



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIAS ELÉTRICA E BIOMÉDICA
FELIPE LEITÃO DE MELO

PROPOSTA DE UM APLICATIVO MÓVEL *LOW CODE* USANDO *GOOGLE APP SHEET* PARA INVENTÁRIO DE ENGENHARIA CLÍNICA

UFPA
Belém – PA
2023

FELIPE LEITÃO DE MELO

PROPOSTA DE UM APLICATIVO MÓVEL *LOW CODE* USANDO *GOOGLE APP SHEET* PARA INVENTÁRIO DE ENGENHARIA CLINICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Petrônio Vieira

UFPA
Belém – PA
2023



FEEB

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIAS ELÉTRICA E BIOMÉDICA

FELIPE LEITÃO DE MELO

“PROTÓTIPO DE UM APLICATIVO MÓVEL LOW CODE USANDO GOOGLE APP SHEET PARA INVENTÁRIO DE ENGENHARIA CLÍNICA”

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Biomédica pela Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientador:



Documento assinado digitalmente

PETRONIO VIEIRA JUNIOR

Data: 26/12/2023 11:33:25-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Petrónio Vieira Júnior

(Universidade Federal do Pará - UFPA)

Examinador 1:



Documento assinado digitalmente

ALAN SOVANO GOMES

Data: 26/12/2023 13:02:23-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Alan Sovano Gomes

(Universidade Federal do Pará - UFPA)

Examinador 2:



Documento assinado digitalmente

MARCIO ARTHUR BORGES PINTO

Data: 27/12/2023 10:44:19-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Marcio Arthur Borges Pinto

(TecSaúde Eng. Hospitalar)

VISTO

Prof. Dra. Carminda Célia Moura de Moura Carvalho
Diretor da Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica



Secretaria da Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica (FEEB)
Instituto de Tecnologia (ITEC) / Universidade Federal do Pará (UFPA)
End. Rua Augusto Corrêa nº 01- Guamá - Belém - PA - CEP: 66.075-110
E-mail: fee@ufpa.br - Tel.: (91) 3201-7250 / 7248

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus familiares que com muita fé e perseverança me apoiaram incondicionalmente ao longo de todo o curso, em especial ao meu pai Francisco Pereira de Melo e a minha mãe Maria Edilaura do Socorro Leitão, eles que sempre me incentivaram e compreenderam os momentos de dedicação exigidos no decorrer do curso, suas palavras de encorajamento e amor foram fundamentais para manter minha determinação em alcançar meus objetivos.

Aos professores a minha profunda gratidão a cada um que contribuiu para minha formação de maneira direta e indireta, essa conquista não seria possível sem o apoio e suporte que recebi dos meus verdadeiros guias intelectuais. Cada um de vocês contribuiu de maneira fervorosa para meu crescimento acadêmico e pessoal, me ajudando a explorar novos horizontes, a questionar e expandir meu conhecimento. Serei eternamente grato por todas as horas dedicadas a me orientar e a aprimorar minhas habilidades.

Por fim, gostaria de agradecer a instituição UFPA pela oportunidade concedida de realizar este curso. Agradeço de maneira geral a todos os profissionais envolvidos, desde os administrativos até os docentes, pela excelência na formação que me proporcionaram. A estrutura e os recursos disponibilizados foram fundamentais para que eu pudesse desenvolver minha formação de forma sólida e consistente.

Muito obrigados a todos pela presença e pela contribuição em minha trajetória acadêmica. Que possamos continuar valorizando a importância da educação e do conhecimento em nossas vidas. Juntos, seguiremos construindo um futuro brilhante.

Muito Obrigado!

RESUMO

Este trabalho propõe a implementação de um aplicativo móvel *low code* utilizando o *Google App Sheet* para otimizar o processo de inventário de engenharia clínica. Os objetivos específicos incluem esclarecer os conceitos relacionados à engenharia clínica e aplicações *low code*, bem como utilizar o *Google AppSheet* para a construção do aplicativo. A justificativa para essa proposta está na capacidade das aplicações *low code* de acelerar o desenvolvimento de aplicativos e torná-los mais acessíveis, além da facilidade de uso e da capacidade de promover uma gestão mais eficiente e uma tomada de decisão mais assertiva. Os resultados alcançados destacam a importância da tecnologia *low code* na transformação de processos operacionais, ressaltando como uma solução aparentemente simples e com baixo custo pode resultar em melhorias significativas na produtividade e eficácia, além de contribuir para práticas mais sustentáveis, reduzindo o uso de papel e economizando recursos e tempo do setor. O aplicativo proposto conseguiu o objetivo de ser um meio para auxiliar no inventário de engenharia clínica em todo o hospital, dispondo apenas de um celular, cujos dados são registrados automaticamente em uma planilha Excel, sem precisar de papel e caneta.

Palavras-chave: *Low code*; Engenharia Clínica; Inventário; App Sheets.

ABSTRACT

This work proposes the implementation of a low code mobile application using Google App Sheet to optimize the clinical engineering inventory process. Specific objectives include clarifying concepts related to clinical engineering and low code applications, as well as using Google *AppSheet* to build the application. The justification for this proposal lies in the ability of low code applications to accelerate application development and make it more accessible, in addition to ease of use and the ability to promote more efficient management and more assertive decision-making. The results achieved highlight the importance of low code technology in transforming operational processes, highlighting how an apparently simple and low-cost solution can result in significant improvements in productivity and effectiveness, in addition to contributing to more sustainable practices, reducing the use of paper and saving the sector resources and time. The proposed application achieved the objective of being a means to assist in the clinical engineering inventory throughout the hospital, using only a cell phone, whose data is automatically recorded in an Excel spreadsheet, without the need for paper and pen.

Keywords: Low code; Clinical Engineering; Inventory; App Sheets.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1 OBJETIVOS.....	7
1.2 JUSTIFICATIVA.....	8
1.3 METODOLOGIA.....	10
2. INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	12
2.1 ENGENHARIA CLINICA E A GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	15
2.2 TIPOS DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	19
2.3 INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	23
2.4 INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS HOSPITALARES.....	26
3. FERRAMENTAS TI PARA REALIZAÇÃO DE INVENTÁRIOS.....	29
3.1 SISTEMAS DE GESTÃO DE INVENTÁRIOS (SGI).....	30
3.2 SISTEMAS DE CÓDIGO DE BARRAS E RFID.....	31
3.3 APLICATIVOS DE INVENTÁRIO MÓVEL.....	34
3.4 SOLUÇÕES DE NUVEM: GOOGLE SHEETS PARA INVENTÁRIO.....	35
4. CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO.....	37
5. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	46

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Clínica é uma área que busca aplicar os conhecimentos da engenharia para garantir a qualidade e segurança dos equipamentos e tecnologias utilizados na área da saúde (Terra & Guarienti, 2014), sendo responsável pela gestão e manutenção de todos os equipamentos médicos utilizados em hospitais e clínicas. Isso abrange desde os simples dispositivos, como termômetros, até máquinas complexas, como ressonâncias magnéticas e sistemas de monitoramento de pacientes. Garantir que esses equipamentos funcionem corretamente é vital para a segurança e a eficácia dos tratamentos.

Trata-se de um campo multidisciplinar que desempenha um papel crucial na interseção entre a tecnologia e a saúde. Seu objetivo é garantir que os equipamentos médicos funcionem de forma segura e eficiente, contribuindo diretamente para a qualidade dos cuidados de saúde, a segurança do paciente e a eficácia das operações hospitalares. É uma disciplina que continua a evoluir à medida que a tecnologia médica avança, desempenhando um papel cada vez mais essencial no setor de saúde.

A Engenharia Clínica desempenha um papel fundamental na administração de dispositivos médicos e equipamentos hospitalares, com a missão de garantir que esses ativos críticos estejam em perfeitas condições de funcionamento para fornecer cuidados de saúde de com qualidade. A gestão eficaz do inventário desses dispositivos é uma parte crucial dessa missão, uma vez que a falta de controle adequado pode levar a interrupções nos serviços médicos, desperdício de recursos e, em última instância, afetar a segurança do paciente.

Nesse contexto, a tecnologia desempenha um papel significativo na simplificação e melhoria dos processos de gestão de inventário na Engenharia Clínica. Este trabalho se concentra em apresentar uma solução inovadora desenvolvida utilizando a plataforma Google AppSheet, um exemplo de aplicativo *low code*, projetado especificamente para otimizar e simplificar a gestão de inventário na área da Engenharia Clínica.

Este trabalho descreve a proposta de um aplicativo que busca auxiliar na gestão de inventário dos setores de Engenharia Clínica. Serão discutidos os desafios enfrentados na gestão de inventário em ambientes de saúde, as 8 funcionalidades específicas do aplicativo e como ele se integra ao ecossistema tecnológico existente em

hospitais e clínicas. Além disso, serão abordadas as vantagens do desenvolvimento *low code* em comparação com soluções tradicionais de *software*.

Por meio desta pesquisa, espera-se fornecer *insights* valiosos sobre como a tecnologia *low code*, como o Google AppSheet, pode ser aplicada com sucesso na Engenharia Clínica para melhorar a eficiência operacional, a rastreabilidade dos dispositivos médicos e, por consequência, a qualidade dos cuidados de saúde prestados aos pacientes.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Apresentar uma proposta de aplicativo *low-code* voltado para a gestão de inventário da engenharia clínica.

Objetivos específicos:

- Esclarecer os conceitos referentes a engenharia clínica e aplicações *low code*
- Utilizar o Google AppSheet para a construção do aplicativo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Aplicações *low code* (baixa codificação) são soluções de *software* que permitem a criação de aplicativos personalizados com um nível reduzido de programação manual. Essa abordagem de desenvolvimento de *software* tem ganhado destaque nos últimos anos devido à sua capacidade de acelerar o processo de desenvolvimento de aplicativos e torná-lo mais acessível para uma variedade de profissionais.

O *Google AppSheet* é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis e WEB que permite criar aplicativos personalizados sem a necessidade de codificação extensiva. A plataforma é parte do ecossistema do Google Cloud e se destaca por sua abordagem *low code* (ou seja, requer menos programação) para o desenvolvimento de aplicativos. Abaixo, apresentamos uma visão geral do *Google AppSheet* e suas principais características:

- Sem Codificação Extensiva: Uma das características mais marcantes do *Google AppSheet* é que ele permite que pessoas sem habilidades de programação intensivas desenvolvam aplicativos funcionais. Isso é possível por meio de uma interface de arrastar e soltar intuitiva e de uma linguagem de fórmula simples para criar lógica de aplicativo.
- Integração com Diversas Fontes de Dados: O *AppSheet* é altamente versátil em termos de integração com fontes de dados. Ele pode se conectar a planilhas do Google Sheets, bancos de dados SQL, serviços da web, planilhas Excel e muito mais. Isso permite que os usuários aproveitem seus dados existentes em seus aplicativos.
- Aplicativos Multiplataforma: Os aplicativos criados no *Google AppSheet* são multiplataforma, o que significa que podem ser executados em dispositivos Android, iOS e na web. Isso amplia significativamente o alcance e a acessibilidade dos aplicativos desenvolvidos.

De acordo com Guedert (2006), o gerenciamento das informações na área de Tecnologia Médico Hospitalar na Engenharia Clínica envolve diversos procedimentos padrões, sendo um deles o preenchimento de formulários e registros. No entanto, frequentemente esse processo se mostra ineficaz ou pouco eficiente devido à ocorrência de erros na entrada de dados nos formulários e à demora na sua transferência para sistemas digitais.

A utilização de abordagens apropriadas para minimizar erros e melhorar a disponibilidade dos dados desempenha um papel fundamental em um sistema de gerenciamento, contribuindo para aprimorar a estruturação e organização das informações na Engenharia Clínica. Metodologias relacionadas à Tecnologia da Informação (TI) e sistemas de gerenciamento desempenham um papel essencial nesse processo. A informatização e a adoção de soluções de TI em certas atividades da Engenharia Clínica tornam-se cada vez mais inevitáveis, à medida que os dados anteriormente registrados em formato físico (como papéis, formulários e cartas) são gradualmente substituídos por formatos digitais bem organizados (Guedert, 2006).

De acordo com Silva (2020), nos últimos anos, houve uma transição da utilização de computadores para dispositivos móveis, como smartphones e tablets,

alterando significativamente a maneira como a população acessa a Internet. Uma pesquisa conduzida em 2016 revelou que 80,4% das famílias brasileiras entrevistadas utilizam smartphones como o principal meio de acesso à *Internet*. Entre as vantagens mencionadas estão a disponibilidade de banda larga móvel, custos mais acessíveis, facilidade de operação devido à portabilidade e capacidade multitarefa desses dispositivos.

Além disso, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011), a área da saúde tem sido significativamente impactada pelo aumento do uso das tecnologias de comunicação e informação. Ao longo dos anos, a adoção de dispositivos móveis tem crescido e ganhado uma posição cada vez mais importante nesse setor, dando origem ao conceito de saúde móvel (mHealth – Mobile Health). A saúde móvel é definida como práticas médicas e de saúde pública que são apoiadas por dispositivos portáteis, como smartphones, dispositivos de monitoramento de pacientes, assistentes pessoais digitais e outros dispositivos sem fio.

Dessa forma, vemos que a tendência de criação de utilização do smartphone com aplicativos voltados para a saúde é uma tendência crescente, bem como a necessidade de modernização e introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na Engenharia Clínica.

1.3 METODOLOGIA

Através da documentação disponibilizada pelo *Google* em sua página do *AppSheet* (2023), é possível explicar como criaremos o aplicativo. Mas antes, é necessário definir um pouco melhor do que o mesmo se trata.

O aplicativo aqui proposto, intitulado Inventário Rápido E.C busca ser uma plataforma construída através da metodologia *low code*, voltada para o universo da engenharia clínica. Através da vivência neste setor, observa-se a dificuldade encontrada pelos coordenadores de setores durante a realização do inventário de seus equipamentos. Geralmente utilizando ferramentas como lápis e papel ou mesmo bloco de

notas do celular para em seguida lançar no sistema de engenharia clinica utilizado pelo setor o que caracteriza um retrabalho.

A proposta deste trabalho de conclusão de curso, é a criação de um aplicativo onde o gestor possa adicionar equipamentos em seu inventário em tempo real para uma planilha específica, podendo realizar seu trabalho de campo totalmente através do celular, sem riscos de perda de informação entre um meio de comunicação e outro e agilizando sua tarefa.

Pelo aplicativo, o usuário poderá inserir um item novo e selecionar informações como localização, tipo de equipamento, data da última manutenção preventiva, dentre outros, cujos dados serão disponibilizados em planilhas que ajudarão o gestor em tomadas de decisão

2. INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Para iniciar este tópico, primeiro faz-se necessário a descrição mais detalhada do que é engenharia clínica e o que ela se propõe.

De acordo com Castañeda (2011), o avanço tecnológico rápido tem resultado na criação de novos produtos com a finalidade de aprimorar a qualidade de vida. Os desafios que os profissionais de saúde enfrentam atualmente devido a essas tecnologias são de grande interesse para os engenheiros, uma vez que implicam na concepção e na aplicação prática de dispositivos médicos e sistemas. Consequentemente, a engenharia clínica, como uma subárea da engenharia biomédica, desempenha um papel fundamental nas equipes médicas ao gerenciar e utilizar os equipamentos médicos nos ambientes hospitalares.

Nos Estados Unidos, no final da década de 1960, houve um estímulo para que os engenheiros ingressassem em hospitais e clínicas, devido à crescente preocupação com a segurança dos pacientes e o aumento de equipamentos clínicos. Como resultado desse desenvolvimento, surgiu uma nova disciplina chamada Engenharia Clínica, destinada a atender às novas demandas tecnológicas das instalações hospitalares (Bronzino, 1992).

De acordo com Terra *et. al.*, (2014), enquanto isso, em 1991, no Brasil, tivemos 6 engenheiros que foram treinados em Engenharia Clínica em Washington. Dessa maneira, o início da Engenharia Clínica pode ser definido como em 1960 nos Estados Unidos e 1993 no Brasil.

A contínua incorporação de novas tecnologias, resultante da inovação promovida pelos fabricantes de equipamentos médicos, resultou em avanços notáveis nos serviços de saúde. Isso possibilitou aos hospitais: i) expandir a complexidade dos cuidados aos pacientes; ii) estabelecer novos serviços, como unidades de terapia intensiva e serviços de diagnóstico por imagem; iii) adotar procedimentos cirúrgicos inovadores (Antunes, *et al.*, 2002).

O papel dos profissionais de Engenharia Clínica na área da saúde passou por uma transformação significativa nas últimas duas décadas. Evoluiu de ser um profissional dedicado principalmente à manutenção de equipamentos para se tornar um profissional altamente interdisciplinar.

Assegurar a prestação de serviços de qualidade, a manutenção desempenha um papel crucial. Além de ser uma medida de redução de custos fundamental para qualquer instituição hospitalar, ela garante a qualidade dos equipamentos e, por consequência, um tratamento mais eficaz para os pacientes (Terra *et. al*, 2014).

Quanto a formação e regulamentação deste profissional, existem diferenças interessantes quando comparamos Estados Unidos e Brasil. Nos Estados Unidos, existe a ACCE (*American College of Clinical Engineering*), uma organização cuja missão é estabelecer padrões de competência para a prática profissional, promover a aplicação segura e eficaz da ciência e tecnologia no tratamento de pacientes, definir um corpo de conhecimento no qual a profissão se baseia e representar os interesses dos engenheiros clínicos (Castañeda, 2011).

De acordo com Antunes *et. al* (2002), no Brasil, para alcançar o título de Engenheiro Clínico é necessário a realização de qualquer curso de Engenharia reconhecido pelo Ministério da Educação em seguida de uma pós na área de Engenharia Clínica. Para ingresso via concurso público na EBSEH (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares), que é a maior empresa pública de serviços hospitalares, os formados em Engenharia Biomédica podem assumir o cargo sem precisar da especialização, bem como em diversos outros processos seletivos pelo país. Isso mostra uma estreita relação do curso de Engenharia Biomédica com a área da Engenharia Clínica. De fato, Dyro (2004) nos traz o conceito de que quando o Engenheiro Biomédico atua no hospital, ele passa a se chamar de Engenheiro Clínico.

De acordo com Del Solar (2017):

Os engenheiros clínicos, além de dirigir a inspeção, manutenção e reparos de equipamentos médicos, são chamados a responder à crescente demanda de controle de custos, de otimização na utilização dos

recursos, de atendimento aos requisitos regulatórios, de aumento na segurança dos pacientes e sensibilização aos erros humanos, e de gestão de um ambiente tecnológico cada vez mais complexo (Del Solar, 2017, p.20).

Dessa maneira, fica claro que a função de um engenheiro clínico vai muito além de resolver problemas e de realizar manutenção em equipamentos, na realidade sua função engloba atividades multidisciplinares dentro de um hospital, sendo gestor e planejador, atuando desde processo de compra de equipamentos (pensando no processo de compras e requisitos necessários) até o fim da vida útil do aparelho. Além disso, Del Solar (2017, p.40) nos traz as respectivas funções de um engenheiro clínico no hospital:

- A. Supervisão de departamento de engenharia clínica hospitalar, que inclui engenheiros clínicos e técnicos em manutenção de equipamentos médico-hospitalares;
- B. Avaliação e planejamento da aquisição de novas tecnologias médicas;
- C. Projeto, modificação ou reparo de instrumentos ou sistemas médicos sofisticados;
- D. Gestão eficiente em termos de custo dos serviços de calibração e reparo dos equipamentos médicos;
- E. Supervisão dos testes de segurança e performance realizados nos equipamentos médicos pelos técnicos em manutenção de equipamentos médico-hospitalares;
- F. Determinar indicadores de performance para todos os equipamentos;
- G. Inspeção de todos os equipamentos recebidos (tanto novos como retornando de reparos);
- H. Controle do inventário de equipamentos médicos;
- I. Coordenação da engenharia e serviços técnicos externos realizados por vendedores;
- J. Treinamento de pessoal médico no uso seguro e eficaz de equipamentos e sistemas médicos;
- K. Engenharia de aplicações clínicas, como modificações personalizadas de equipamentos médicos para a pesquisa clínica, avaliação de novos sistemas de monitoração não invasivos, etc.;
- L. Suporte a computadores biomédicos;
- M. Contribuição no projeto de instalações clínicas onde tecnologia médica é utilizada, como salas de operações, unidades de tratamento intensivo, etc.;
- N. Desenvolvimento e implementação de protocolos de documentação requeridos por agências externas de regulamentação e licenciamento

De acordo com Terra & Guarienti (2014), juntamente com a manutenção, a gestão de riscos desempenha um papel essencial na Engenharia Clínica. Lidar com o inesperado é uma habilidade fundamental no dia a dia desses profissionais. A engenharia de fatores humanos lida com situações em que erros ocorrem devido a descuidos humanos, visando a redução de erros médicos e eventos adversos, assim como o aumento da segurança dos pacientes. Além disso, ferramentas como a Análise de

Modo e Efeito de Falha na Saúde (HFMEA - *Healthcare Failure Mode and Effects Analysis*) e a Análise de Causa Raiz fornecem dados essenciais para o campo da Engenharia Clínica.

Para Castañeda (2011), as atividades clínicas abrangem diretamente o cuidado com os pacientes, a pesquisa, o ensino e as ações de gestão que visam aprimorar o atendimento ao paciente. Como resultado, os engenheiros clínicos assumem uma gama de responsabilidades, que incluem a administração de tecnologia e sistemas utilizados em ambientes hospitalares, a capacitação de profissionais de saúde na utilização segura dos equipamentos, a adaptação ou reparo de sistemas e equipamentos médicos, e a seleção e aplicação de tecnologia para garantir um cuidado médico seguro e eficaz.

No próximo tópico deste capítulo será abordada a questão de gestão de equipamentos médicos, para que assim seja possível compreender a importância do papel de um bom inventário de equipamentos na gestão dos mesmos. Já fica estabelecido que a função da engenharia clínica além de permeia todo o ciclo de vida do equipamento médico em um hospital, também se relaciona com todas as atividades necessárias para que este equipamento seja plenamente utilizado e instalado no hospital.

2.1 ENGENHARIA CLINICA E A GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Conforme observado, o crescimento da Engenharia Clínica foi uma resposta natural à evolução da complexidade dos equipamentos médicos bem como das tecnologias em saúde. Os setores de Engenharia Clínica desempenham um papel central ao oferecer suporte abrangente para todas as tecnologias médicas. Eles têm a responsabilidade de supervisionar todos os equipamentos médicos, sistemas utilizados em instalações hospitalares e na capacitação de médicos para o uso seguro desses equipamentos.

Para Terra *et. al*, (2014), é fundamental destacar que a integração dos engenheiros clínicos no sistema de saúde resultou na criação de um mercado mais confiável para equipamentos biomédicos. Isso ocorreu devido à contribuição técnica dos engenheiros clínicos na avaliação e utilização desses dispositivos, permitindo que identificassem modelos e marcas de baixa qualidade. Esse envolvimento desempenhou um papel significativo na elevação da qualidade dos equipamentos médicos, impulsionada pelas forças do mercado.

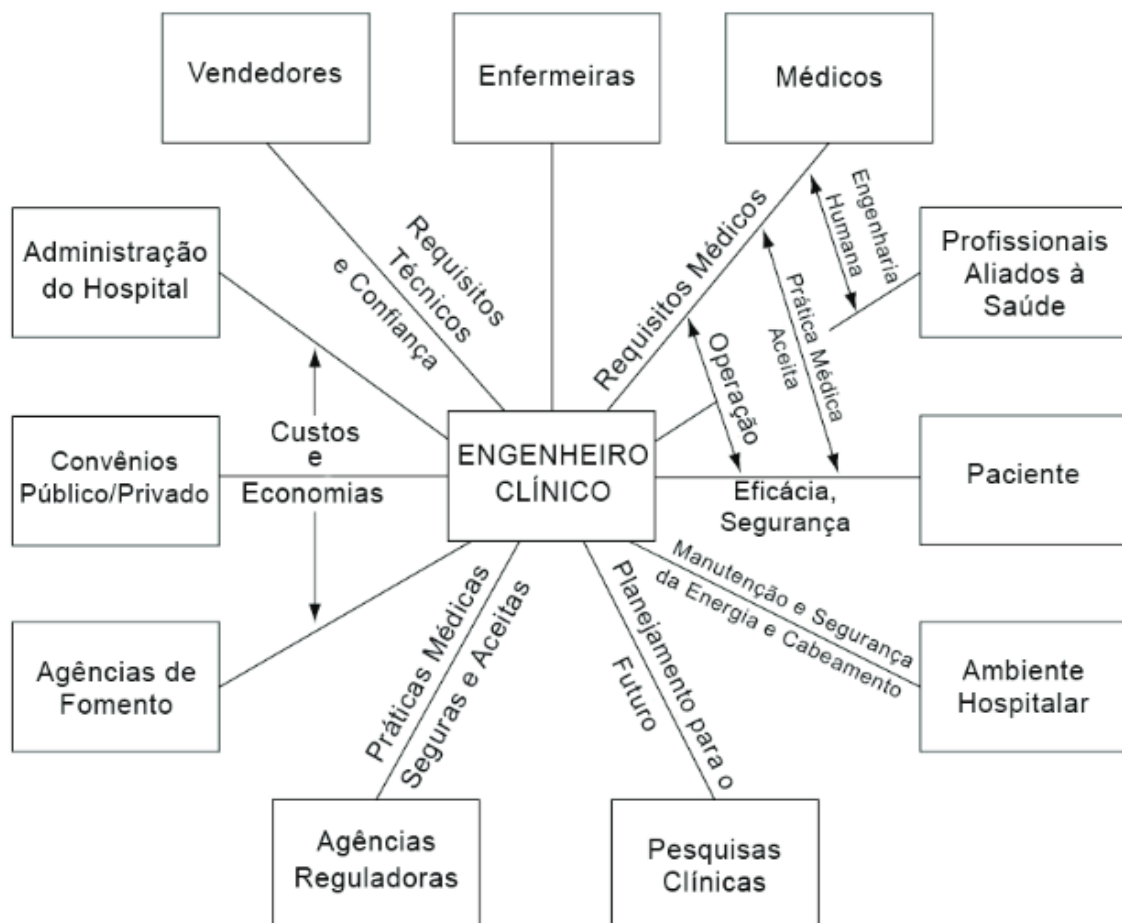
Na Figura 1, observa-se um diagrama que relaciona as interações da Engenharia Clínica no ambiente hospitalar.

Os equipamentos médicos desempenham um papel fundamental na determinação do nível de excelência nos procedimentos das instituições hospitalares. O aumento da complexidade dos serviços de saúde, resultante das inovações na ciência e tecnologia, requer a implementação de novos modelos de gestão nas organizações de saúde.

A área encarregada dos equipamentos médicos em qualquer instituição de saúde, seja pública ou privada, deve assegurar que esses ativos operem de maneira precisa e eficaz, com o objetivo de proporcionar serviços de saúde de alta qualidade.

A implementação de um departamento de Engenharia Clínica é considerada um passo indispensável nesse sentido, conforme destacado por Calil (2011 *apud* Freire, 2012). Ele descreve as etapas essenciais para a gestão de equipamentos como aquisição, instalação, manutenção, treinamento e avaliação.

Figura 1 – Interações da Engenharia Clínica



Fonte: Terra *et. al*, (2014)

A gestão dos equipamentos médicos em um hospital é definida pela combinação de conhecimentos de engenharia e práticas de gestão aplicadas à área de Tecnologia em Saúde. De acordo com Manso (2012) seu objetivo principal é aprimorar a qualidade dos cuidados médicos e abrange diversas atividades, incluindo:

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

Desse modo, observa-se que a gestão de equipamentos médicos não se limita apenas a manutenção dos mesmos, mas também lida com questões contratuais e observações de obsolescência de equipamentos. Além disso, observa-se que o inventário de equipamentos está diretamente ligado com a gestão dos mesmos, pois é necessário saber exatamente o que há no parque de equipamentos para uma plena gestão e planejamento dos mesmos.

Para monitorar o desempenho de uma instituição hospitalar é interessante a utilização de indicadores, que servirão como métricas para observar se o hospital e seus subsetores estão atendendo ao planejamento realizado, pois, para Freire (2012) todos os subsetores de uma instituição hospitalar devem trabalhar em sincronia para o sucesso da mesma.

Indicadores de Engenharia Clínica são ferramentas essenciais no campo da saúde. De acordo com Santos (2012), eles oferecem uma maneira objetiva de avaliar o desempenho, a segurança e a eficácia dos equipamentos médicos utilizados em hospitais e clínicas. Esses indicadores abrangem uma variedade de métricas, como taxas de manutenção preventiva, tempo de inatividade dos dispositivos, conformidade com regulamentações e padrões de segurança. A coleta e análise desses indicadores auxiliam na tomada de decisões informadas, garantindo que os dispositivos médicos funcionem de maneira confiável e segura, contribuindo para a qualidade dos cuidados de saúde e a segurança dos pacientes. Além disso, os indicadores de Engenharia

Clínica desempenham um papel vital na otimização dos recursos, na redução de custos operacionais e na prevenção de incidentes relacionados a equipamentos médicos.

Sabendo que o hospital é uma organização extremamente plural, onde cada setor (Centro cirúrgico, CME, ambulatório) tem uma demanda de equipamentos diferentes, com equipamento de baixa e alta complexidade dependendo da situação, Freire (2012) traz a proposta de indicadores que podem ser utilizados pelo setor de gestão de equipamentos médicos, conforme visto na figura 2.

Figura 2 – Exemplos de indicadores de gestão de equipamentos médicos

Engenharia Clínica	Distribuição de equipamentos	Equipamentos por leito
		Equipamentos por equipe
	Despesas	Custos da engenharia clínica (folha de pagamento, valores de contratos, peças de reposição); custo mensal e anual
		Custo da engenharia clínica em relação às despesas do hospital
	Incorporação tecnológica	Percentual de incorporação de tecnologias
	Manutenções	Proporção de manutenções realizadas
		Erros de manutenção
		Produtividade mensal
	Indicadores de acompanhamento	Pendências por setor (carta de maré)
		Desempenho por técnico
Qualidade	Disponibilidade de equipamentos	Índice de disponibilidade (<i>up time</i>) de equipamentos diagnósticos
		Índice de disponibilidade (<i>up time</i>) de equipamentos tratamento e terapia
	Manutenções	Índice de manutenção preventiva dos equipamentos
		Taxas de manutenção corretiva motivada por erro de operação
Imagem	Disponibilidade de equipamentos	Tempo de máquina parada (ressonância, tomografia)
	Exames	Produção de exames por equipamento
		Número de cancelamentos de solicitações de exames
		Filmes de imagem perdidos
Centro Cirúrgico	Disponibilidade de equipamentos	Índice de disponibilidade dos equipamentos
		Percentual de utilização por equipamento

Fonte: Freire, 2012.

Dessa maneira, os indicadores de gestão de equipamentos, bem como outros que podem ser criados pelo setor, dependendo da situação do hospital, abrangem uma ampla gama de métricas, incluindo a eficiência operacional dos equipa-

mentos, sua disponibilidade, conformidade com regulamentos e padrões de segurança, e a eficácia das ações de manutenção preventiva. Ao coletar e analisar esses dados, as instituições de saúde podem tomar decisões direcionadas para otimizar o desempenho de seus equipamentos, minimizar o tempo de inatividade não planejado e maximizar a eficiência dos recursos.

2.2 TIPOS DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020), encarregada de regulamentar o mercado de dispositivos médicos, estipula que abrangem todos os equipamentos destinados à área da saúde, incluindo os de finalidade médica, odontológica, laboratorial, fisioterápica, que são utilizados de forma direta ou indireta para diagnóstico, terapia, reabilitação, ou monitoramento de indivíduos, assim como aqueles com propósito estético e de embelezamento.

No âmbito dos Estabelecimentos de Apoio à Saúde (EAS), há diversos tipos de Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH), que podem ser categorizados com base em seu princípio de operação (mecânica, eletrônica, radiação, ótica, eletromecânica) ou de acordo com sua aplicação na área médico-hospitalar (diagnóstico, laboratório, suporte, imagem) (Calil; Teixeira, 1998).

A maioria dos equipamentos médicos consiste em dispositivos médicos que são ativos, implantáveis ou não. No entanto, há também equipamentos médicos não ativos, como cadeiras de rodas, macas, camas hospitalares, mesas cirúrgicas, cadeiras de exame e outros exemplos (ANVISA, 2020).

De acordo com o Ministério da Saúde (2013), os equipamentos podem ser categorizados com base em sua complexidade, sendo divididos em equipamentos de baixa, média e alta complexidade. Conforme podemos ver:

- Baixa complexidade: Classe cujos recursos humanos não precisam ser especializados e o treinamento é considerado bastante simples. Exemplo: esfigmomanômetro, banho-maria, berço aquecido.
- Média complexidade: Classe exige recursos humanos com formação básica e treinamento mais adequado. Exemplo: incubadora, centrífuga, eletrocardiógrafo.

- Alta complexidade: Classe de equipamentos que demandam técnicos qualificados e com treinamento técnico especializado. Exemplos: ressonância magnética, tomógrafos, ultrassom (diagnóstico por imagem).

Além disso, também se observa outros critérios de classificação, de acordo com Oliveira (2018):

- Equipamentos de diagnóstico: os dispositivos de diagnóstico são instrumentos ou aparelhos utilizados para a finalidade de avaliar a saúde dos pacientes. Com base nos sintomas relatados pelo indivíduo e avaliados pelo médico, esses recursos são usados para uma investigação mais aprofundada da hipótese diagnóstica, com o intuito de identificar possíveis anomalias no organismo que podem estar relacionadas aos sintomas observados.
- Equipamentos de tratamento: os dispositivos de tratamento, por outro lado, são projetados para diversas terapias. Isso significa que eles são empregados para restabelecer a função de tecidos ou órgãos afetados por determinadas condições patológicas, ou para oferecer suporte a possíveis procedimentos cirúrgicos.
- Equipamentos de suporte à vida: já os dispositivos de suporte vital são empregados quando o organismo do paciente não consegue operar por si só. Conforme o nome sugere, esses aparelhos se dedicam à preservação das funções corporais em indivíduos afetados por condições adversas de saúde.

Outro método de classificação de equipamentos médicos é quanto à criticidade dos mesmos. Equipamentos críticos são aqueles cujo mau funcionamento ou falha podem resultar em riscos significativos para a segurança do paciente. Por exemplo, ventiladores mecânicos em unidades de terapia intensiva ou monitores cardíacos utilizados para monitorar os sinais vitais.

De acordo com Vergara (1998), ao empregar a matriz de criticidade, torna-se possível compreender a relevância dos equipamentos no contexto hospitalar, avaliando a sua essencialidade para o sistema. Ao definir os níveis de criticidade, o engenheiro clínico poderá estabelecer prioridades na manutenção e nos serviços, visando, principalmente, evitar interrupções e danos, resultando, assim, em um aumento da disponibilidade e da confiabilidade dos equipamentos.

De acordo com Correia (2018), há várias abordagens para avaliar a significância dos equipamentos, todas seguindo um princípio semelhante. Primeiramente, critérios predefinidos recebem pontuações, após isso os equipamentos são classificados de acordo com esses critérios e, por fim, a classe de criticidade é determinada para cada equipamento.

A matriz de criticidade tem como objetivo primordial proporcionar uma compreensão dos efeitos e riscos que um equipamento pode acarretar em todo o ambiente hospitalar. Através da avaliação da criticidade, é possível estabelecer a estratégia de manutenção, criando uma espécie de hierarquia para determinar quais ativos devem receber prioridade. Portanto, ao determinar a criticidade dos equipamentos, é viável definir a estratégia de manutenção mais adequada, com o propósito de assegurar que o parque tecnológico do hospital funcione sem interrupções indesejadas, mantendo-se plenamente operacional (Vergara, 1998).

Caba hospital possui uma rotina única e particular, desse modo, toda matriz de criticidade pode ser criada e adaptada pelo responsável técnico da instituição, de modo que a matriz faça sentido para a realidade daquele hospital. Na figura 3 temos um exemplo de matriz de criticidade, retirada do trabalho de Baran, *et. al* (2013):

Figura 3 – Exemplo de matriz de criticidade

Critério	Requisitos de avaliação	Autores
Segurança e meio-ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ameaça a vida dos colaboradores; • Risco a saúde dos colaboradores; • Ameaça coletiva a sociedade; • Infração a normas e leis ambientais; 	Mobley <i>et al.</i> (2008); Siqueira (2009); Moubray (1997)
Critérios econômico-financeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de produção; • Custos diretos e indiretos; • Capacidade de alterar a produção; • Impacto na eficiência do processo; • Consumo demasiado de recursos; • Custos de procedimentos de manutenção; • Custos de peças e sobressalentes; 	Moubray (1997); Siqueira (2009); Mobley <i>et al.</i> (2008);
Critérios de produção e qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração no regime produtivo; • Reclamações de clientes (externo-internos); • Impacto na qualidade do produto; • Equipamentos sem sobressalentes; • Equipamentos “gargalos” na produção; • Impacto provoca danos no equipamento ou equipamentos vizinhos; 	Ribeiro (2010); Helmann (2008); Siqueira (2009);
Disponibilidade, confiabilidade e frequência das falhas	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo médio entre falhas (MTBF); • Tempo médio de reparo (MDT); • Taxa de falha; • Confiabilidade; • Frequência de falha; 	Campbell & Jardine (2001); Dilhon (2006); Smith & Hinchcliffe (2004);

Fonte: Baran *et. al* (2013).

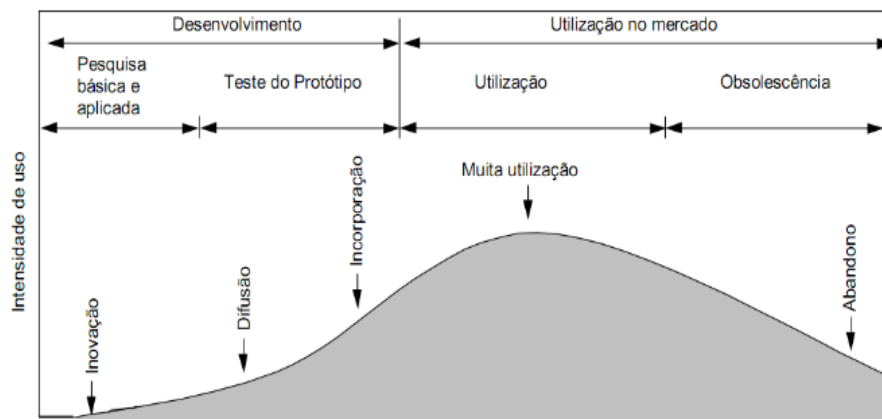
A classificação de criticidade é uma ferramenta importante na gestão de tecnologia médica para priorizar a manutenção preventiva, definir planos de contingência em caso de falhas, planejar a substituição de equipamentos obsoletos e alocar recursos de maneira eficaz. Além disso, a categorização da criticidade ajuda as instituições de saúde a cumprir regulamentações e normas de segurança, garantindo a qualidade do atendimento ao paciente e a segurança dos profissionais de saúde.

Um ponto interessante quando falamos de equipamentos médicos é sobre o ciclo de vida (CV) de tais equipamentos. Pois, essa compreensão é essencial para um planejamento mais eficaz dos recursos requeridos durante o uso dos equipamentos, bem como para adotar medidas visando estender a vida útil dos mesmos, seja por meio de manutenção ou treinamentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Para Calil (2004), é fundamental adquirir um conhecimento abrangente sobre a história do equipamento utilizado na EAS, incluindo sua vida útil, seu grau de obsolescência, sua categoria ou grupo ao qual pertence, além da perspectiva de substituição ao longo do processo de manutenção. Em resumo, é necessário compreender todos os aspectos do equipamento a fim de contribuir para sua manutenção, garantindo assim a obtenção de resultados de trabalho com qualidade e segurança.

Para Souza (2016), a importância da engenharia clínica se destaca, uma vez que este setor é encarregado de gerenciar todo o ciclo de vida da tecnologia de saúde. Sem a atuação dos profissionais desse setor, torna-se inviável manter a integridade, durabilidade e histórico de manutenções dos equipamentos, incluindo os registros de calibrações, manutenções preventivas, análises de segurança elétrica e qualificações.

Figura 4 – Ciclo de vida de um equipamento médico



Fonte: Sônego (2007).

Para Dalcol (2001), a incorporação/inação (que envolve especificação, aquisição, instalação e treinamentos), a utilização (incluindo manutenção, calibrações e contratos) e a renovação (abarcando descarte e substituição) adequadas, juntamente com a avaliação do desempenho desses equipamentos, são atividades que precisam ser implementadas de maneira precisa para garantir a utilização eficaz de todo o ciclo de vida de um recurso tecnológico. Muitas vezes, embora esses recursos estejam disponíveis na unidade, eles não podem ser utilizados devido a problemas de manutenção ou à falta de capacitação dos operadores.

É importante destacar que a gestão eficaz do ciclo de vida dos equipamentos médicos é crucial para garantir a qualidade do atendimento ao paciente, a segurança dos profissionais de saúde e a eficiência operacional das instituições de saúde. Além disso, a manutenção regular e o descarte adequado são aspectos fundamentais para minimizar o impacto ambiental e garantir o cumprimento das regulamentações.

2.3 INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Um inventário de equipamentos tem como objetivo permitir que gestores e outros profissionais envolvidos tenham um controle sobre a utilização e importância dos equipamentos, incluindo sua contribuição para o balanço patrimonial (Drumond, 2022).

Além disso, esse registro tem a finalidade de prevenir a depreciação do patrimônio da empresa. Máquinas e equipamentos desempenham um papel crucial na prestação de serviços, já que a manutenção preventiva e preditiva pode não ser viável quando esses equipamentos estão em condições inadequadas de uso.

O inventário é um item tão importante que é previsto na Norma Regulamentadora 12, que fala da Segurança no Trabalho de Máquinas e Equipamentos. Essa NR, transcreve que:

12.153. O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização com representação esquemática, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado (BRASIL, 2022).

Se o inventário não for produzido, a NR 12 prevê uma série de sanções. A penalidade monetária imposta pela não observância dessa obrigação pode oscilar

entre R\$ 1.201,25 e R\$ 3.494,17, variando conforme o quadro de funcionários da empresa (BRASIL, 2022).

Para Kelm (2020), outro aspecto relevante está relacionado à situação em que esse registro não é obrigatório. De acordo com a NR 12, "microempresas e empresas de pequeno porte estão isentas da obrigatoriedade de elaborar o inventário de máquinas e equipamentos".

Portanto, empresas classificadas como microempresas ou empresas de pequeno porte em termos fiscais não têm a obrigação de elaborar esse registro, embora seja altamente recomendado em muitos cenários para melhorar a eficiência e assegurar a segurança dos funcionários.

O inventário precisa fornecer uma avaliação precisa da condição de todas as máquinas e equipamentos da empresa e deve ser mantido constantemente atualizado. Isso é essencial, já que o inventário desempenha um papel fundamental ao apoiar as atividades de gestão e monitoramento da conformidade com as Normas de Segurança (Bregalda, 2015).

Para Bregalda (2015), a Norma Regulamentadora NR-12, juntamente com seus anexos, estabelece diretrizes técnicas, princípios essenciais e medidas de segurança para assegurar a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Além disso, define requisitos mínimos para prevenir acidentes e doenças ocupacionais em todas as fases, desde o projeto até a utilização de máquinas e equipamentos de diversos tipos. Ela se aplica também à fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão, sob qualquer circunstância, em todas as atividades econômicas.

Segundo a NR 12, estas são os equipamentos que NÃO precisam estar presentes no documento:

- Eletrodomésticos;
- Máquinas estáticas;
- Equipamentos movidos via força humana

Além disso, os equipamentos e máquinas que possuam a certificação do Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia devem ser registrados no documento. É importante ressaltar que a presença dessa certificação é um sólido indicativo de que o equipamento está em conformidade para uso profissional no ambiente de trabalho. Portanto, sua inclusão não é requerida (Drumond, 2022).

Quando nos referimos a máquinas estáticas ou estacionárias, estamos tratando de máquinas que não geram movimento durante a operação, como é o caso de transformadores ou painéis elétricos. O movimento das máquinas é um dos principais contribuintes para acidentes (Kelm, 2020). Assim, máquinas que permanecem inativas são consideravelmente mais seguras e requerem menos precauções.

Além disso, temos as máquinas acionadas manualmente, ou seja, aquelas que dependem da força do próprio trabalhador para operar. Um exemplo típico é o carrinho de mão, amplamente utilizado na construção civil para transportar cargas.

Portanto, excetuando essas situações, todas as máquinas devem ser registradas no documento. Quanto mais complexo for o equipamento, maior deve ser o cuidado dedicado a ele ao elaborar o inventário. Podemos ver um exemplo de planilha de inventário na figura 5.

Figura 5 – Exemplo de planilha de inventário de equipamentos

ENGENHARIA ADEQUADA					
Cliente			Prestador		
Empresa: nome da empresa do cliente			Nome da sua empresa		
Responsável técnico do cliente			Nome do responsável técnico da sua empresa		
ID	Nº DE SÉRIE	NOME	SETOR	TIPO	MODELO
EQUIP-01	0047	BETONEIRA	CANTEIRO DE OBRAS	MISTURADOR	C0047
EQUIP-02	0045	COMPRESSOR DE AR	CANTEIRO DE OBRAS	PNEUMÁTICO	C0045
EQUIP-03	0032	FURADEIRA	CANTEIRO DE OBRAS	PERFURADOR	C0032
EQUIP-04	0011	BOMBA D'ÁGUA	CANTEIRO DE OBRAS	BOMBA CENTRÍFUGA	C0011
EQUIP-05	0089	ESMERILHADEIRA	CANTEIRO DE OBRAS	LIXADEIRA	C0089

Dessa forma, vemos a importância de um planejamento na realização do inventário, bem como dispor de ferramentas e tecnologias para tal, como planilhas e *softwares*. Contudo, a realização de um inventário de equipamentos pode ser uma tarefa desafiadora devido a várias dificuldades que podem surgir ao longo do processo. De acordo com Kelm (2020), algumas das principais dificuldades incluem:

- **Extensão e diversidade:** Em muitas organizações, especialmente em hospitais, indústrias e grandes empresas, a quantidade e a diversidade de equipamentos podem ser esmagadoras. Identificar, registrar e manter informações precisas sobre todos esses equipamentos pode ser um desafio logístico significativo.
- **Localização:** Equipamentos podem estar espalhados em diversas áreas e departamentos. Encontrar e registrar todos os equipamentos, especialmente aqueles que podem estar em locais remotos ou móveis, pode ser complicado.
- **Mudanças constantes:** Equipamentos são frequentemente movidos, realocados ou substituídos. Manter o inventário atualizado é um desafio constante, especialmente em organizações com alta rotatividade de equipamentos.
- **Registros incompletos ou desatualizados:** Em algumas situações, os registros existentes sobre os equipamentos podem ser imprecisos, desatualizados ou incompletos. Isso requer uma investigação mais aprofundada para obter informações precisas.

Para superar essas dificuldades, é importante planejar cuidadosamente o inventário, atribuir responsabilidades claras, usar tecnologia adequada (como *software* de gerenciamento de ativos) quando possível e realizar verificações regulares para garantir que as informações estejam atualizadas. A realização de treinamento para funcionários envolvidos no processo de inventário também pode ser benéfica. Em última análise, um inventário preciso e atualizado é fundamental para a gestão eficaz de ativos e para garantir a segurança e eficiência das operações em diversas organizações.

2.4 INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS HOSPITALARES

Conforme a Organização Mundial da Saúde (2011), o inventário de equipamentos médicos hospitalares é uma relação minuciosa dos ativos sob a guarda de uma organização ou instituição. A finalidade desse registro é manter uma atualização

constante, a fim de assegurar um relato preciso e atualizado de todos os ativos em posse da organização, refletindo o estado atual de cada equipamento.

A execução de um inventário em um estabelecimento de saúde é considerada um dos requisitos fundamentais para a prestação de serviços de engenharia clínica, como indicado por Carvalho (2023). Através do inventário, é viável obter informações sobre o parque tecnológico do ambiente, tanto em termos de qualidade quanto de quantidade, o que desempenha um papel crucial em atividades de gerenciamento, incluindo a elaboração do plano de manutenção, entre outras.

Conforme Autio (2004) e a Organização Mundial da Saúde (2011), os elementos essenciais a serem incluídos em um inventário de equipamentos são: número de identificação do equipamento, tipo de equipamento, descrição, fabricante, modelo, número de série, localização física na unidade, estado do equipamento, data da realização/atualização do inventário e fornecedor do serviço de manutenção

Portanto, é imperativo estabelecer um sistema de codificação e rastreamento que englobe informações como a origem dos equipamentos, o fabricante, o modelo, o número de série, a funcionalidade, a quantidade existente no hospital, a data de aquisição, o valor e a localização dos equipamentos. Todos esses elementos permitem a individualização de cada equipamento e podem evoluir à medida que novas tecnologias médicas surgem. Portanto, é fundamental revisar periodicamente esse registro para acompanhar a circulação dos equipamentos entre os diversos setores e avaliar a necessidade de adquirir novos equipamentos (BRASIL, 2002).

Além disso, é crucial manter uma ficha de registro do ciclo de vida do equipamento, que deve abranger todo o histórico do uso do equipamento dentro da instituição. Esse registro é especialmente essencial durante processos de manutenção, já que o sucesso e a eficácia do programa de manutenção dependem da veracidade e precisão das informações fornecidas no inventário (BRASIL, 2002). Isso inclui detalhes como tipos de equipamentos, quantidades, frequência de falhas de cada equipamento ou modelos, modelo e serviço, idade, taxa de utilização e ociosidade, bem como o histórico de manutenções corretivas e preventivas e os operadores envolvidos.

De acordo com Lino (2021), uma base inicial para o inventário de equipamentos pode ser obtida a partir dos registros mantidos pelo departamento de patrimônio. No entanto, a conclusão do cadastramento de equipamentos é alcançada somente após uma inspeção minuciosa de todos os setores do hospital onde os equipamentos

estão alocados. Nessa etapa, são coletadas informações abrangentes sobre os equipamentos, incluindo modelo, número de série, localização, número de patrimônio e detalhes relacionados à sua funcionalidade.

3. FERRAMENTAS TI PARA REALIZAÇÃO DE INVENTÁRIOS

A realização de inventários desempenha um papel crucial na gestão eficaz de ativos, estoques e bens, sendo uma prática indispensável para organizações de todos os portes, empresas de diferentes setores e até mesmo para indivíduos que desejam manter controle sobre seus pertences. Esse processo não apenas proporciona uma visão abrangente do inventário disponível, mas também é fundamental para aprimorar a eficiência operacional, minimizar custos desnecessários e maximizar a utilização dos recursos.

Nesse cenário, a tecnologia desempenha um papel vital, oferecendo uma variedade de ferramentas especializadas projetadas para simplificar e otimizar os procedimentos relacionados a inventários. Essas ferramentas não só automatizam tarefas, reduzindo a probabilidade de erros manuais, como também proporcionam uma transparência maior, permitindo que gestores e responsáveis tenham uma compreensão mais profunda das dinâmicas do inventário.

Entre as diversas ferramentas disponíveis no mercado, os Sistemas de Gestão de Inventário (SGI) destacam-se como soluções abrangentes e integradas. Esses sistemas oferecem funcionalidades como rastreamento em tempo real, geração de relatórios detalhados, previsão de demanda e integração com outros aspectos do gerenciamento empresarial, proporcionando uma visão holística das operações.

Além disso, a implementação de tecnologias como códigos de barras e RFID (Identificação por Radiofrequência) aprimora significativamente a precisão do inventário. Empresas especializadas oferecem dispositivos como scanners de códigos de barras e leitores RFID, proporcionando métodos eficazes de identificação e rastreamento de itens, melhorando a velocidade e a acurácia do processo.

Aplicativos de inventário móvel também ganham destaque, permitindo que usuários registrem dados diretamente de dispositivos móveis, agilizando a coleta de informações e possibilitando uma gestão dinâmica, especialmente útil para empresas com ambientes operacionais diversificados.

Contudo, a necessidade de portabilidade das aplicações e dos dados obtidos com inventário com o tempo pode tornar-se um problema caso sejam utilizados

apenas meios físicos de armazenamento. A evolução para soluções baseadas em nuvem oferece flexibilidade e acessibilidade, permitindo o gerenciamento remoto do inventário, colaboração em tempo real e atualizações instantâneas, independentemente da localização física dos itens.

Em suma, a realização de inventários não é apenas uma prática contábil, mas uma estratégia essencial para a eficiência operacional e o sucesso sustentável de organizações e indivíduos. A escolha adequada de ferramentas tecnológicas alinhadas às necessidades específicas de cada contexto é fundamental para assegurar que o processo de inventário não apenas atenda aos requisitos básicos, mas também contribua para a melhoria contínua e a inovação dentro da gestão de ativos e estoques. Nos tópicos a seguir, será detalhado um pouco mais as tecnologias citadas anteriormente.

3.1 SISTEMAS DE GESTÃO DE INVENTÁRIOS (SGI)

Para falar dos SGI, primeiro precisamos explicar o conceito de ERP. A sigla ERP, que corresponde a *Enterprise Resource Planning*, tem uma tradução literal como "Planejamento dos Recursos da Empresa", embora essa expressão possa não representar totalmente os objetivos reais desse sistema. Padilha e Marins (2005) destacam que o termo "planejamento" não se aplica integralmente, e "recursos" é mais uma terminologia de ligação. A ênfase está na palavra "empresa", sendo essa a verdadeira ambição dos sistemas ERP.

Os sistemas ERP proporcionam rastreamento e visibilidade abrangente da informação em qualquer área da empresa e em sua cadeia de suprimentos, permitindo decisões informadas (CHOPRA e MEINDL, 2003).

De acordo com Padilha & Marins (2005), no Brasil, esses sistemas também são conhecidos como Sistemas Integrados de Gestão Empresarial e exercem controle e suporte em todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. A necessidade de registrar todas as transações da empresa é fundamental para garantir que as consultas realizadas no sistema reflitam com precisão a realidade.

Em sua essência, o ERP é um sistema integrado que facilita um fluxo de informações contínuo e consistente por toda a empresa, operando sobre uma única

base de dados. Ele atua como uma ferramenta para aprimorar os processos de negócios, como produção, compras ou distribuição, fornecendo informações em tempo real e online.

Dentre os sistemas ERP mais famosos, temos o *SAP Inventory Management*. A origem da sigla SAP está na expressão alemã "*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*", que, em português, traduz-se como "Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados" (Silva, 2013).

3.2 SISTEMAS DE CÓDIGO DE BARRAS E RFID

De acordo com Silva (2005), o sistema de inventário através do código de barras em um sistema de controle de estoques ou inventário traz benefícios como a viabilização da captura automática dos dados por meio de leitura óptica nas operações automatizadas, o que agiliza o processo de movimentação de entrada e saída de produtos e reduz a possibilidade de erros de digitação. Além disso, o código de barras permite discriminar os diferentes itens estocados e aplicar um grau de controle em cada um, o que ajuda a otimizar o gerenciamento de estoques.

Os códigos de barras de produtos costumam aderir ao formato EAN-13, que possui 13 dígitos. Conforme nos diz Pinto (2014), os três primeiros dígitos são destinados a identificar o país de registro do produto, sendo 789 o código correspondente ao Brasil. O código designado para uso no Brasil, conforme estabelecido pela EAN, é composto apenas por números e segue o formato 789FFFPPPPV, onde 789 representa o país (Brasil), FFFF é a identificação do fabricante, PPPP refere-se ao produto, e V é o dígito verificador.

Além disso, de acordo com Pinto (2014), temos os seguintes tipos de códigos de barra:

- EAN-13, mostrado na Figura 6, como já dito, composto de 13 números, sendo o mais utilizado no Brasil.

Figura 6 – Exemplo de código de barras EAN-13



Fonte: Pinto (2014).

- UPC, mostrado na Figura 7, semelhante ao EAN-13, mas composto de 12 número. Usado nos Estados Unidos e Canadá.

Figura 7 – Exemplo de código de barras UPC



Fonte: Pinto (2014).

- EAN-2, EAN-5, EAN-8, semelhantes ao EAN-13, diferenciando apenas na quantidade de dígitos.

Figura 8 – Exemplo de código de barras UPC



Fonte: Pinto (2014).

- Código 128, mostrado na Figura 9, geralmente usado na saúde e logística, fornece muito mais informação pela combinação de letras e números.

Figura 9 – Exemplo de código de barras UPC



Fonte: Pinto (2014).

- QR CODE, mostrado na Figura 10, dito como a evolução do código de barras. É projetado para a leitura por smartphones, podendo conter hiperlinks, arquivos, dentre outros tipos de informação.

Figura 10 – Exemplo de código de barras UPC



Fonte: Pinto (2014).

Quando aplicados em um sistema de gerenciamento de estoques e inventário, geralmente o processo ocorre nas seguintes etapas: quando um produto é recebido no depósito, ele é etiquetado com um código de barras que contém informações como o número do lote, a data de validade e a quantidade. Durante o processo de movimentação de entrada e saída de produtos, os códigos de barras são lidos por um leitor óptico e as informações são registradas automaticamente no sistema de gerenciamento de estoques. Além disso, quando um pedido é feito, o número do pedido é informado no computador e o sistema busca os dados do pedido (cliente, produto, quantidade pedida, quantidade embalada) no sistema de vendas (Silva, 2005).

De acordo com Costa (2009), a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) é um sistema de identificação automática que utiliza ondas de rádio para transmitir dados entre uma etiqueta (tag) e um leitor (interrogador). A tag é fixada em um objeto que precisa ser identificado e contém informações sobre o objeto e sua identificação. O leitor coleta as informações das tags e envia para um computador host, onde elas são manipuladas. Para que o leitor possa ler as tags, elas devem estar contidas em uma área próxima ao mesmo, chamada área de interrogação. O sistema RFID é composto por interrogadores (também conhecidos como leitores), tags (também conhecidos como etiquetas inteligentes) e um host que fará toda coleta, processamento e armazenamento de dados gerados a partir das leituras realizadas.

O uso da tecnologia RFID para controle de inventário traz diversas vantagens, como maior agilidade no processo de contagem de estoque, redução de erros humanos, maior precisão na identificação de produtos, redução de custos com mão de obra, maior segurança física da loja, entre outras. Além disso, a tecnologia RFID permite que o controle de inventário seja feito em tempo real, o que possibilita uma melhor gestão de estoque e uma maior eficiência na cadeia de abastecimento (Costa, 2009).

Rei (2010), nos traz algumas comparações entre o uso de código de barras e RFID:

- **Contagem de itens:** Enquanto o código de barras requer que o item seja lido em proximidade ao leitor, a RFID não necessita de apontamento direto, proporcionando rapidez no inventário e prevenindo erros.
- **Informação e personalização:** A RFID possui uma ampla capacidade de memória que permite a regravação de informações e a reutilização de etiquetas, ao passo que o código de barras segue um padrão que possibilita a gravação apenas uma vez.
- **Ambiente:** O código de barras muitas vezes enfrenta obstáculos em ambientes com pouca luz, resultando em dificuldades de leitura. Por outro lado, a RFID permite uma leitura fácil e eficaz, independentemente do cenário, inclusive em locais visualmente desafiadores, como equipamentos de forro em hospitais.
- **Localização de itens:** Ao contrário do código de barras, a RFID viabiliza a verificação se um item está em movimento ou foi realocado, além de possibilitar a consulta a lotes e datas específicas de movimentação.

Nota-se que ambas as metodologias possuem suas especificidades, cabe analisar a situação para identificar qual melhor se encaixa em cada situação. Em um hospital por exemplo, cabe a reflexão se um sistema RFID é o mais indicado devido ao custo de implementação. Como em um hospital temos diversos setores e entradas, colocar sensores de rádio frequência em cada um deles pode ser dispendioso. Assim como colocar um código de barras em cada aparelho, pode implicar na necessidade de diversos leitores de códigos espalhados pelo hospital.

3.3 APLICATIVOS DE INVENTÁRIO MÓVEL

Os aplicativos móveis de inventário de equipamentos são ferramentas essenciais para empresas e organizações que precisam gerenciar eficientemente seus ativos. Esses aplicativos oferecem uma maneira conveniente e eficaz de rastrear, catalogar e monitorar equipamentos em tempo real. São aplicativos úteis, pois, podem ser instalados no celular de qualquer funcionário, sem demandar um hardware específico

como no caso de leitores de códigos de barras ou sensores de radiofrequência. Acabam sendo uma solução mais barata para pequenas e médias empresas.

Temos alguns exemplos de aplicativos que são utilizados para inventário, como o Inventário App, utilizado para inventário mobiliário. O Inventário APP é um aplicativo móvel que substitui os aparelhos coletores de dados utilizados no processo de inventário patrimonial de bens móveis da Secretaria de Estado da Fazenda de Minas Gerais. Ele apresenta novas funcionalidades, como permitir ao usuário identificar os bens lidos/não lidos na tela do aparelho e os bens que foram informados manualmente, o que contribui para a confiabilidade das coletas permitindo realização de auditoria quanto ao trabalho realizado (MINAS GERAIS, 2019).

De acordo com Gomes (2021), as principais vantagens de utilizar dispositivos móveis para realizar inventários são a redução de custos, já que muitas empresas já possuem celulares e tablets, a facilidade de uso, já que os colaboradores já estão familiarizados com esses dispositivos, e a possibilidade de automatizar processos de inventário sem grandes gastos. Além disso, no próprio trabalho de Gomes (2021) é descrita uma solução que inclui a possibilidade de gerenciamento de inventários no próprio aplicativo mobile, diminuindo assim a necessidade de uma plataforma web, e sugere a utilização de leitores de código de barras externos como uma sugestão de implementação futura após validação do protótipo do aplicativo.

Dessa maneira, observa-se que aplicativos móveis são opções interessantes quando se busca economizar na hora de encontrar uma ferramenta para realizar de inventário, bem como a praticidade de ser usado em quase qualquer celular.

3.4 SOLUÇÕES DE NUVEM: GOOGLE SHEETS PARA INVENTÁRIO

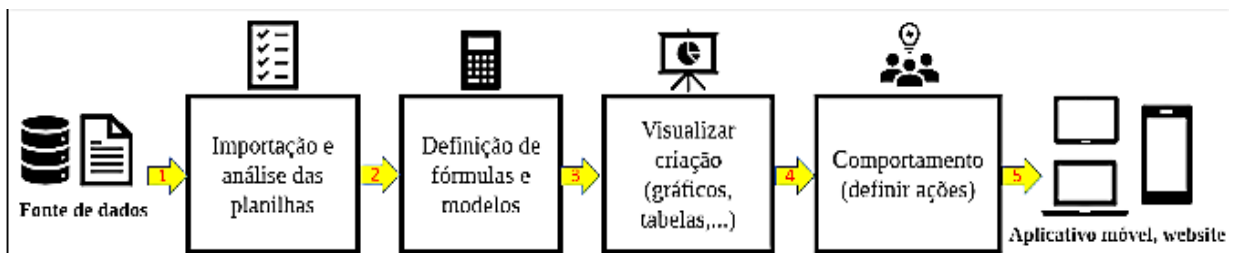
O *AppSheet* representa uma plataforma de desenvolvimento de *low code* acessível na internet, possibilitando a criação e distribuição descomplicada de aplicativos móveis, para tablets e web, a partir de fontes de dados em nuvem, como planilhas do Google Sheets, e bancos de dados, sem a necessidade de codificação (PETROVIĆ *et al.*, 2020). A utilização da plataforma é gratuita para até 10 usuários beta/teste, permitindo a prototipagem. Entretanto, para implementações em larga escala no contexto comercial, são aplicadas mensalidades, cujos detalhes estão disponíveis para consulta no site da plataforma. É importante notar que, dada a crescente

demanda e interesse por essa tecnologia, os valores podem sofrer variações rapidamente.

Para Petrović *et al.* (2020), a plataforma busca atender às exigências em cenários de aplicação empresarial, tais como gestão de projetos, administração do relacionamento com clientes, coordenação de tarefas diárias e facilitação na geração de relatórios personalizados. Quando há a demanda por funcionalidades avançadas, a versão gratuita suporta a inclusão de previsão de valor e reconhecimento óptico de caracteres (ROC). Já os recursos *premium* abrangem análise de sentimentos, detecção de anomalias, agrupamento de dados e diversas outras técnicas de aprendizado de máquina comumente empregadas.

Na figura 11, temos a estrutura de fluxo de dados do Google AppSheet:

Figura 11 – Fluxo de dados



Fonte: Petrović *et al.* (2020).

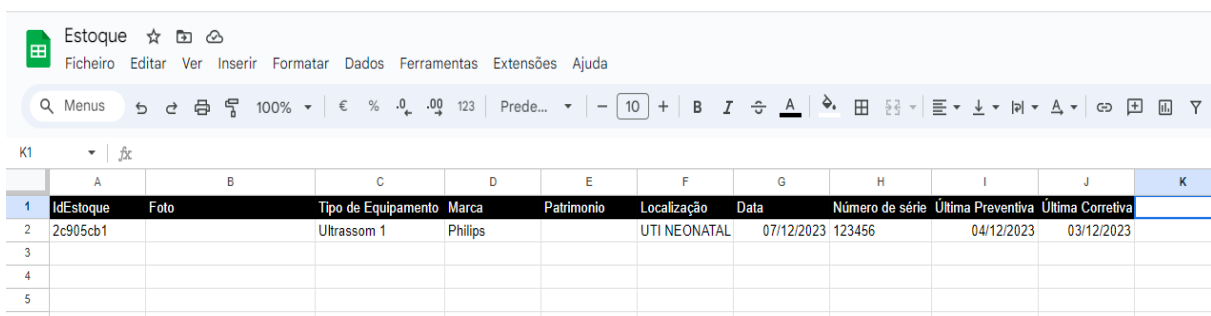
Até o momento, os aplicativos móveis construídos com base no *AppSheet* têm sido reconhecidos como uma solução eficaz em várias áreas industriais, mas sua utilidade não se restringe a esses contextos. Se observarmos o trabalho de Meneses (2022), o autor descreveu a criação de um aplicativo em *low code* utilizando *AppSheet* para a gestão de uma clínica médica de anestesia, o que mostra a pluralidade desta ferramenta.

O *Google AppSheet* é uma ferramenta eficaz para a realização de inventários, proporcionando uma abordagem simplificada e eficiente para o gerenciamento de ativos, cujos dados ficam sempre salvos na nuvem do Google. Por ser possível de utilizar em qualquer celular, torna-se eficaz para ser implementado em um setor de Engenharia Clínica sem necessidade de aumentar os custos do setor.

4. CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO

Como se trata de um aplicativo construído através do App Sheets, o primeiro passo se trata de criar uma planilha contendo as informações que desejamos obter em nosso inventário. Para este protótipo, foram definidas as seguintes informações: Tipo de equipamento, patrimônio, foto, marca, localização, data, número de série de equipamento, data da última preventiva e data da última corretiva. Tais informações foram definidas pois são as mais utilizadas em inventários de engenharia clínica. Na figura 12 temos a planilha do sistema de Estoque. Neste passo construímos apenas a estrutura básica do inventário, pois os dados serão inseridos através do aplicativo.

Figura 12 – Planilha de Estoque

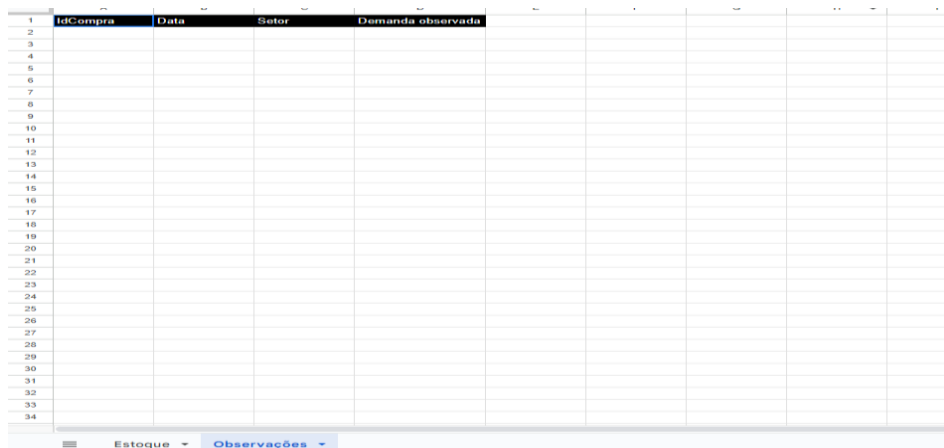


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	IdEstoque	Foto	Tipo de Equipamento	Marca	Patrimônio	Localização	Data	Número de série	Última Preventiva	Última Corretiva	
2	2c905cb1		Ultrassom 1	Philips		UTI NEONATAL	07/12/2023	123456	04/12/2023	03/12/2023	
3											
4											
5											

Fonte: Autor, 2023.

Também foi criada uma planilha de observações. Esta planilha é outra ferramenta do aplicativo, voltada para o registro de demandas que ocorrem quando estamos realizando o inventário de Engenharia Clínica nos setores de um hospital. Na figura 13 vemos a planilha de Observações.

Figura 13 – Planilha de registro de observações durante a ronda.

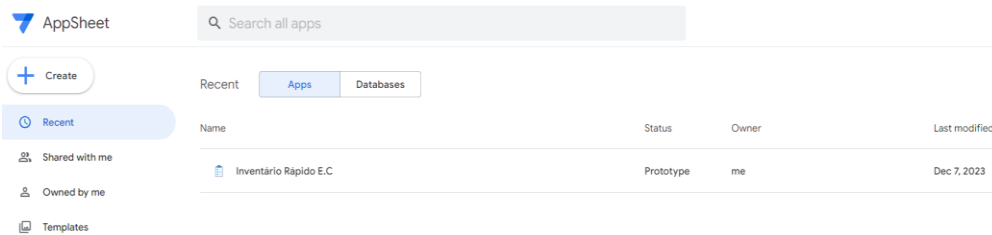


	IdCompra	Data	Sector	Demanda observada						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										

Fonte: Autor, 2023.

Após a construção das planilhas no *Sheets*, precisamos realizar a conexão com o *App Sheets*, onde precisamos ter cuidado de usar a mesma conta Google onde a planilha *Sheets* foi criada, e selecionar a fonte de dados que desejamos transformar em aplicativo. Na figura 14 temos a tela inicial do *App Sheets*.

Figura 14 – Tela inicial *App Sheets*



Fonte: Autor, 2023.

Selecionando a fonte de dados e a planilha correta, em seguida precisamos configurar cada item, escolhendo a forma como estão dispostos e a maneira que o *App Sheets* irá trabalhar com estes dados. Por exemplo, no campo de data, precisamos deixar ativar a função “Today ()”, que é uma função própria do Excel para que sempre fique registrado a data de hoje, para que sempre se saiba em que momento o inventário está sendo realizado. Outro ponto, é que podemos deixar quais itens são ou não obrigatórios. Neste trabalho, o campo foto, data da última preventiva e data da última corretiva ficaram como opcionais, pois nem sempre é possível obter tais informações no momento do inventário. Na figura 15 podemos observar essas e outras configurações.

Figura 15 – Tela de configurações do *App Sheet* após extração de dados

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA	SHOW?	EDITABLE?	REQUIRED?	INITIAL VALUE
._RoseNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
_IDEstoque	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	= UNIQUEID()
Foto	Image	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Tipo de Equipamento	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Marca	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Patrimônio	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Localização	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Data	Date	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	= Today()	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Número de série	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Última Preventiva	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
Última Corretiva	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Fonte: Autor, 2023.

Para a aba de Observações também precisamos ter o mesmo cuidado, deixando campos de escrita como texto e o campo data também com a função “Today ()”. Na figura 16 vemos as configurações da aba Observações.

Figura 16 – Configurações da aba Observações

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA	SHOW?	EDITABLE?	REQUIRE?	INITIAL VALUE	
1	_RowNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
2	IdCompra	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	= UNIQUEID()
3	Data	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	= Today()	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
4	Setor	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=
5	Demanda observada	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=

Fonte: Autor, 2023.

Outra função importante do App Sheets, é que podemos ir testando a funcionalidade do aplicativo antes de publicá-lo, com um simulador integrado para celular, tablet e computador. Isso permite que verifiquemos como o aplicativo se comporta em diversas plataformas, pois o mesmo é programado para funcionar simultaneamente em todas. Na figura 17 podemos ver este simulador integrado.

Figura 17 – Simulador integrado multiplataforma

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA	SHOW?	EDITABLE?	REQUIRE?	INITIAL VALUE	
1	_RowNumber	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
2	IdEstoque	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
3	Foto	Image	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
4	Tipo de Equipamento	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
5	Marca	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
6	Patrimônio	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
7	Localização	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
8	Data	Date	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	= Today()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
9	Número de série	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
10	Última Preventiva	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=
11	Última Corretiva	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=

Fonte:

Autor, 2023.

Com estes detalhes plenamente configurados, além da utilização de lógica de programação semelhante ao Excel, é possível compartilhar o aplicativo para que seja utilizado pelos usuários. Como foi utilizada uma versão gratuita do App Sheets, não é possível gerar um executável ou publicar o mesmo nas lojas de aplicativos, pois gerariam custos expressivos para um aplicativo em fase de prototipagem. Contudo, é possível fornecê-lo para uso. Para ter acesso, basta entrar em contato com o autor deste trabalho para que seja enviado um link de acesso ao aplicativo.

Foi construída uma tela inicial para o aplicativo, tanto na versão mobile quanto na versão web, para que assim que o usuário abra o link, conseguisse entender do que se trata o aplicativo. Na figura 18 podemos ver esta tela inicial.

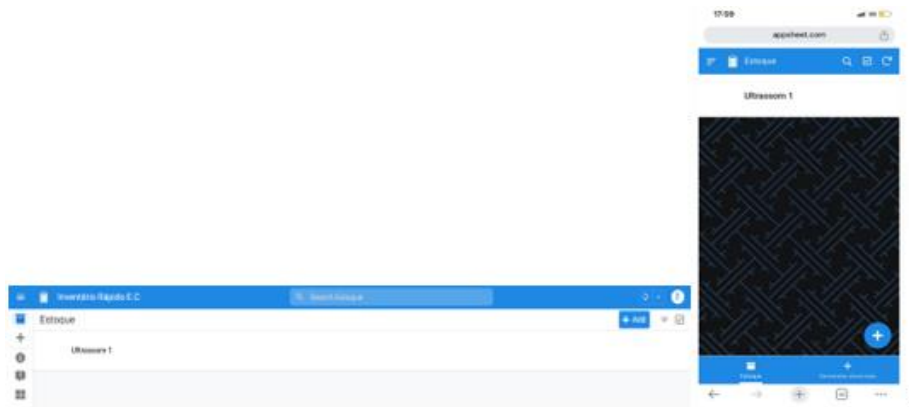
Figura 18 – Tela inicial do aplicativo Inventário Rápido E.C



Fonte: Autor, 2023.

Após esta tela, é necessário fazer o login através do email previamente liberado para acesso, em seguida, basta utilizar o aplicativo. Na figura 19, temos o aplicativo aberto em um computador versus o mesmo aberto em um celular. Observa-se que as funcionalidades são as mesmas, mas que ele está otimizado para as duas plataformas.

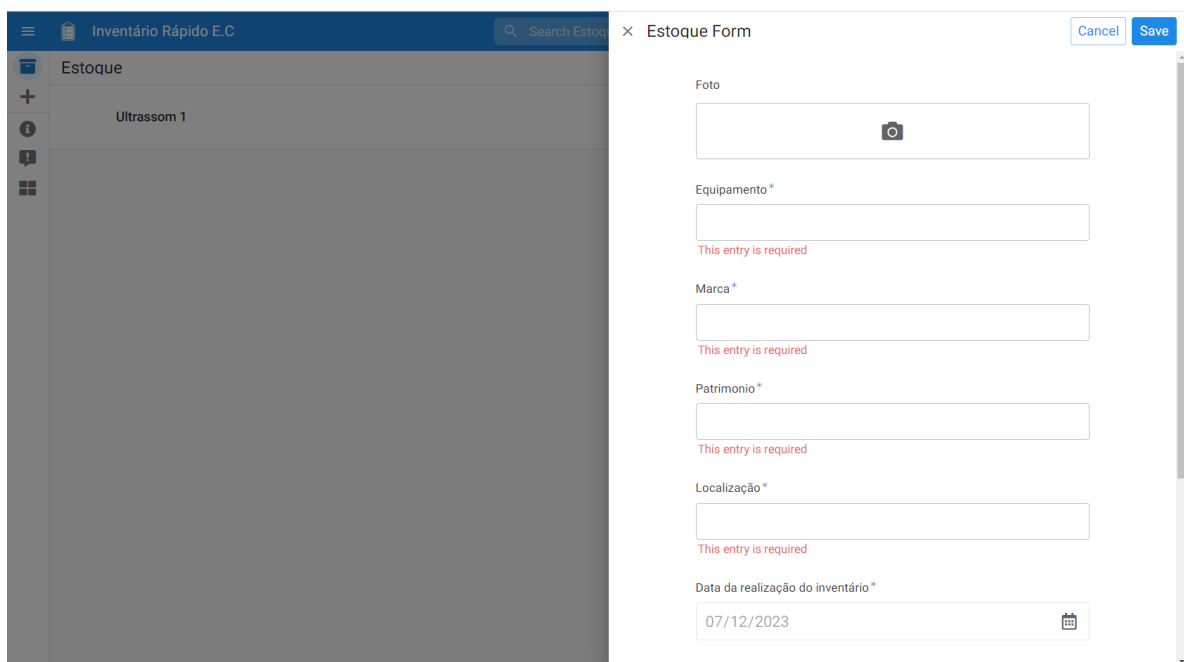
Figura 19 – Comparativo de exibição no computador versus mobile



Fonte: Autor, 2023.

Para realizar a construção do inventário, basta clicar no botão “+” no celular ou em “+Add” no computador. Em seguida será aberta uma tela para que seja possível a inserção das informações de inventário. Todas as informações que são inseridas, serão salvas originalmente na planilha criadas no *Sheets*, assim como as fotos, sendo tais dados registrados no *Google Drive* do dono do aplicativo. Na figura 20 observamos como funciona o formulário no computador.

Figura 20 – Formulário aberto no computador



Fonte: Autor, 2023.

Tanto pelo celular quanto pelo computador, é possível inserir fotos que estejam salvas nos respectivos dispositivos. Contudo, apenas pelo celular é possível tirar uma foto no momento em que o inventário está sendo realizado, conforme visto na figura 21.

E Quando inserimos os dados de inventário, as informações ficam prontamente disponíveis no aplicativo, conforme visto na figura 22.

Figura 21 – Formulário aberto no celular

13:18
WhatsApp
appsheet.com

← Estoque Form

Foto

Fototeca
Tirar Foto
Escolher Arquivo

Marca*

Localização*

Data da realização do inventário*
7 de dez. de 2023

Cancel Save

Fonte: Autor, 2023.

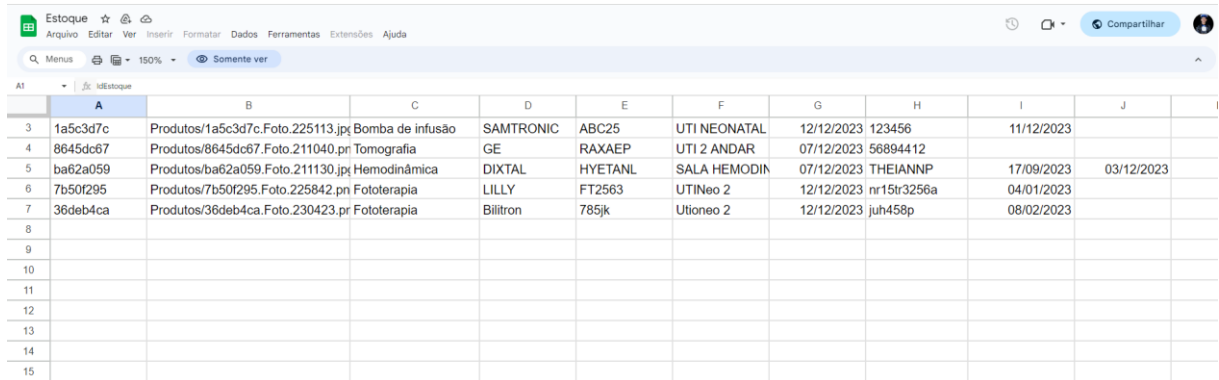
Figura 22 – Aplicativo após inserção de novas informações

Inventário Rápido E.C		Search Estoque	+ Add	List	Checkmark
+	Estoque				
+	Bomba de infusão				
+	Hemodinâmica				
+	Tomografia				
+	Ultrassom 1				

Fonte: Autor, 2023.

Da mesma forma, as informações inseridas são prontamente registradas na planilha original do *Sheets*, conforme figura 23.

Figura 23 – Planilha original após alterações

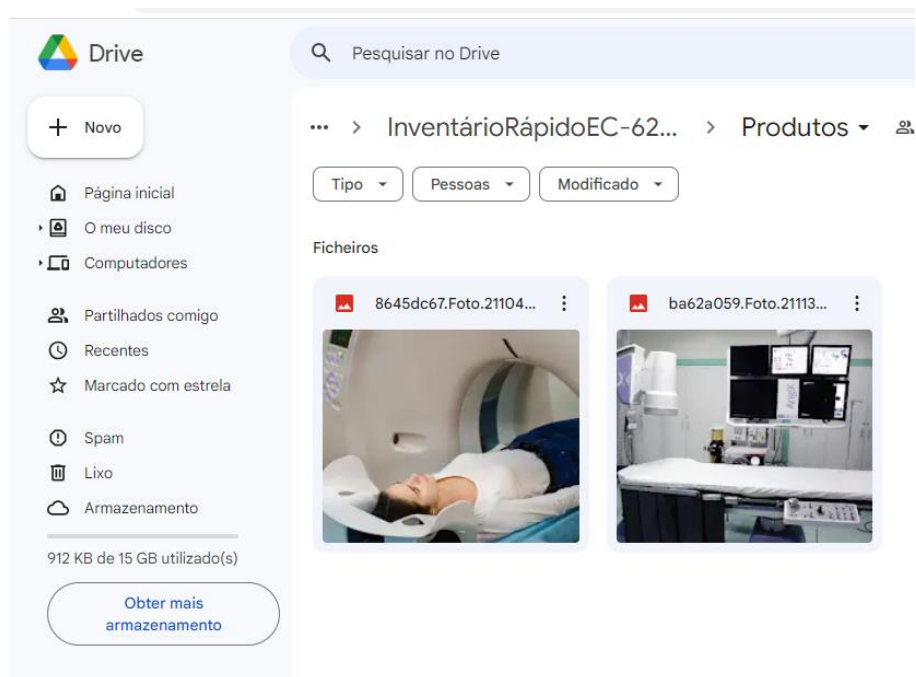


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	1a5c3d7c	Produtos/1a5c3d7c.Foto.225113.jpg	Bomba de infusão	SAMTRONIC	ABC25	UTI NEONATAL	12/12/2023	123456		11/12/2023
4	8645dc67	Produtos/8645dc67.Foto.211040.png	Tomografia	GE	RAXAEP	UTI 2 ANDAR	07/12/2023	56894412		
5	ba62a059	Produtos/ba62a059.Foto.211130.jpg	Hemodinâmica	DIXTAL	HYETANL	SALA HEMODIN	07/12/2023	THEIANNP		17/09/2023
6	7b50f295	Produtos/7b50f295.Foto.225842.png	Fototerapia	LILLY	FT2563	UTINeo 2	12/12/2023	nr15r3256a		04/01/2023
7	36deb4ca	Produtos/36deb4ca.Foto.230423.png	Fototerapia	Biitron	785jk	Utioneo 2	12/12/2023	juh458p		08/02/2023
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Fonte: Autor, 2023.

As fotos inseridas no aplicativo também ficam registradas na mesma pasta do *Google Drive* que a planilha foi criada, conforme visto na figura 24.

Figura 24 – Pasta onde as imagens inseridas ficam salvas



Fonte: Autor, 2023.

Para o formulário de observações, voltado para o registro de possíveis demandas durante a ronda de inventários, a lógica segue a mesma. Tudo é registrado no aplicativo e na planilha simultaneamente. Conforme visto na figura 25.

Figura 25 – Tela de observações

Fonte: Autor, 2023.

As observações ficam registradas por data e setor, sendo prontamente registradas na planilha original. Conforme figura 26.

Figura 26 – Registro de observações no aplicativo e na planilha

	A	B	C	D	E	F	G
1	IdCompra	Data	Setor	Demanda observada			
2	cb8393f3	07/12/2023	UTI NEONATAL	Oxímetro neonatal com defeito			
3	c8b9d1ec	07/12/2023	UTI 2	Bomba de infusão com defeito			
4							
5							
6							
7							
8							
9							

	Demanda observada	Data	Setor
+	UTI NEONATAL	7/12/2023	
+	UTI 2	7/12/2023	

Fonte: Autor, 2023.

Dessa forma, podemos observar que o aplicativo conseguiu o objetivo de ser um meio para auxiliar no inventário de engenharia clínica em todo o hospital, dispondo apenas de um celular, cujos dados são registrados automaticamente em uma planilha Excel, sem precisar de papel e caneta, economizando recursos e tempo do setor.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa oferece uma visão abrangente sobre a implementação bem-sucedida de um aplicativo *low code* utilizando o *Google App Sheets* para otimizar o processo de inventário de engenharia clínica. Ao longo deste trabalho, exploramos as vantagens práticas e eficiências proporcionadas pela transição do método tradicional de papel e caneta para uma abordagem digitalizada. A facilidade de utilização do aplicativo demonstrou ser crucial na realização das rondas de inventário, proporcionando uma experiência mais ágil e eficaz para os profissionais envolvidos.

A praticidade do aplicativo não apenas simplificou o processo, mas também contribuiu para a precisão e integridade dos dados coletados. A facilidade de acesso às informações em tempo real e a capacidade de realizar atualizações instantâneas podem promover uma gestão mais eficiente e uma tomada de decisão mais assertiva.

Além disso, a transição para um formato digital também teve impactos ambientais positivos, reduzindo o uso de papel e contribuindo para práticas mais sustentáveis. Este estudo destaca a importância da tecnologia *low code* na transformação de processos operacionais, destacando como uma solução aparentemente simples e com baixo custo que pode resultar em melhorias significativas na produtividade e eficácia, sem precisar gastar com aplicativos mais caros.

Em conclusão, a implementação do aplicativo *low code* intitulado “Inventário Rápido E.C” no *Google App Sheets* para o inventário de engenharia clínica não apenas demonstrou ser uma alternativa viável ao método tradicional, mas também proporcionou uma solução eficiente e amigável para os profissionais envolvidos. Este projeto destaca o potencial transformador da tecnologia na otimização de processos cotidianos, ressaltando a importância da inovação para enfrentar desafios e aprimorar a eficiência em ambientes clínicos e hospitalares.

Como trabalhos futuros, fica a possibilidade da finalização do mesmo, para publicações nas principais lojas de aplicativos, bem como a possibilidade de integrar um sistema leitor de códigos barras ou QR Code para facilitar ainda mais o inventário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUTIO, D. (2004). Clinical Engineering Program Indicators. The clinical engineering handbook, Elsevier Academic Press.(pp. 202–205).

ANTUNES, Elisabeth *et. al.* Gestão de Tecnologia Biomédica - Tecnovigilância e Engenharia Clínica. Paris: Cooperação Brasil-França e Éditions Scientifiques ACODESS, 2002. ISBN 85-88900-01-7.

AppSheet. Disponível em: <<https://cloud.google.com/appsheet?hl=pt-br>>. Acesso em: 08 sep. 2023.

BARAN, Leandro Roberto *et al.* Métodos e Ferramentas aplicados na Análise de Criticidade em Sistemas Industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3., 2013, Ponta Grossa - Pr. Anais [...] . Ponta Grossa - Pr: Conbrep, 2013. p. 1-12. Disponível em: <http://anteriores.aprepro.org.br/conbrep/2013/anais/artigos/gestaoproducao/20.pdf>. Acesso em: 25 outubro 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. Projeto REFORSUS. Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

BREGALDA, Mayara Balboena; PAULINO, Veridiana Cristina; SILVA, Wesley Batista da. Aplicação da NR-12 em máquinas e equipamentos: estudo de caso. 2015. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BRONZINO, J. D. Clinical engineering: Evolution of a discipline. Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Anais...IEEE, 1992.

CARVALHO, Auana Paola Silva. PROPOSTA DE GERENCIAMENTO E MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE EQUIPAMENTOS MÉDICO- HOSPITALARES BASEADA NA METODOLOGIA DE CRITICIDADE. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.

Classificação de Equipamentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/produtos-para-saude/conceitos-e-definicoes/classificacao-de-equipamentos>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

CORREIA. A. L.T., Avaliação do grau de criticidade dos equipamentos médico-hospitalares das UTIs da maternidade escola Januário Cicco. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

COSTA, Thiago Luiz Leite Ribeiro. Sistema de Controle de Inventário Através da Tecnologia RFID. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Computação, Centro Universitário de Brasília, 2009.

DEL SOLAR, João Gabriel Martin. A Engenharia Clínica Brasileira: Objetivos, Responsabilidades, Requisitos. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2017.

DRUMOND, B. Inventário de equipamentos: obrigatoriedade e como fazer, com exemplo, 2022. Disponível em: <<https://adequada.eng.br/inventario-equipamentos/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

FREIRE, R. P. et al. Gestão de equipamentos médicos: O papel das práticas de qualidade em um hospital de excelência brasileiro. 2012.

FONSECA DE OLIVEIRA, A. R.; ALENCAR, M. S. de M. O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde. RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, SP, v. 15, n. 1, p. 234–245, 2017. DOI: 10.20396/rdbci.v15i1.8648137. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8648137>. Acesso em: 1 jul. 2023.

GOMES, Francisco Matheus do Carmo. Desenvolvimento de uma aplicação para realização de Inventários Utilizando dispositivos móveis. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, 2022.

GOMES, Leila Cristina Nunes; DALCOL, Paulo Roberto Tavares. GERÊNCIA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS COMO UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA GERENCIAL. 2001. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ene-gep2001_tr81_0758.pdf. Acesso em: 20 outubro 2023.

GUEDERT, Douglas. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS – METODOLOGIAS DE TI PARA ENGENHARIA CLÍNICA (dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

KELM, Marcelo Fernando. INVENTÁRIO E ORIENTAÇÃO PARA SEQUENCIAMENTO DE PREVALÊNCIA EM APRECIÇÃO DE RISCOS EM DOBRADEIRA HD-CNC. Trabalho de Conclusão de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Unisinon, 2020.

LINO, Marcelo Kuhn. Plano de manutenção preventiva para equipamentos médico-hospitalares do Hospital Unimed Erechim. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/234584>. Acesso em 20 de outubro de 2023.

MENEZES, Gabriel Prestes. PROPOSTA DE UM APLICATIVO *LOW CODE* PARA GERENCIAMENTO DE ROTINA EM UMA CLÍNICA MÉDICA DE ANESTESIA. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, 2022.

MANSO, J. M. D. Práticas de gestão de equipamentos médicos no Hospital da Luz. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa, 2012.

MINAS GERAIS, S. DE E. DE F. DE M. G. G. DO E. Inventário APP: Modernização da gestão patrimonial mobiliária. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4145/1/Invent%a1rio%20APP_Moder-niza%a7%a3o%20da%20gest%a3o%20patrimonial%20mo-bili%a1ria.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

OLIVEIRA, Marian Campos Guimarães. METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO DE MANUTENÇÕES EM EQUIPAMENTOS MÉDICOS DE UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA. Anais do XVI CEEL, Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Global Observatory for eHealth. mHealth, New Horizons for Health through Mobile Technologies. Geneva (Switzerland): WHO; 2011.

PETROVIĆ, Nenad et al. Data-Driven Mobile Applications Based on *AppSheet* as Support in COVID-19 Crisis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL, ELECTRONIC AND COMPUTING ENGINEERING, 7., 2020, Belgrade. Actas [...]. Sérvia: IcETTRAN, 2020. p. 1-7. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/343678867_Data-Driven_Mobile_Applications_Based_on_AppSheet_as_Support_in_COVID-19_Crisis>. Acesso em: 7 novembro de 2023.

PINTO, Marcelo Caballero Alves. CÓDIGO DE BARRAS: Um estudo de múltiplos casos. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção, Universidade São Francisco, Campinas, 2014.

REI, Jorge. RFID Versus Código de Barras. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Lisboa, 2010.

SANTOS, R. M. dos; DALLORA, M. E. L. do V. Avaliação de indicadores de desempenho da área de engenharia clínica: uma proposta para um hospital público

universitário. *Medicina (Ribeirão Preto)*, [S. l.], v. 52, n. 1, p. 34-46, 2019. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v52i1p34-46. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/159627>. Acesso em: 19 out. 2023.

SILVA, Jucelino Almeida. Implantação do código de barras em um sistema de controle de estoques: O caso de uma agroindústria. *Revista Custos e @gronegocio on line* - v. 1, n. 2 - Jul/Dez - 2005. ISSN 1808-2882.

SILVA, R. H. *et al.* Aplicativos de saúde para dispositivos móveis: Uma revisão integrativa / Health applications for mobile devices: An integrative review. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 5, p. 11754–11765, 2020.

SÔNIGO, Fernando Santos. Estudo de métodos de avaliação de tecnologias em saúde aplicada a equipamentos eletromédicos. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOUZA, Guilherme Alvarenga Sampaio de. Análise do Ciclo de Vida de Equipamento Médico Através de Metodologias de Avaliação de Tecnologias em Saúde. Brasília, DF, 2016- 59 p.

TERRA, Thiago Gomes. *et. al.*, UMA REVISÃO DOS AVANÇOS DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL. *Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 47-61, 2014.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 2.ed. São Paulo : Atlas, 1998.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Observatório Global da Saúde em Linha. mSaúde, Novos Horizontes para a Saúde através das Tecnologias Móveis. Genebra (Suíça): OMS; 2011.