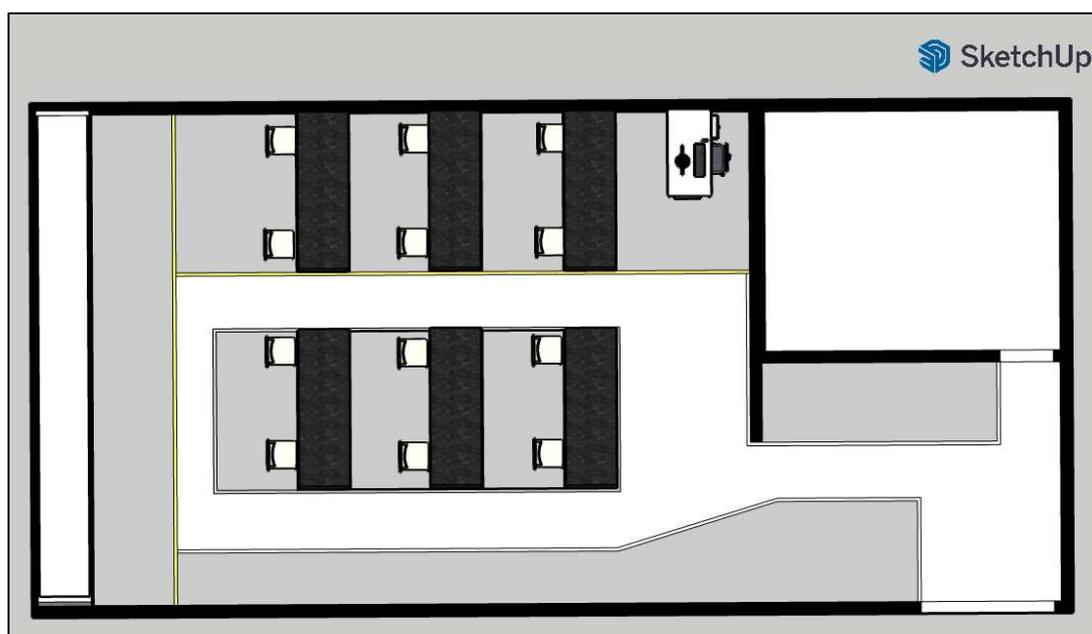


Figura 13. Planta baixa do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos.

Fonte Autores

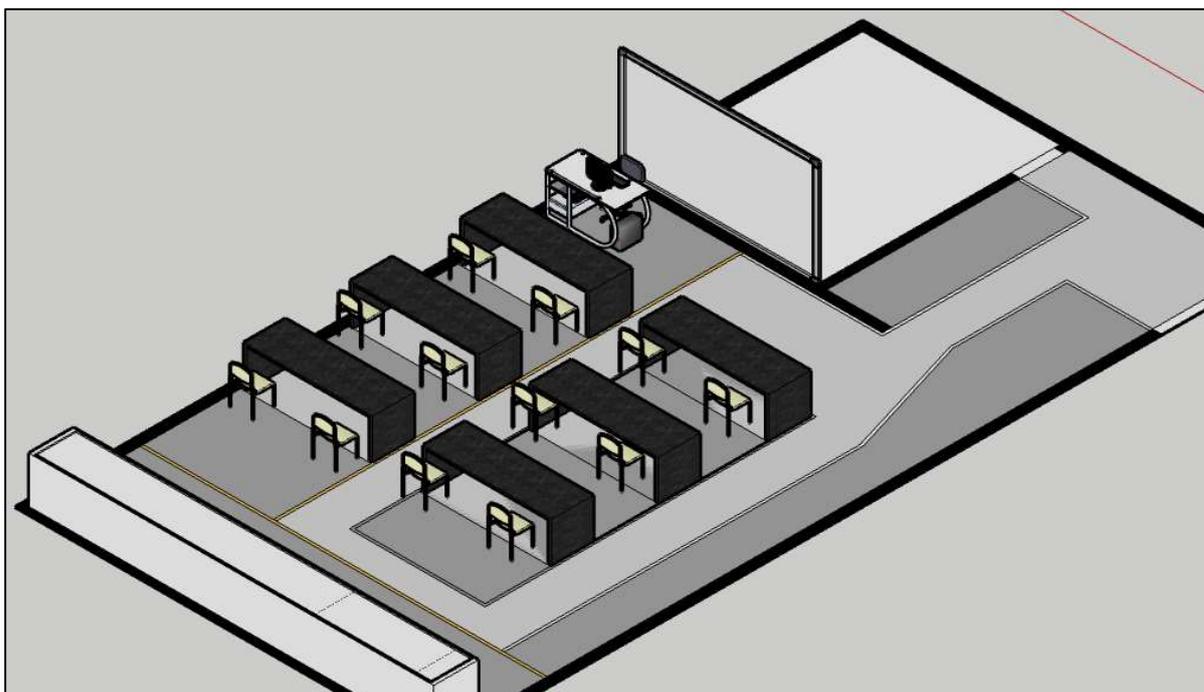


Figura 14. Perspectiva Isométrica 1 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos. Fonte: autores

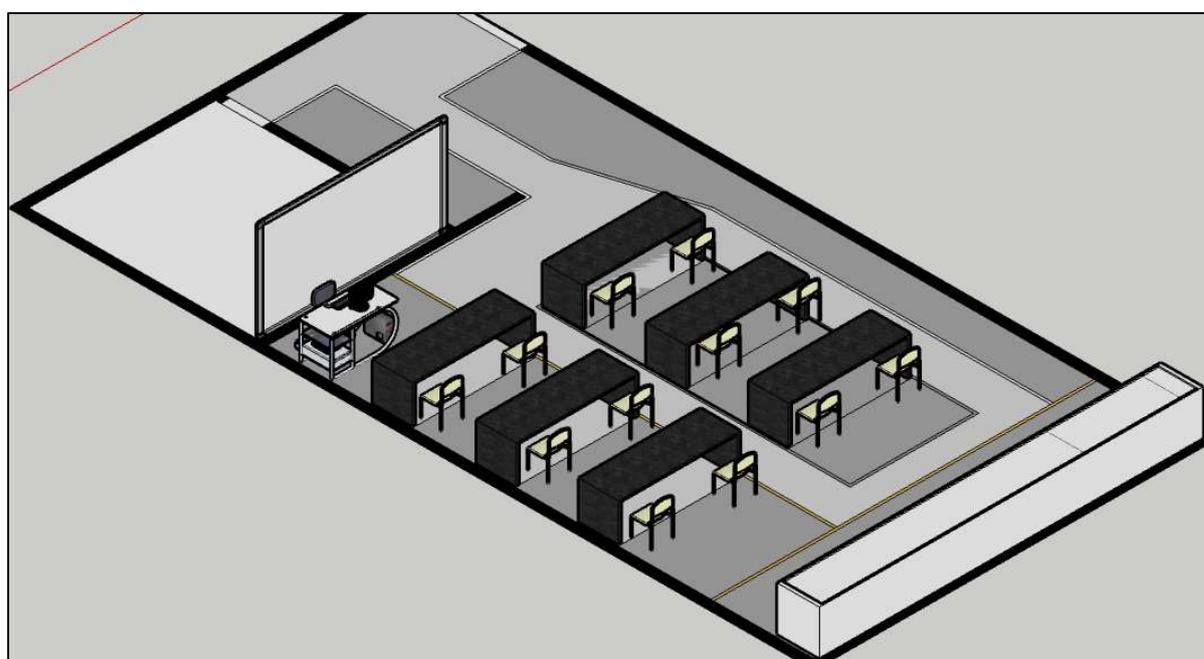


Figura 15. Perspectiva Isométrica 2 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos. Fonte: autores

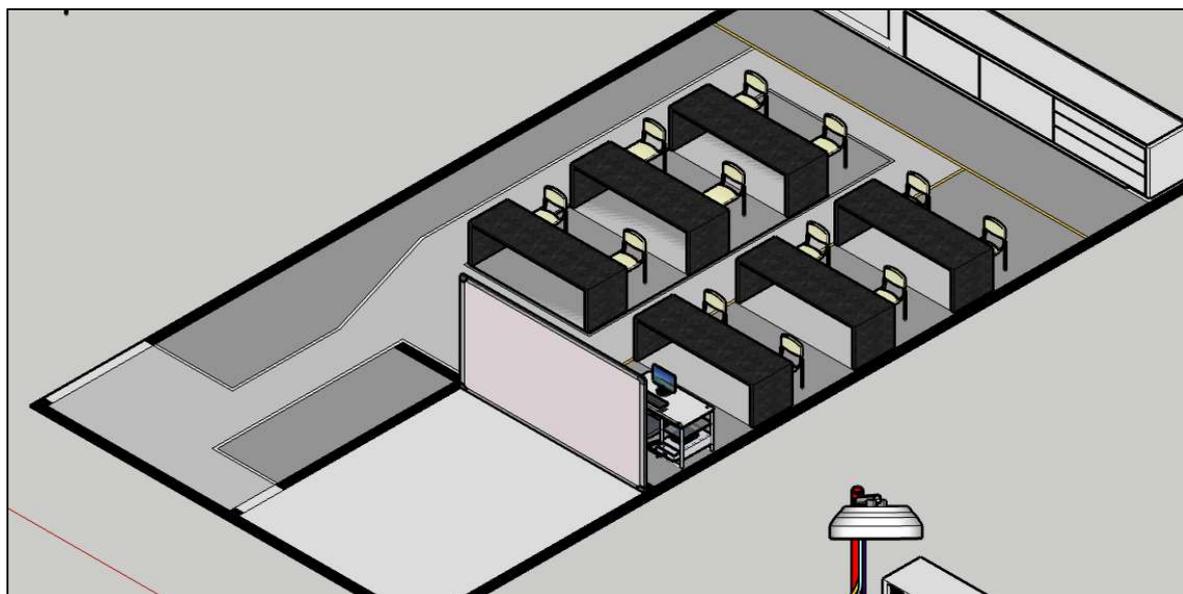


Figura 16. Perspectiva Isométrica 3 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos. Fonte: autores

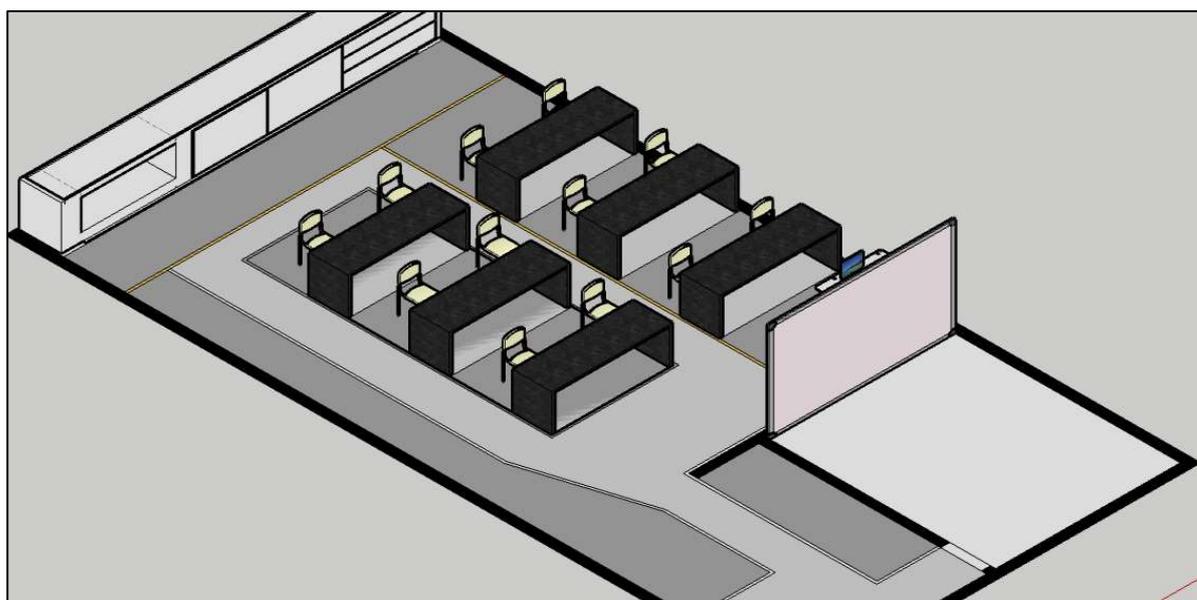


Figura 17. Perspectiva Isométrica 4 do projeto de adequação da sala de manutenção de equipamentos. Fonte: autores

No que diz respeito a funcionalidade da area, foi considerado a capacidade de armazenamento de equipametros na area, para as atividades de recebimento, limpeza, teste, manutenção e expedição de equipamentos médicos-hospitalares. As Figura 18 e 19 apresentam os postos de trabalho e a disposição dos equipamentos ao longo do processo operacional na

área, e a Figura 20 apresentam o diagrama Spaguetti, que ilustra o fluxo de transporte dos equipamentos ao longo do processo de manutenção e/ou calibração.

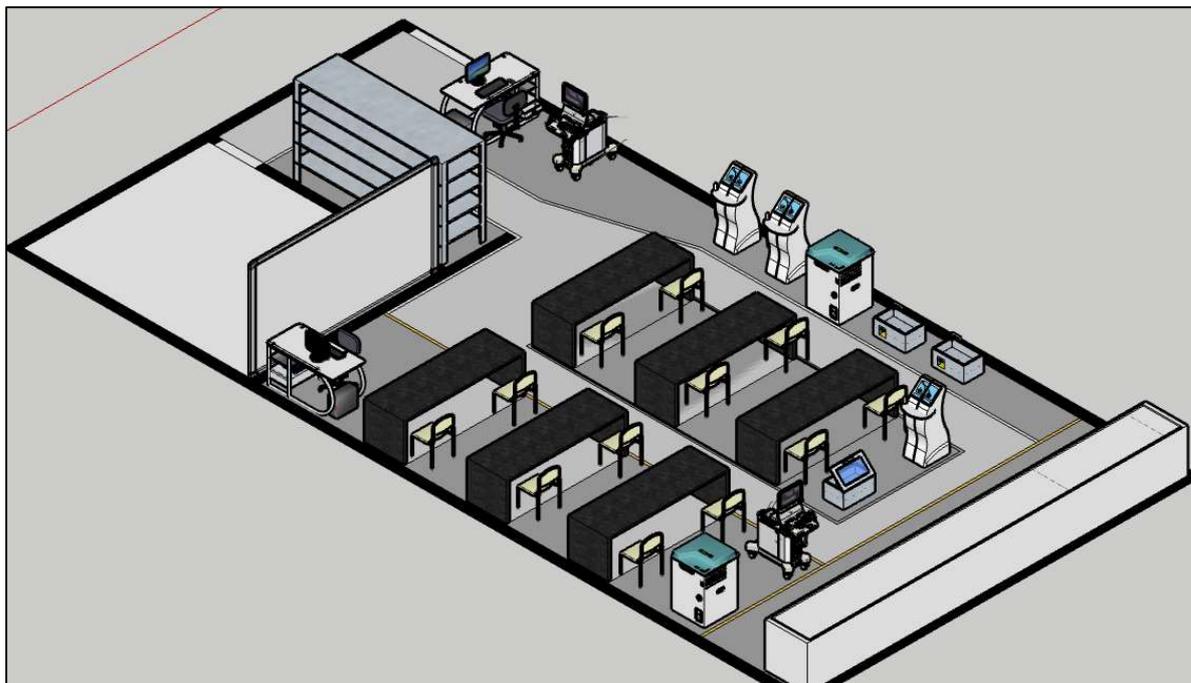


Figura 18. Postos de trabalho e disposição dos equipamentos ao longo do processo: vista 1.

Fonte: autores

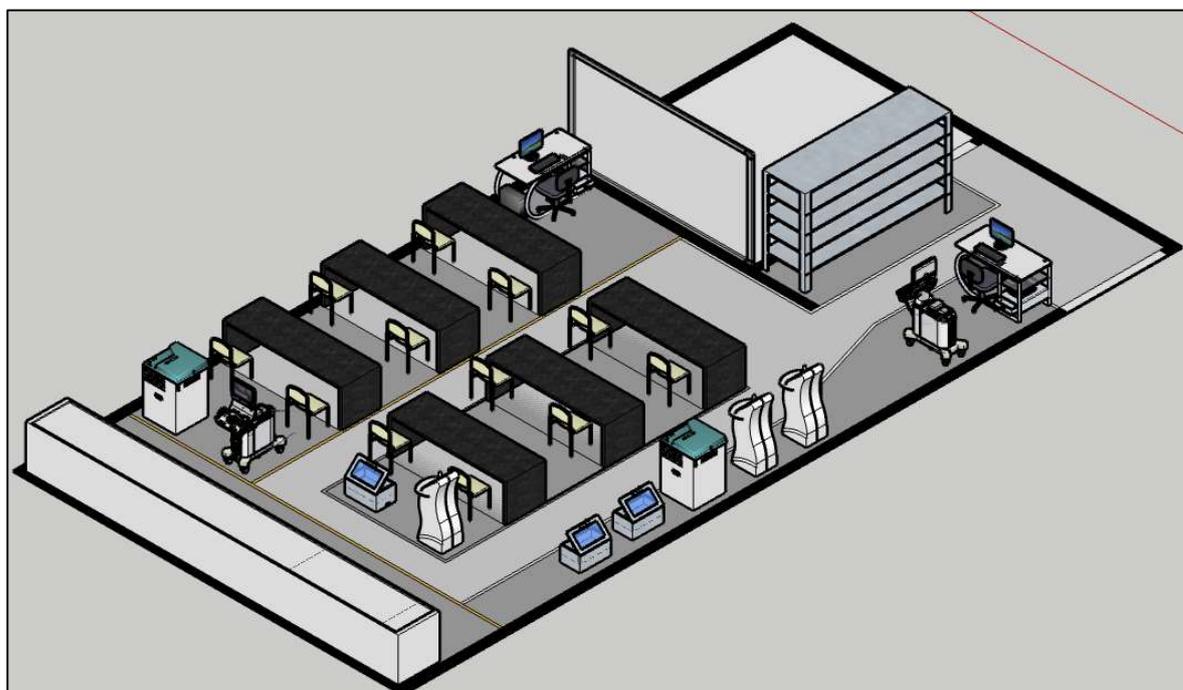


Figura 19. Postos de trabalho e disposição dos equipamentos ao longo do processo: vista 2.

Fonte: autores

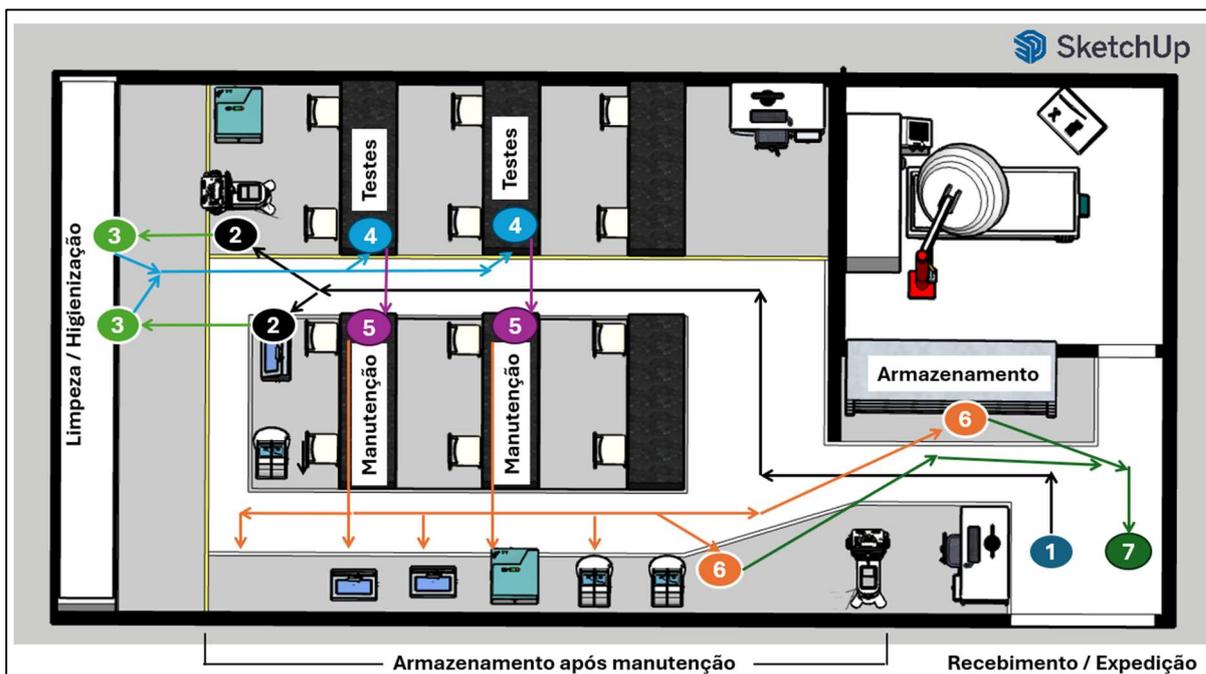


Figura 20. Diagrama Spaguetti com o fluxo de transporte de equipamentos ao longo do processo operacional. Fonte: Autores

O desenvolvimento do layout operacional visou minimizar o transporte de materiais e a movimentação de pessoas durante o fluxo do processo, evitando-se fluxo cruzado, por exemplo, quando pessoas e/ou materiais cruzam de um lado extremo para o outro, repetidamente, durante as atividades operacionais.

Implementação das melhorias de layout

O layout desenvolvido foi implementado na instituição em estudo. As Figuras 21 a 31 apresentam a infraestrutura implementada ('Depois') em comparação com a situação encontrada ('Antes').



Antes



Depois

Figura 21. Implementação de melhorias no layout: Vista 1. Fonte: Autores



Figura 22. Implementação de melhorias no layout: Vista 2. Fonte: Autores



Figura 23. Implementação de melhorias no layout: Vista 3. Fonte: Autores



Antes



Depois

Figura 24. Implementação de melhorias no layout: Vista 4. Fonte: Autores

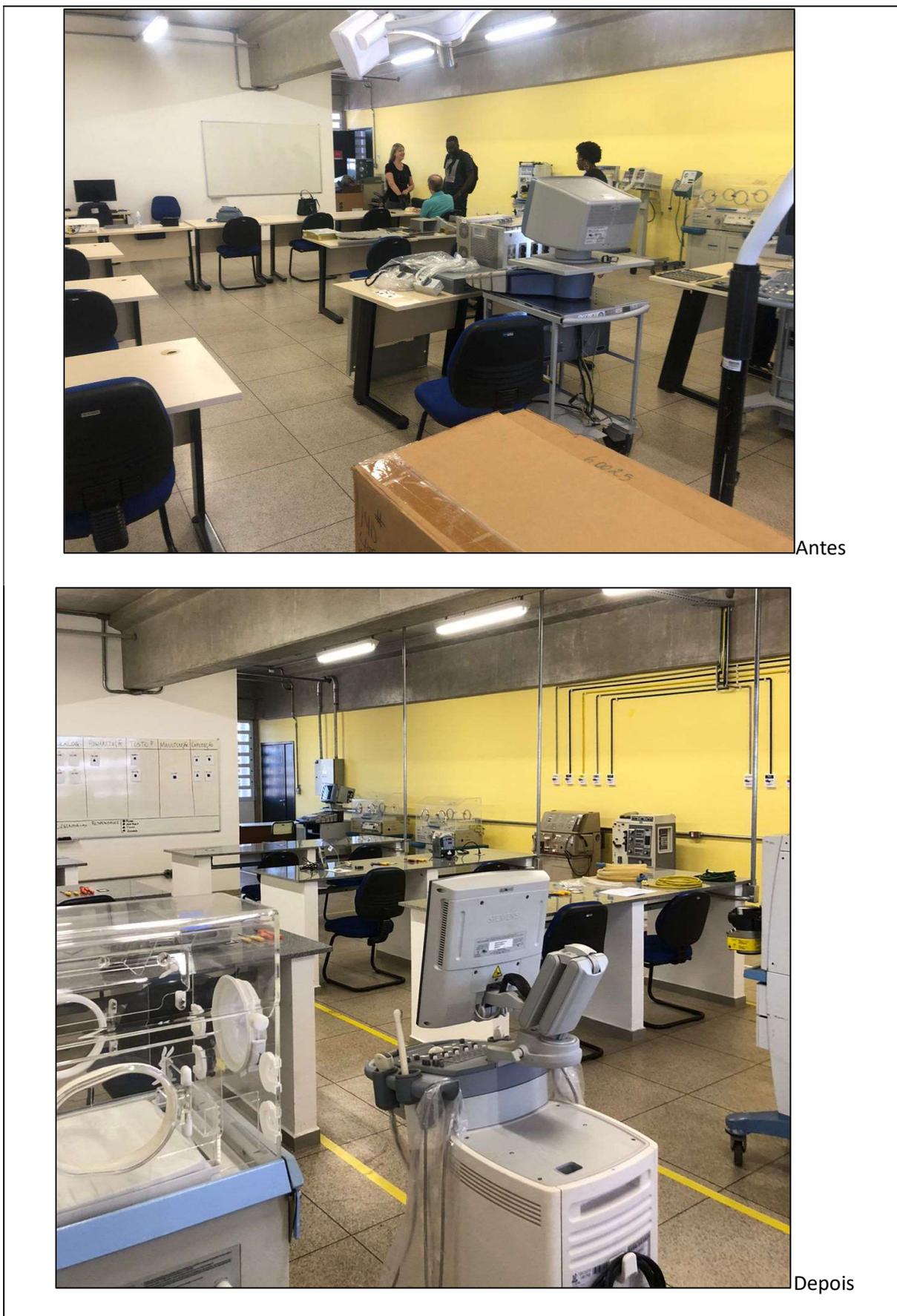


Figura 25. Implementação de melhorias no layout: Vista 5. Fonte: Autores



Antes



Depois

Figura 26. Implementação de melhorias no layout: Vista 6. Fonte: Autores



Antes



Depois

Figura 27. Implementação de melhorias no layout: Vista 7. Fonte: Autores



Figura 28. Implementação de melhorias no layout: Vista 8. Fonte: Autores



Antes



Depois

Figura 29. Implementação de melhorias no layout: Vista 9. Fonte: Autores

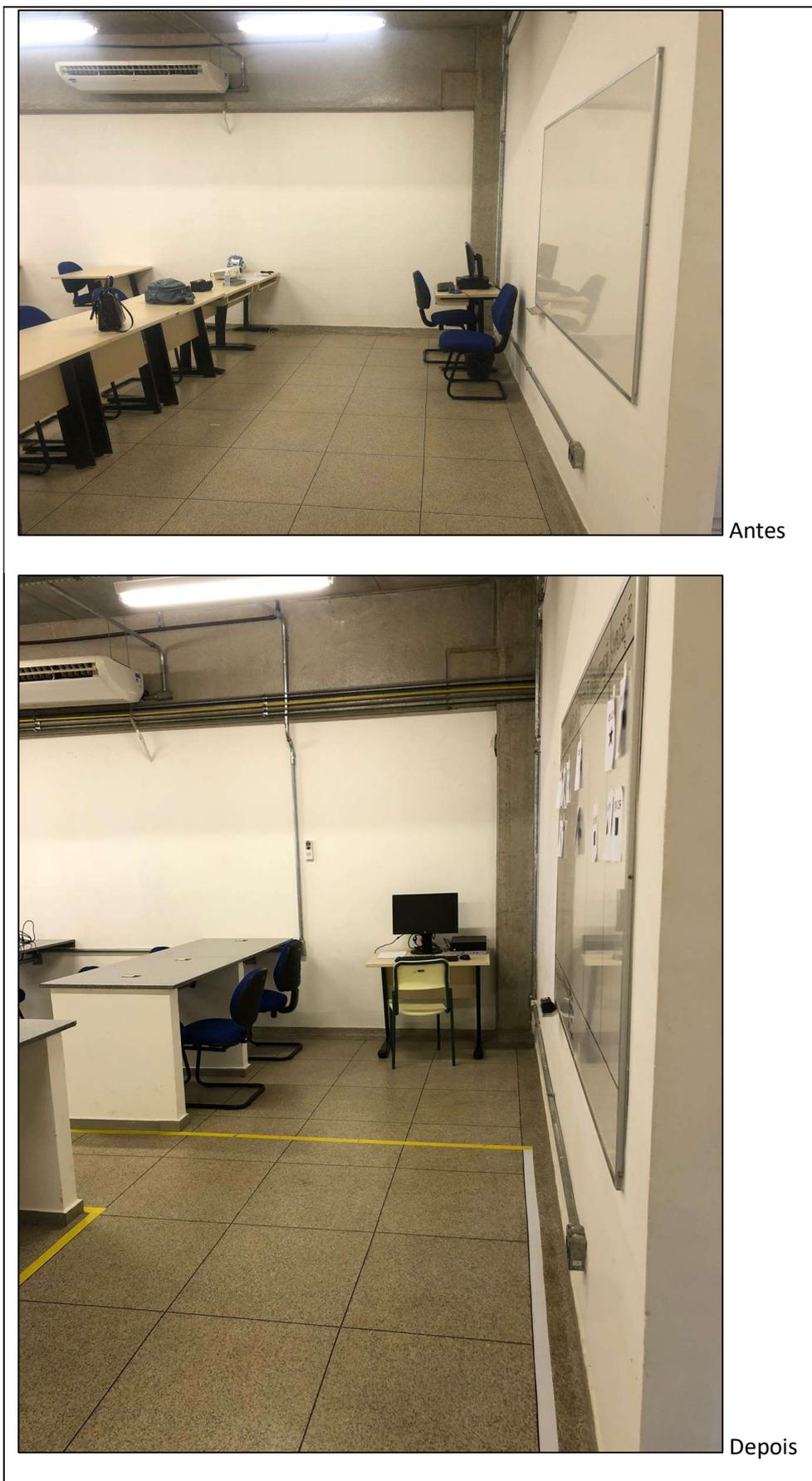


Figura 30. Implementação de melhorias no layout: Vista 10. Fonte: Autores

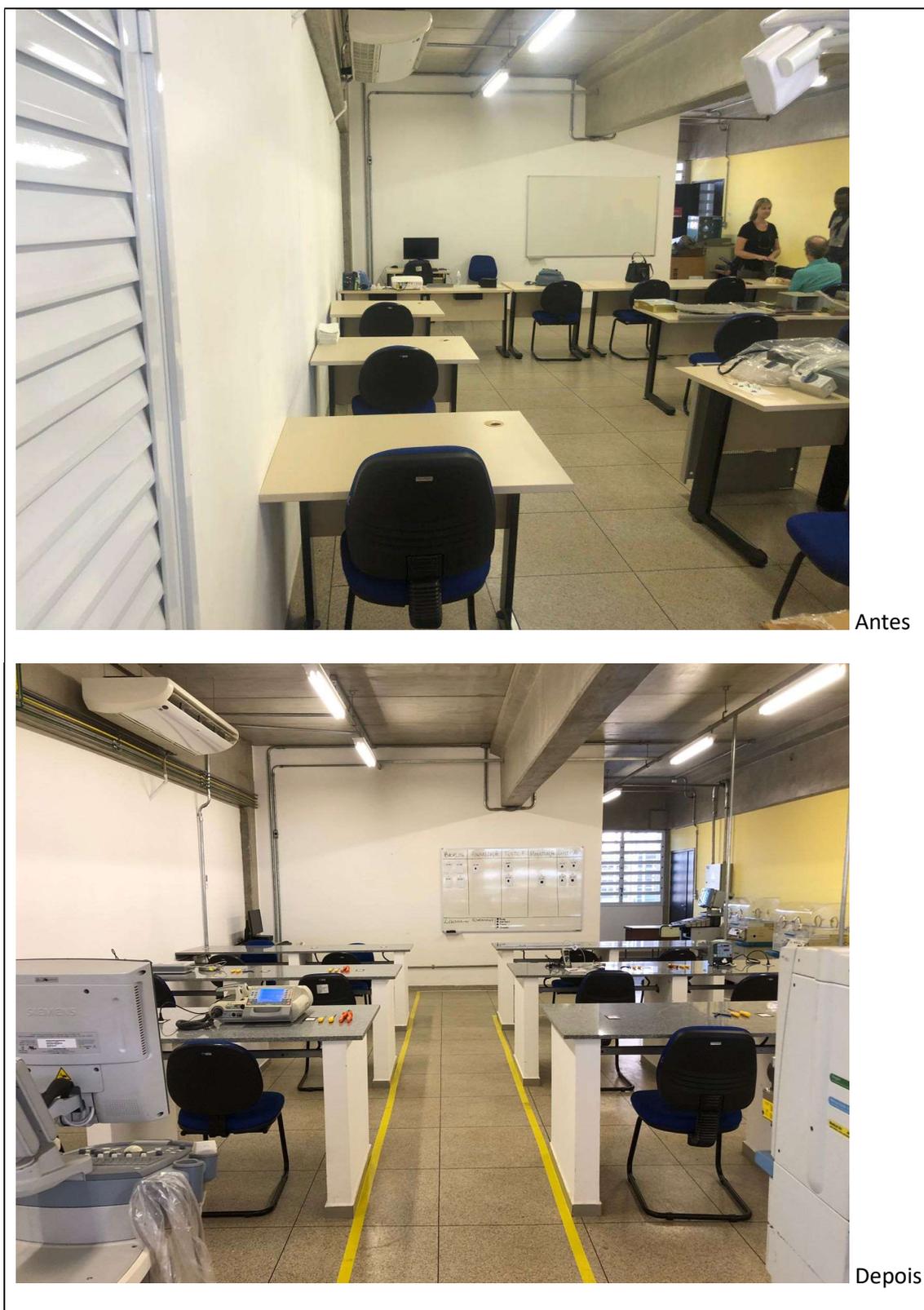


Figura 31. Implementação de melhorias no layout: Vista 11. Fonte: Autores

As Figuras 32 a 35 apresentam imagens adicionais da implementação de melhorias no layout da Sala de manutenção de equipamentos médico-hospitalares.



Figura 32. Implementação de melhorias no layout: Vista 12. Fonte: Autores



Figura 33. Implementação de melhorias no layout: Vista 13. Fonte: Autores



Figura 34. Implementação de melhorias no layout: Vista 14. Fonte: Autores



Figura 35. Implementação de melhorias no layout: Vista 15. Fonte: Autores

4.3.3 Implementação do Programa 5S

O programa 5S refere-se a uma valiosa ferramenta para a gestão, revelando de maneira clara e precisa problemas existentes, viabilizando, por conseguinte, sua correção. Como forma de manter a organização e evitar os desperdícios, foi implementado o programa 5S, através das etapas da metodologia, considerando os cinco ‘Ss’: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

Na instituição em estudo, o Programa 5S foi implementado observando-se as seguintes necessidades:

- *Seiri (senso de utilização)*.

Foi realizada uma triagem completa de todos os equipamentos e ferramentas presentes no setor de manutenção, para verificar quais itens eram utilizados, separando os itens não-úteis. Os itens considerados não-necessários foram separados e realocados para outras áreas. Quando não se encontrou uso, os itens foram devidamente descartados para liberar espaço, mantendo-se na área apenas os equipamentos e ferramentas estritamente necessários. A Figura 36 apresenta alguns itens considerados não-úteis que foram encaminhados para descarte.



Figura 36. Descarte de equipamentos e itens que não eram utilizados no local. Fonte: Autores

- *Seiton (senso de organização).*

As modificações estruturais descritas na seção anterior (4.3.2) corroboram com a implantação do *Seiton*. As faixas de passagem de pessoas e equipamentos, as áreas de trabalho e as posições de armazenamento de equipamentos foram demarcadas no piso. Os postos de trabalho foram demarcados em amarelo, já as áreas de armazenamento de equipamentos e de passagem, em branco. Nota-se melhorias significativas na organização do local e no fluxo do trabalho. As demarcações representam locais específicos para cada equipamento ou dispositivo, evitando desordens. As Figuras 37 e 38 ilustram a demarcação do piso para delimitação de postos de trabalho, corredores de passagem e áreas para armazenamento de equipamentos.



Figura 37. Demarcação do piso para delimitação de postos de trabalho e corredores de passagem e áreas para armazenamento de equipamentos. Fonte: autores



Figura 38. Demarcação do piso para delimitação das áreas para armazenamento de equipamentos. Fonte: autores

A Figura 39 apresenta melhorias implementadas na organização de equipamentos e ferramentas nos postos de trabalho.



Figura 39. Organização de ferramentas e equipamentos nos postos de trabalho. Fonte: autores

- *Seiso (senso de limpeza)*

Foram observados alguns problemas com relação a limpeza que poderiam colocar em risco a segurança dos atores envolvidos no processo operacional. A Figura 40 apresenta resíduos acumulados que foram eliminados com a implementação do programa 5S.



Antes



Depois

Figura 40. Eliminação de resíduos e organização da área. Fonte: autores

Além dos resíduos que foram eliminados, foi designada uma área para a atividade de higienização e limpeza de equipamentos, que faz parte do fluxo do processo do setor. Trata-se de evitar a proliferação de agentes e microrganismos contaminantes. Figura 41 ilustra o posto de trabalho onde são realizadas a limpeza de equipamentos assim que adentram no setor.



Figura 41. Posto de trabalho para realização de limpeza de equipamentos. Fonte: autores

- *Seiketsu (senso de padronização)*

A implementação do Seiketsu no projeto foi realizada através de: i) padronização de processos; e ii) organização visual. A padronização de processos, separando as atividades da área em etapas, promoveu a organização, eficiência e segurança do ambiente de trabalho. A organização visual, através da demarcação visual para indicar áreas específicas designada para cada atividade do fluxo operacional. A Figura 42 ilustra a definição e padronização dos postos de trabalho.

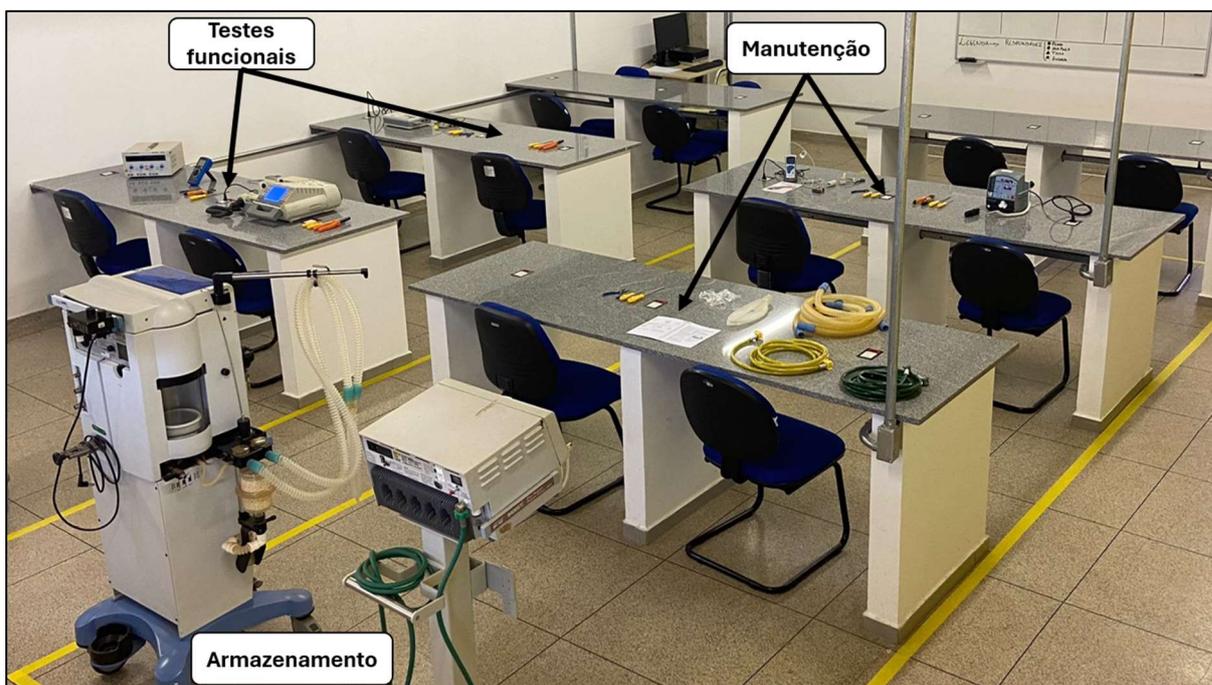


Figura 42. Posto de trabalho para realização de limpeza de equipamentos. Fonte: autores

4.3.4 Implementação do Sistema *Kanban*

Como forma de gerir e otimizar o fluxo de atendimento de ordens de serviço de manutenção (OS) de maneira visual, foi implementada a ferramenta *Kanban*. Trata-se de uma ferramenta que pode facilitar a visualização do fluxo e do progresso das atividades operacionais, permitir atuação para solucionar problemas e/ou limitações para no avanço das atividades. O *Kanban*, como forma de gestão ágil do processo operacional permite, também, o aprimoramento contínuo do processo através de uma maior transparência e colaboração dos atores envolvidos. A Figura 43 apresentam o modelo de *Kanban* implementado.

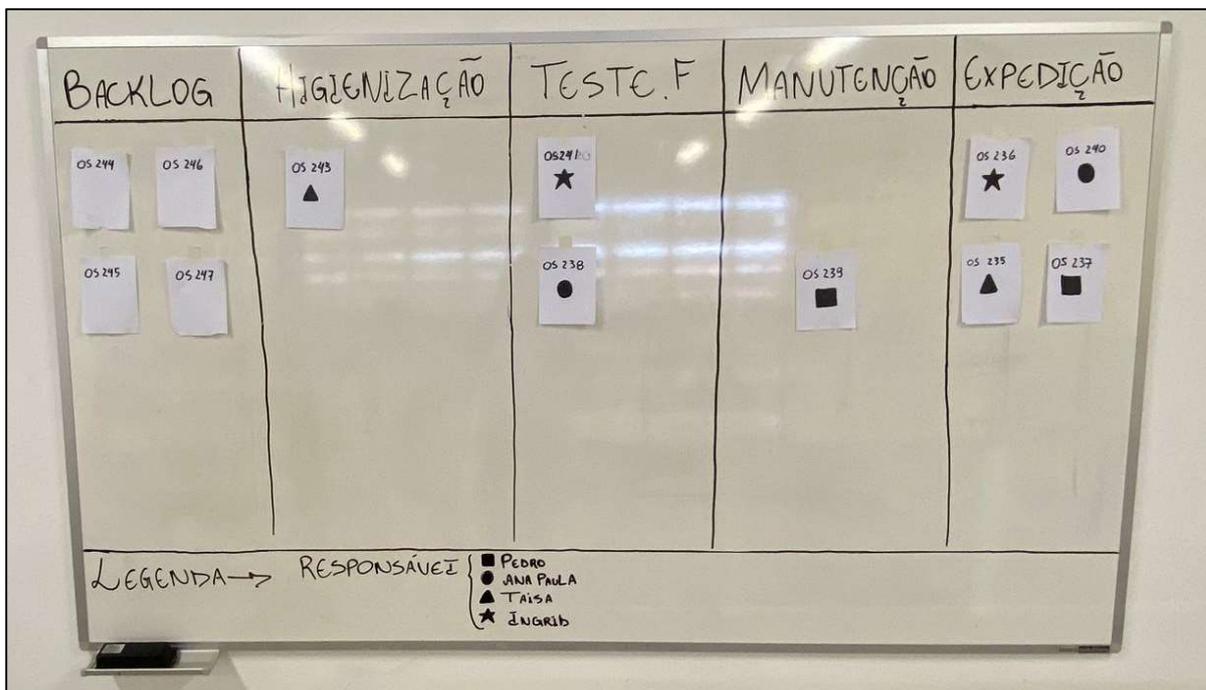


Figura 43. Quadro *Kanban* para gestão ágil do processo operacional de manutenção e calibração de equipamentos médico-hospitalares. Fonte: Autores

Os profissionais da equipe de manutenção da instituição em estudo estão indicados no canto inferior esquerdo do quadro *Kanban*, sendo atribuído a cada um deles um símbolo indicador individual (figuras geométricas). Na coluna 'Backlog' são dispostos cartões com o número da OS em aberto para manutenção de cada equipamentos, individualmente. Neste estágio ainda não é atribuídos o profissional que será responsável por realizar a atividade de manutenção e/ou calibração.

As atividades operacionais necessárias para o processo de manutenção corretiva ou preventiva ou de calibração foram separadas em: 'Higienização', 'Testes de funcionamento', 'Manutenção' e 'Armazenamento/Expedição'. Assim que algum dos profissionais do setor terminar a um trabalho anterior, deve direcionar-se até o quadro *Kanban* para verificar a demanda de OS e assumir a responsabilidade pelo próximo equipamento na lista, marcando seu símbolo indicador no cartão *Kanban*. Desta forma, o fluxo de processos inicia-se, e o profissional movimenta o cartão para a próxima coluna do fluxo e, assim, sucessivamente.

O *Kanban* implementado também trata de padronizar e organizar o fluxo de trabalho, permitindo que todos compreendam a estrutura e importância de cada etapa do processo e, em caso de anormalidades, identificar mais rapidamente o equipamento, o estágio do processo e o

responsável pela execução da OS. A implementação do *Kanban* dentro do setor trouxe melhoria na rastreabilidade do equipamento durante o serviço prestado.

5. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste estudo foi estabelecer uma proposta integrada para a organização, gestão e rastreamento de equipamentos médico-hospitalares, alcançado com êxito através da metodologia proposta, denominada *Smart Lean Regulation* (SLR). A pesquisa bibliográfica e análise de ferramentas existentes demonstraram a necessidade de uma abordagem holística para enfrentar os desafios recorrentes na preservação e gestão desses equipamentos. Embora existam inúmeras ferramentas dedicadas à regulamentação, gestão e rastreabilidade de equipamentos, a persistência de problemas típicos relacionados à preservação de equipamentos médicos evidencia a necessidade de uma abordagem integrada para superar esses desafios. Este trabalho apresenta uma proposta integrada para a gestão de equipamentos médicos em que três pilares foram considerados para sustentar a proposta SLR. A proposta SLR combina três pilares fundamentais:

- Regulamentação e Qualidade: A estrutura física de armazenamento foi planejada em conformidade com regulamentações vigentes, como a RDC/ANVISA 509:2021 e padrões de qualidade ABNT NBR ISO 15943:2011 e 13485:2016, garantindo que os aspectos regulatórios e de qualidade sejam devidamente atendidos.
- Gestão Lean Healthcare: A filosofia *Lean Healthcare* foi adotada para implementar práticas de gestão eficientes, promovendo a melhoria contínua e a redução de desperdícios ao longo do ciclo de vida dos equipamentos médicos.
- Tecnologia RFID: A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) foi escolhida para monitorar e rastrear a movimentação dos equipamentos dentro da organização de saúde, permitindo uma gestão mais eficaz e ágil.

A estrutura analítica da proposta *Smart Lean Regulation* (SLR) oferece um guia sistemático para a sua implementação, propondo uma ordem cronológica que visa minimizar os impactos das mudanças tanto para pacientes quanto para funcionários. A eficácia da metodologia SLR foi validada através de um estudo de caso realizado em uma instituição de ensino, cuja atividade é semelhante à de empresas que prestam serviços de manutenção e calibração de equipamentos médico-hospitalares. O estudo incluiu:

- Inventário de Equipamentos: A realização de um inventário detalhado auxiliou na alocação adequada de recursos e na criação de programas de manutenção preventiva e calibração;

- Adequação da Estrutura Física: A reorganização da estrutura física e dos fluxos operacionais otimizou o recebimento, manutenção e armazenamento dos equipamentos.

Além disso, foram aplicadas ferramentas *Lean Healthcare*:

- Programa 5S: Implementado para identificar e resolver problemas operacionais, contribuindo para a melhoria do ambiente de trabalho e a eficiência dos processos;
- Quadro Kanban: Facilitou a gestão e otimização do fluxo de ordens de serviço de manutenção, proporcionando uma visualização clara do progresso e permitindo uma resposta mais ágil a problemas e limitações.

O conceito de rastreamento automatizado para equipamentos médico-hospitalares foi comprovado com sucesso através da implementação de um sistema RFID em escala reduzida. Este sistema revelou-se uma ferramenta altamente eficaz para aprimorar a gestão e a eficiência dos equipamentos dentro de uma instituição de saúde. A adoção da tecnologia RFID proporciona várias vantagens significativas, começando pela capacidade de localizar os equipamentos de forma rápida e precisa em todo o hospital. Esta agilidade na localização reduz significativamente os atrasos associados aos procedimentos de manutenção e calibração, resultando em uma diminuição do tempo de inatividade dos equipamentos.

O rastreamento automatizado possibilita um monitoramento contínuo e detalhado dos equipamentos, assegurando que a disponibilidade deles seja maximizada e que os recursos sejam utilizados de maneira otimizada. A implementação do sistema RFID contribui para a organização aprimorada do ambiente hospitalar, facilitando a localização dos equipamentos e melhorando a eficiência dos processos de manutenção. Além de aumentar a eficiência operacional e reduzir o tempo de espera, a introdução da tecnologia RFID fortalece a capacidade da instituição de saúde em manter seus equipamentos em condições ideais.

A melhoria na disponibilidade dos equipamentos tem um impacto direto na qualidade dos serviços prestados aos pacientes, promovendo um ambiente de atendimento mais seguro e eficaz. Com a tecnologia RFID, as instituições de saúde podem alcançar um nível superior de gestão dos recursos, elevando o padrão de atendimento e assegurando que os equipamentos estejam sempre prontos para uso, o que, por sua vez, melhora a experiência e a segurança do paciente.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os principais objetivos deste trabalho foram alcançados, e com base nos resultados obtidos, recomenda-se, ainda, que trabalhos futuros:

- Estudem a aplicabilidade e os resultados do modelo SLR em diferentes tipos de instituições de saúde, como clínicas especializadas, hospitais de grande ou de pequeno porte, centros de saúde, laboratórios. Deve ser avaliada como o modelo se adapta a diferentes contextos e necessidades;
- Avaliem percepção e a experiência dos usuários em relação à implementação do modelo SLR, para compreensão de como essas mudanças afetaram o trabalho diário e a eficiência operacional, contribuindo para identificar áreas para aprimoramento e garantir que as intervenções sejam bem recebidas e eficazes;
- Compare a metodologia SLR proposta com outras metodologias ou formas de gestão de aplicáveis a instituições de saúde. Esse estudo poderia identificar pontos fortes e limitações do SLR em comparação com abordagens alternativas, fornecendo uma base para melhorias e adaptações do modelo.
- Realizem uma análise de custo-benefício das tecnologias propostas. Deve-se avaliar os custos iniciais *versus* os benefícios obtidos em termos de eficiência, redução de desperdícios e satisfação dos usuários para justificar investimentos futuros e a otimizar alocações de recursos.

Diante das intervenções realizadas no laboratório de equipamentos médicos da instituição em estudo, sugere-se a formação de grupos de trabalho para monitorar a continuidade das intervenções. A gestão *lean*, especialmente as ferramentas do programa 5S adotadas, exige uma aplicação contínua. Se não mantida, poderá se restringir a uma simples organização temporária (*housekeeping*).

Além disso, devido ao elevado custo das soluções RFID para monitoramento em tempo real em várias salas simultaneamente, recomenda-se o desenvolvimento de sistemas RFID com custos reduzidos. Isso visa incentivar a adoção mais ampla dessa tecnologia de rastreamento em hospitais e prestadores de serviços de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, F. J. S. M. 2004. “O modelo de gerência de contas especiais: um estudo exploratório em instituições financeiras no Brasil”. Tese, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Brasil. 2002. “RESOLUÇÃO RDC Nº 50, DE 21 DE FEVEREIRO DE 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.” *Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária*.
- Brito, Melissa Prado. 2018. “Aplicação de Técnicas de Gestão Avançada Lean Healthcare para Otimizar o Fluxo de Pacientes do Pronto-Socorro de um Hospital Universitário Público de Belo Horizonte”. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Camacho-Cogollo, Javier Enrique, Isis Bonet, e Ernesto Iadanza. 2020. “RFID technology in health care”. P. 33–41 em *Clinical Engineering Handbook*. Elsevier.
- Clínica Vittá Goiânia. [s.d.]. “Ecocardiograma: entenda como o exame pode ajudar a saúde do seu coração”. Recuperado 30 de julho de 2024 (<https://www.clinicavittagoiania.com.br/ecocardiograma-entenda-como-o-exame-pode-ajudar-a-saude-do-seu-coracao>).
- Colldén, Christian, Ida Gremyr, Andreas Hellström, e Daniella Sporraeus. 2017. “A value-based taxonomy of improvement approaches in healthcare”. *Journal of Health Organization and Management* 31(4):445–58. doi: 10.1108/JHOM-08-2016-0162.
- Daultani, Yash, Atanu Chaudhuri, e Sushil Kumar. 2015. “A Decade of Lean in Healthcare: Current State and Future Directions”. *Global Business Review* 16(6):1082–99. doi: 10.1177/0972150915604520.
- van den Eijnden, Theo, e Martijn Molenaar. 2015. “Strengths-based Kaizen Blitz in a Public Organisation”. *AI Practitioner* 17(4):38–44. doi: 10.12781/978-1-907549-25-0-6.

- Emiliani, M. L. 2006. “Origins of lean management in America”. *Journal of Management History* 12(2):167–84. doi: 10.1108/13552520610654069.
- Gil, Antonio Carlos. 2002. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4º ed. São Paulo: Atlas.
- Gomes, André FMM., Gabriela G. Faustino, Monique Tonani, Sidney Porcincula, Sílvio C. Somera, Wilker Beicker, e Antônio Pazin-Filho. 2015. “Mapeamento do fluxo de trabalho das atividades em engenharia clínica”. *Medicina (Ribeirão Preto)* 48(1):41–47. doi: 10.11606/issn.2176-7262.v48i1p41-47.
- Governo da Paraíba. 2023. “Maternidade Frei Damião incentiva visita do irmão e beneficia mães com bebês na UTI Neonatal”. Recuperado 30 de julho de 2024 (<https://paraiba.pb.gov.br/noticias/maternidade-frei-damiao-incentiva-visita-do-irmao-e-beneficia-maes-com-bebes-na-uti-neonatal>).
- Grout, John R., e John S. Toussaint. 2010. “Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start”. *Business Horizons* 53(2):149–56. doi: 10.1016/j.bushor.2009.10.007.
- Havn, Erling. 1994. “J.P. Womack, D.T. Jones, and D. Ross, The Machine that Changed the World, Rawson Associates, New York, 1990, 323 PP., \$24.95”. *International Journal of Human Factors in Manufacturing* 4(3):341–43. doi: 10.1002/hfm.4530040310.
- Hinterhuber, Hans H. 1994. “The European way to lean management”. *The International Executive* 36(3):275–90. doi: 10.1002/tie.5060360303.
- Hospital Israelita Albert Einstein. 2022. “Acreditações e Certificações”. Recuperado 1º de abril de 2024 (<https://www.einstein.br/sobre-einstein/qualidade-seguranca/acreditacoes-certificacoes-designacoes>).
- Hospital Viver. [s.d.]. “Centro Cirúrgico”. Recuperado 30 de julho de 2024 (<https://hospitalviver.com.br/nosso-diferencial/centro-cirurgico/>).

- Im, Yerin, e Mingyu Lim. 2023. “E-MQTT: End-to-End Synchronous and Asynchronous Communication Mechanisms in MQTT Protocol”. *Applied Sciences* 13(22):12419. doi: 10.3390/app132212419.
- Joint Commission Resources (JCR). 2013. *O Pensamento Lean na Saúde: Menos Desperdício e Filas e Mais Qualidade e Segurança para o Paciente*. Vol. 1. 1º ed. Porto Alegre: Bookman.
- Kadarova, Jaroslava, e Michal Demecko. 2016. “New Approaches in Lean Management”. *Procedia Economics and Finance* 39:11–16. doi: 10.1016/S2212-5671(16)30234-9.
- Krafcik, John F. 1988. “Triumph Of The Lean Production System”. *Sloan Management Review* 41–53.
- Krijnen, Ad. 2007. “The Toyota way: 14 management principles from the world’s greatest manufacturer”. *Action Learning: Research and Practice* 4(1):109–11. doi: 10.1080/14767330701234002.
- Liker, J. K. 2021. *O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Bookman Editora.
- Liker, Jeffrey K., e James M. Morgan. 2006. “The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development”. *Academy of Management Perspectives* 20(2):5–20. doi: 10.5465/amp.2006.20591002.
- MacDuffie, John Paul, Kannan Sethuraman, e Marshall L. Fisher. 1996. “Product Variety and Manufacturing Performance: Evidence from the International Automotive Assembly Plant Study”. *Management Science* 42(3):350–69. doi: 10.1287/mnsc.42.3.350.
- Martins, Caroline Curry, e Aline Josiane Waclawovsky. 2015. “Problemas e Desafios Enfrentados pelos Gestores Públicos no Processo de Gestão em Saúde”. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde* 04(01):100–109. doi: 10.5585/rgss.v4i1.157.

- Mata, Carlos Jorge Soares da Silva. 2018. “LEAN HEALTHCARE NO BLOCO OPERATÓRIO”. Dissertação (Mestrado), Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa.
- Mattar, Fauze Nafib. 1993. *Pesquisa de Mercado: metodologia, planejamento, execução e análise*. Vol. 2. São Paulo: Atlas.
- McIntosh, Bryan, e Graham Cookson. 2012. “Lean management in the NHS: fad or panacea”. *British Journal of Healthcare Management* 18(3):130–35. doi: 10.12968/bjhc.2012.18.3.130.
- Murphy, M. F., e J. D. S. Kay. 2004. “Patient identification: problems and potential solutions”. *Vox Sanguinis* 87(s2):197–202. doi: 10.1111/j.1741-6892.2004.00482.x.
- Nunes, Nathalia. 2013. “Rede São Camilo vê lean como principal modelo de gestão”. *Portal Saúde Business*. Recuperado 18 de outubro de 2023 (<https://www.saudebusiness.com/gesto/rede-so-camilo-v-lean-como-principal-modelo-de-gesto>).
- Ohno, Taiichi, e Norman Bodek. 2019. *Toyota Production System*. Productivity Press.
- Oliveira, Vinicius Uchoa. 2022. “Applying RFID Technology To Improve Hospital Logistics”. P. 191–93 em *2022 IEEE 12th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)*. IEEE.
- Patil, S. A., e A. D. Kadage. 2021. “RFID Technology: A Complete Overview”. *Electronics Foru*. Recuperado 19 de outubro de 2023 (<https://www.electronicsforu.com/technology-trends/rfid-technology-complete-overview>).
- Portal Saude Business. 2013. “Com Lean, IOV elimina 13 mil horas de trabalho ‘desnecessárias’”. *Portal Saúde Business*. Recuperado 18 de outubro de 2023 (<https://www.saudebusiness.com/mercado/com-lean-iov-elimina-13-mil-horas-de-trabalho-desnecessrias>).

- Porter, Michael E. 1989. *VANTAGEM COMPETITIVA: Criando e sustentando um desempenho superior*. Vol. 1. 43^o ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Radnor, Zoe J., Matthias Holweg, e Justin Waring. 2012. “Lean in healthcare: The unfilled promise?” *Social Science & Medicine* 74(3):364–71. doi: 10.1016/j.socscimed.2011.02.011.
- Seol, Soonuk, Eun-Kyu Lee, e Wooseong Kim. 2017. “Indoor mobile object tracking using RFID”. *Future Generation Computer Systems* 76:443–51. doi: 10.1016/j.future.2016.08.005.
- Shang-Wei Wang, Wun-Hwa Chen, Chorng-Shyong Ong, Li Liu, e Yun-Wen Chuang. 2006. “RFID Application in Hospitals: A Case Study on a Demonstration RFID Project in a Taiwan Hospital”. P. 184a–184a em *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)*. IEEE.
- Simas, André Filipe Lourenço. 2016. “Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização”. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Småros, Johanna, e Jan Holmström. 2000. “Viewpoint: reaching the consumer through e-grocery VMI”. *International Journal of Retail & Distribution Management* 28(2):55–61. doi: 10.1108/09590550010315098.
- Soliman, Marlon, e Tarcisio Abreu Saurin. 2017. “Uma análise das barreiras e dificuldades em lean healthcare”. *Revista Produção Online* 17(2):620–40. doi: 10.14488/1676-1901.v17i2.2605.
- Thun, Jörn-Henrik, Martin Drüke, e André Grübner. 2010. “Empowering Kanban through TPS-principles – an empirical analysis of the Toyota Production System”. *International Journal of Production Research* 48(23):7089–7106. doi: 10.1080/00207540903436695.
- Westwood, Neil, Mike James-Moore, e Matthew Cooke. 2007. “Going lean in the NHS”. 1–24.

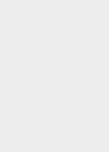
Womack, James P., Daniel T. Jones, e Daniel. Roos. 2007. *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.

Yazici, Hulya Julie. 2014. "An exploratory analysis of hospital perspectives on real time information requirements and perceived benefits of RFID technology for future adoption". *International Journal of Information Management* 34(5):603–21. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2014.04.010.

APÊNDICE A – INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

TAG	localização	Equipamento	Marca	Modelo	Nº de Série	IMAGEM	MANUAL	Armazenamento
103	Laboratório de equipamentos	Ultrassom	Simens	ACUSON X150	10141103			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos. Os transdutores devem ser higienizados com uso de papel toalha ou um pano úmido com água apenas a cada fim de exame. O gel deve ser retirado e não secar no aparelho. O uso de produtos também é proibido pelo risco que podem causar à película de cristais.
832	Laboratório de equipamentos	Ultrassom	Medison	GM-12D	A2A000832			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos. Os transdutores devem ser higienizados com uso de papel toalha ou um pano úmido com água apenas a cada fim de exame. O gel deve ser retirado e não secar no aparelho. O uso de produtos também é proibido pelo risco que podem causar à película de cristais.
519	Laboratório de equipamentos	Ultrassom	GE	VOLUON 730 PRO	A43519			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos. Os transdutores devem ser higienizados com uso de papel toalha ou um pano úmido com água apenas a cada fim de exame. O gel deve ser retirado e não secar no aparelho. O uso de produtos também é proibido pelo risco que podem causar à película de cristais.
c26	Laboratório de equipamentos	Aparelho de Anestesia	Intermed	INTER LINEAR	ILC26			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.
132	Laboratório de equipamentos	Aparelho de Anestesia	Drager	Fabius Tiro	ASJD-0132			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.
263	Laboratório de equipamentos	Ventilador Pulmonar	BIRD	15404P	B8-0110-00263			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.
438	Laboratório de equipamentos	Ventilador Pulmonar	SECHRIST	00B INFAT VENTILA	1438			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.

532	Laboratório de equipamentos	Incubadora	FANEM	C-86	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos</p> <p>Quando em uso, na limpeza e desinfecção das superfícies dos aparelhos, usar somente sabão neutro. Mantenha o equipamento limpo e desinfetado para a próxima utilização. Não permita que líquidos sejam armazenados dentro do equipamento.</p> <p>Não utilize detergente cáustico ou de polimento ou limpeza ultrassônica, como também, solventes orgânicos como thinner para limpar o equipamento. Mantenha o equipamento em local limpo, longe de poeiras.</p>
534	Laboratório de equipamentos	Incubadora	FANEM	C-86	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos</p> <p>Quando em uso, na limpeza e desinfecção das superfícies dos aparelhos, usar somente sabão neutro. Mantenha o equipamento limpo e desinfetado para a próxima utilização. Não permita que líquidos sejam armazenados dentro do equipamento.</p> <p>Não utilize detergente cáustico ou de polimento ou limpeza ultrassônica, como também, solventes orgânicos como thinner para limpar o equipamento. Mantenha o equipamento em local limpo, longe de poeiras.</p>
T05	Laboratório de equipamentos	Bomba de Seringa	Samtronic	ST-6000	36559T/05			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
917	Laboratório de equipamentos	Bomba de infusão	Samtronic	550 T2	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
918	Laboratório de equipamentos	Bomba de infusão	Samtronic	550 T2	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
919	Laboratório de equipamentos	Bomba de infusão	Samtronic	550 T2	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
920	Laboratório de equipamentos	Bomba de infusão	Samtronic	550 T2	----			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
L11	Laboratório de equipamentos	Bomba de infusão	Samtronic	1000 Infusion Pump	45391/11			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>
397	Laboratório de equipamentos	Monitor Multiparametros	Dixtal	DX2010	050W07397			<p>O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.</p>

720	Laboratório de equipamentos	Monitor Multiparametros	Dixtal	DX 2021	161508720			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.
831	Laboratório de equipamentos	Concentrador de Oxigênio Ever	Philips	EVERFLO 5LPM	2831			
175	Laboratório de equipamentos	Eletrocardiógrafo	Dixtal	EP 12 ELETROTOUCI	112900175			
6	Laboratório de equipamentos	Eletrocardiógrafo	EDAN	SE-1	875-M16103570006			
379	Laboratório de equipamentos	Pulso oxímetro	Endobrax	G1B	G1BBR88379			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter sua integridade, o mesmo deve ser armazenado sempre com o seu sensor.
113	Laboratório de equipamentos	Cardioversor	Lifemed	LifeShock PRO	CDV14070113			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade. Procurando manter a vida útil da bateria do equipamento o fabricante também recomenda que o mesmo fique ligado a tomada.
603	Laboratório de equipamentos	Dolppler vascular Portátil	MEDMEGA	DV 610	---			
721	Laboratório de equipamentos	Dc Regulated power	Switching Power	HSP-400	6721			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos.
651	Laboratório de equipamentos	DC Regulated power supply	Minipa	MPL-3303	MP3303003651			O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos.
639	Laboratório de equipamentos	Multímetro Digital	Minipa	ET-1629/ ET-1639 A				O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos.
639	Laboratório de equipamentos	Multímetro Digital	Minipa	ET-1629/ ET-1639 A				O equipamento deve estar armazenado em ambiente longe de poeira, água e sujidade, buscando manter a integridade dos componentes eletrônicos.