UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

WILLIAN PIRES LODDI

**ANÁLISE DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE
APARELHOS DE ULTRASSONOGRAFIA EM HOSPITAL DE ALTA
COMPLEXIDADE, ENSINO E PESQUISA**

RIBEIRÃO PRETO

2020

WILLIAN PIRES LODDI

**ANÁLISE DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE APARELHOS
DE ULTRASSONOGRAFIA EM HOSPITAL DE ALTA COMPLEXIDADE,
ENSINO E PESQUISA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Gestão de
Organizações de Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Altacílio A. Nunes.

RIBEIRÃO PRETO – SP

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta dissertação, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

LODDI, Willian Pires

Análise do sistema de manutenção preventiva de aparelhos de ultrassonografia em hospital de alta complexidade, ensino e pesquisa. Willian Pires Lodzi / Orientador: Prof. Dr. Altacílio A. Nunes - Ribeirão Preto, 2020.

100p.: 13il. 30 cm

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Gestão de Organizações em Saúde.

1. Engenharia Clínica. 2. Manutenção preventiva. 3. Ultrassom.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Willian Pires Loddi

Título: Análise do sistema de manutenção preventiva de aparelhos de ultrassonografia em hospital de alta complexidade, ensino e pesquisa.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Gestão de Organizações em Saúde.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Dedicatória

Dedico, primeiramente, este trabalho de mestrado a minha esposa, que sempre me incentivou e me deu total apoio no desenvolvimento deste e de todos os trabalhos de minha jornada acadêmica.

Agradeço aos meus pais, a meu irmão e a todos da minha família pelo apoio e compreensão em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Este trabalho é a prova de que todo investimento e dedicação valeram à pena.

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço pelo apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), no desenvolvimento desse estudo de mestrado.

A meu orientador Prof. Dr. Altacílio A. Nunes, por aceitar conduzir o meu trabalho de mestrado.

Aos mestres que constituíram a banca de qualificação deste trabalho, Prof. Dra. Maria Eulália, Prof. Dr. Paulo Mazzoncini e Prof. Dr. Antonio Pazin, por trazer inúmeras possibilidades de abordagens.

À minha esposa por me auxiliar durante todo o período e desenvolvimento desta dissertação e por todo incentivo depositado desde o início de minha caminhada.

Aos meus pais, irmão, sogros e cunhados por sempre me apoiarem e incentivarem em toda minha caminhada seja profissional ou acadêmica.

A meu amigo e professor Nilton Cesar Rosa, por ter acreditado em meu potencial e me incentivado desde o início de minha carreira profissional, sempre mostrando a importância da busca constante ao conhecimento.

Aos meus amigos de trabalho, Henrique A. Ribeiro, que sempre apoiou e acreditou em mim, e ao Marcelo Rocha que me ajudou em vários momentos durante este período tão importante da minha formação acadêmica e profissional.

À Instituição Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto que me concedeu a atuação profissional e oportunizou o crescimento acadêmico em minha vida.

A Sandra Ap. Vianna, que acreditou e apoiou na implantação do programa de manutenção preventiva no Centro de Reprodução Humana.

A todos que direta ou indiretamente me auxiliaram neste trabalho.

LODDI, W. P. **Análise do sistema de manutenção preventiva de aparelhos de ultrassonografia em hospital de alta complexidade, ensino e pesquisa.** 2020. 118f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2020.

RESUMO

Os avanços tecnológicos aplicados aos equipamentos médicos passam por um processo evolutivo constante no ambiente hospitalar. Atualmente, pode-se notar a diversidade de doenças e o quanto estas evoluem rapidamente, pesando nisso, faz-se necessário a união do conhecimento clínico ao conhecimento tecnológico, a fim de propiciar cuidados mais assertivos e confiáveis aos pacientes. Na busca incessante pela manutenibilidade e confiabilidade na família de equipamento médico de ultrassom, voltado ao diagnóstico clínico, desenvolveu-se um estudo comparativo, por meio do software institucional Sistema Ordem de Serviço, considerando os momentos anteriores à implantação da manutenção preventiva (2013 a 2015) e posteriores a implantação da ação preventiva (2017 a 2019) no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP). Diante deste cenário que envolve a Engenharia Clínica do HCFMRP, foram utilizados indicadores de porcentagem de conclusão do programa de manutenção preventiva, número de ordem de serviço de manutenção corretiva, porcentagem de reparos realizados internamente, porcentagem de reparos realizados externamente, indisponibilidade dos equipamentos advinda da manutenção corretiva e o impacto que a manutenção preventiva trouxe quanto à realização dos exames, para constatar a efetividade de se ter um programa de manutenção preventiva. Diante da coleta destes dados foi possível quantificar o impacto positivo em ter um programa de manutenção preventiva desenvolvido dentro da própria instituição. Em suma, a implantação da manutenção preventiva dentro do HCFMRP, na família de equipamento de ultrassom, foi de grande importância, pois seu desenvolvimento implicou na redução das manutenções corretivas, na diminuição da indisponibilidade do equipamento e dos custos envolvidos de equipamento parado, na diminuição do impacto no atendimento ao público, bem como no maior envolvimento entre usuários e equipe mantenedora, além de elucidar o início de uma mudança cultural dentro da instituição.

Palavras-chave: Engenharia Clínica, Manutenção Preventiva. Ultrassom.

LODDI, W.P. Analysis of the preventive maintenance system for ultrasound devices in a highly complex hospital, teaching and research. 2020. 105f. Thesis (Master's degree).
Ribeirão Preto School of Medicine, University of São Paulo. Ribeirão Preto. 2020.

ABSTRACT

Technological advances applied to medical equipment undergo a constant evolutionary process in the hospital environment. Currently, it is possible to notice the diversity of diseases and how quickly they evolve, weighing this, it is necessary to combine Clinical knowledge with technological knowledge, in order to provide more assertive and reliable care to patients. In the relentless search for maintainability and reliability in the family of medical ultrasound equipment, aimed at Clinical diagnosis, a comparative study was developed, using the institutional software Order of Service, considering the moments prior to the implementation of preventive maintenance (2013 to 2015) and subsequent to the implementation of the preventive action (2016 to 2019) at the Hospital das Clínicas of the Ribeirão Preto Medical School (HCFMRP). In view of this scenario involving HCFMRP Clinical Engineering, indicators of percentage of completion of the preventive maintenance program, number of corrective maintenance work order, percentage of repairs carried out internally, percentage of repairs carried out externally, equipment unavailability due to corrective maintenance and the impact that preventive maintenance had on the performance of exams, to verify the effectiveness of having a preventive maintenance program. Given the collection of these data, it was possible to quantify the positive impact of having a preventive maintenance program developed within the institution itself. In short, the implementation of preventive maintenance within the HCFMRP, in the family of ultrasound equipment, was extremely important, since its development implied in the reduction of corrective maintenance, in the reduction of equipment unavailability and in the costs of stopped equipment, in the decrease the impact on public service, as well as greater involvement between users and the maintenance team, in addition to elucidating the beginning of cultural change within the institution.

Keywords: Clinical Engineering, Preventive Maintenance. Ultrasound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Profissionais atrelados aos equipamentos médicos	21
Figura 2 - Gerações da Revolução Industrial.....	30
Figura 3 - Ciclo de vida do equipamento médico.....	36
Figura 4 - Representação esquemática da ferramenta 5W2H.....	44
Figura 5 - Checklist criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP(parte 1)	50
Figura 6 - Checklist criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP(parte 2)	51
Figura 7 - Cronograma da manutenção preventiva criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP	52
Figura 8 - Ilustração das partes componentes de um equipamento de Ultrassom.....	56
Figura 9 - Ilustração de trackball antes e depois da manutenção	57
Figura 10 - Ilustração de um teclado antes da manutenção.....	57
Figura 11 - Ilustração de um processo de desmontagem do teclado	58
Figura 12 - Ilustração de limpeza do teclado durante o desenvolvimento da manutenção..	58
Figura 13 - Ilustração do término da montagem do teclado.....	59
Figura 14 - Ilustração de botões apresentando sujidade antes da manutenção	59
Figura 15 - Ilustração do processo de limpeza de todos os botões do equipamento.....	60
Figura 16 - Ilustração de um comando TGC antes da manutenção.....	60
Figura 17 - Ilustração de um comando TGC depois da manutenção	61
Figura 18 - Ilustração de um sistema de arrefecimento antes e depois da manutenção.....	61
Figura 19 - Ilustração de uma fonte de alimentação antes e depois da manutenção.....	62
Figura 20 - Ilustração de um filtro do equipamento antes da manutenção.....	62
Figura 21 - Ilustração de um filtro do equipamento depois da manutenção	63
Figura 22 - Ilustração de um Phantom para equipamento de ultrassom	64
Figura 23 - Ilustração da inspeção do funcionamento do transdutor	64
Figura 24 - Demonstração de um Relatório Anual de Manutenção Preventiva (parte 1)	66
Figura 25 - Demonstração de um Relatório Anual de Manutenção Preventiva (parte 2)	67
Figura 26 - Software Institucional “Sistema Ordem de Serviço”.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicação da ferramenta 5W2H.....	45
Tabela 2 – Descritivo do inventário de equipamentos	47

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Distribuição do ano de Incorporação de aparelhos de Ultrassom na Instituição	72
Gráfico 2 - Número total de equipamentos de ultrassom na Instituição	73
Gráfico 3 - Distribuição do percentual de conclusão do programa de MP	78
Gráfico 4 - Número absoluto de ordens de manutenção corretiva em relação à família de ultrassom.....	79
Gráfico 5 - Distribuição do número de Manutenção corretiva versus Manutenção Preventiva	80
Gráfico 6 - Manutenção corretiva versus número de equipamentos	80
Gráfico 7 - Manutenção corretiva interna versus Manutenção corretiva externa	82
Gráfico 8 - Indisponibilidade em (dias) do equipamento ultrassom proveniente da MC	83
Gráfico 9 - Números absolutos de exames de ultrassom realizados por ano no HCFMRP-USP	84
Gráfico 10 - Comparativo do número de exames ultrassonográficos efetuados e de exames que poderiam ser realizados com base na manutenção preventiva	85

LISTA DE ABREVIATURAS

-) HCFMRP - Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.
-) ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
-) INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
-) CEC - Centro de Engenharia Clínica.
-) MP - Manutenção preventiva.
-) MC - Manutenção corretiva.
-) EAS - Equipamentos Assistenciais a Saúde.
-) DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine.
-) PACS - Picture Archiving and Communication System.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. ENGENHARIA CLÍNICA: uma contextualização	18
2.1 ANO 2005: O INÍCIO DE UMA NOVA ERA.....	25
3. A MANUTENÇÃO: EMBASAMENTOS PARA UMA APLICAÇÃO PRÁTICA.....	28
3.1 TIPOS DE MANUTENÇÕES.....	31
3.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA	32
3.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	34
3.1.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA	38
4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA: um novo paradigma de uma Instituição Pública ...	40
4.1 INVENTÁRIO.....	46
4.2 BENCHMARKING.....	47
4.3 CHECKLIST	49
4.4 CRONOGRAMA	52
4.5 RASTREABILIDADE	53
5 A MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO HCFMRP: SEU DESENVOLVIMENTO	54
5.1 AÇÃO EDUCATIVA: ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO.....	64
6 OBJETIVOS	68
6.1 OBJETIVO GERAL.....	69
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	69
7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	70
7.1 LOCAL DO ESTUDO.....	71
7.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO	72
7.3 ANÁLISES DOS DADOS	73
7.4 ASPECTOS ÉTICOS	74
8 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	76
9 CONCLUSÃO.....	87
10 REFERÊNCIAS	90
11 ANEXOS.....	96

1. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia se faz cada vez mais presente nos processos dentro de uma Unidade Assistencial de Saúde, seja no momento de receber o paciente, durante seu atendimento, no acesso ao histórico clínico, na utilização dos equipamentos durante os exames e procedimentos, no controle de medicamentos ou ainda na rastreabilidade dos processos que envolvem o corpo clínico na busca incessante pelo dinamismo, segurança e diminuição dos custos dentro da área hospitalar.

Quanto à tecnologia voltada aos equipamentos médicos, é possível compreender todo o processo evolutivo que está acontecendo dentro da própria área médica, mudança que faz parte de uma transição de uma medicina convencional, conhecida pela ausência de recursos tecnológicos, para uma medicina moderna, propiciada pela nova maneira de enxergar o uso da tecnologia atrelada ao auxílio ao diagnóstico médico.

No início da implantação da medicina, identificar uma enfermidade e acompanhar sua evolução representava um desafio para a equipe clínica, uma vez que eram poucos os recursos disponíveis para a época, e, quando presentes não passavam de instrumentos básicos. Instrumentos, que embora simples, foram sinônimos de uma tecnologia aplicada na época, contribuindo para a evolução tecnológica que temos hoje.

Graças à presença e à evolução da eletrônica e da mecânica, a medicina pôde contar com novos mecanismos de atuação e desvendar novas ferramentas e maneiras de cura, evoluindo desde a formação de novos profissionais até a capacitação e à aplicação dos diversos processos que se encontram dentro de uma unidade de saúde envolvendo o paciente. Tal evolução, observada nos equipamentos médicos, representou uma busca incessante no mercado hospitalar, fazendo com que as empresas fabricantes buscassem novas tendências, independentemente da especialidade clínica, visando à cura das diversas doenças existentes dentro do espaço geográfico brasileiro e mundial.

Desta forma, as tecnologias disponibilizadas se fizeram presentes em uma das áreas que mais participa deste processo evolutivo, a área da medicina diagnóstica, conhecida por ser um “conglomerado de especialidades direcionadas à realização de exames complementares no auxílio ao diagnóstico” (CAMPANA, FARO, GONZALES, 2009, p. 296). Nesse sentido, todas as ramificações da medicina diagnóstica são de extrema importância e contribuem na recuperação de maneira assertiva e ágil do tratamento de diversas doenças. Dentre tais ramificações, a que está em constante ascendência é a da medicina por imagem, que se utiliza de diversos equipamentos, caracterizados cada um com sua especificidade de trabalho, dentre

eles o Raio-X, a Ressonância Magnética, o Tomógrafo Computadorizado, o Mamógrafo, o Ultrassom, entre outros. Estes equipamentos compõem o parque tecnológico do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP), onde este trabalho de mestrado foi desenvolvido. Instituição que tem uma infraestrutura de 179.027,94m² de área construída, 815 leitos, 6.032 profissionais, que anualmente realizam aproximadamente 722.513 consultas e 497.186 exames especializados/procedimentos (HCFMRP-USP, 2018), tornando-se cada vez mais reconhecida em territórios nacional e internacional pela prestação de serviço à saúde, proporcionando à população tratamentos de alta complexidade a nível ambulatorial e com fins de diagnóstico.

De modo a interpretar e identificar a importância da manutenção preventiva desenvolvida dentro da instituição, este trabalho acompanhou um dos setores que contribui para que este ideal seja concretizado, a Seção de Bioequipamentos. Setor constituído pelo Centro Engenharia Clínica e que tem por escopo o desenvolvimento das manutenções no parque de equipamento médico, ou seja, pelas ações corretivas e preventivas.

Nesse sentido, visando pontuar os benefícios advindos da manutenção preventiva foram observados os impactos em se ter uma equipe técnica interna, desenvolvendo a manutenção preventiva em ultrassom dentro de uma instituição de saúde de alta complexidade e de porte especial. Para isso, ressalta-se a importância do ultrassom dentro da área médica e dos diagnósticos por imagens, bem como a necessidade de expandir os serviços que seu uso pode oferecer à instituição.

Sendo assim, promover ações de manutenção preventiva em aparelhos de ultrassom dentro de um hospital de alta complexidade, como o HCFMRP, representou um marco, originado de um projeto piloto, iniciado em 2016 em um dos setores que utilizam este equipamento na instituição, o Centro Reprodução Humana. Mesmo diante de uma iniciativa recente, foi possível constatar melhorias, como a mudança cultural associada à ação preventiva, as economias advindas das manutenções preventivas e seus impactos, bem como a interpretação da dicotomia: manutenção corretiva *versus* manutenção preventiva.

O segundo capítulo deste trabalho apresentará uma contextualização sobre o surgimento da Engenharia Clínica, desde sua implantação no Brasil, perpassando pelos avanços sofridos desde sua origem, a importância desse setor dentro de uma unidade assistencial de saúde até chegar a sua implantação no HCFMRP. O terceiro capítulo explanará o surgimento da manutenção, os tipos mais comuns e as definições de manutenção corretiva,

manutenção preventiva e manutenção preditiva. O quarto capítulo desta dissertação descreverá a importância em se desenvolver um programa de manutenção preventiva dentro da própria instituição, além de todos os passos adotados para sua realização na família de equipamentos de ultrassom, tais como: inventário, benchmarking, checklist, cronograma, etapas da manutenção e a elaboração da ação educativa.

Por fim, serão apresentadas as conclusões obtidas, por meio dos indicadores utilizados no trabalho, sendo eles: porcentagem de conclusão do programa de manutenção preventiva, número de ordem de serviço de manutenção corretiva, porcentagem de reparos realizados internamente, porcentagem de reparos realizados externamente, indisponibilidade dos equipamentos advinda da manutenção corretiva e o impacto que a manutenção preventiva trouxe quanto à realização dos exames, tendo como análise a comparação dos anos que antecedem o desenvolvimento da manutenção preventiva e pós-implantação deste programa.

2. ENGENHARIA CLÍNICA: uma contextualização

O setor da Engenharia Clínica, aos poucos, está se tornando cada vez mais notório e fundamental dentro das unidades de saúde, por trazer grandes contribuições no que diz respeito ao uso da tecnologia atrelada aos equipamentos médicos, pois a área está voltada para o desenvolvimento, de “atividades baseadas nos conhecimentos de engenharia e de gerenciamento aplicadas às tecnologias de saúde” (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012, p. 327). Este termo começou a ganhar visibilidade nos Estados Unidos, na cidade de St. Louis, “na década de 1940, quando foi ministrado o curso de manutenção de equipamentos médicos pelas Forças Armadas Norte Americanas. Posteriormente, este curso foi realizado em Denver no Estado do Colorado dando início aos primórdios da engenharia clínica” (GORDON, 1990, p. 112).

Vale ressaltar que muitos foram os avanços sofridos na época para consolidar esta profissão nos Estados Unidos, inúmeros eram os desafios, que iam desde a implantação da tecnologia, da manutenção, do suporte técnico aos alardes de mortes advindas por choques elétricos promovidos por equipamentos. Tais problemas traziam muita vulnerabilidade no setor da saúde, desta forma, houve a necessidade de um olhar mais crítico para as tecnologias daquele momento, resultando em uma profunda análise na própria construção dos equipamentos médicos. Esta necessidade gerada aqueceu o mercado e propiciou contratações imediatas de engenheiros eletroeletrônicos e biomédicos. Sendo assim, os Estados Unidos começou a difundir a necessidade desta nova profissão, pois na

década de 70, Thomas Hargest, o primeiro Engenheiro Clínico certificado da história, e César Cárceres criaram o termo Engenheiro Clínico, para denominar o engenheiro responsável pelo gerenciamento de equipamentos de um hospital, em funções como consertos, treinamento de usuários, verificação de segurança, desempenho e especificação técnica (GORDON, 1990, p. 112).

Segundo Bronzino (2006), o engenheiro clínico passou a ser o responsável por todas as etapas relacionadas aos equipamentos médicos. Já no Brasil, somente na década de 80, evidenciou-se a necessidade em se ter um profissional voltado à manutenção dos equipamentos médicos. Todavia, o que chamava a atenção não eram os riscos que os equipamentos poderiam apresentar, mas a quantidade de equipamentos parados por falta de manutenção, pois de “20-40% de todos os equipamentos de saúde existentes no Brasil não estavam funcionando por falta de conserto, peças de reposição, suprimentos ou até instalação” (WANG; CALIL, 1991, p. 129, tradução nossa).

No início da década de 90, “seis engenheiros brasileiros foram treinados na primeira oficina avançada de Engenharia Clínica em Washington, D.C.” (BRITO, 2004, p. 69, tradução nossa), ainda em 1991, movida pela necessidade que encontrava o cenário de equipamentos médicos, foi implementada a Faculdade de Tecnologia da Saúde (Healthcare Technology College), um curso superior com duração de três anos, com o objetivo de formar profissionais nomeados como ‘Tecnólogos em Saúde’. Posteriormente,

Entre 1993 e 1995, foram instituídos cursos anuais de especialização em engenharia clínica, financiados pelo Ministério da Saúde, com carga horária de 1935 horas [...] implantados nas universidades UNICAMP (Campinas-SP), USP (São Paulo-SP), UFPa (João Pessoa-PB) e UFRS (Porto Alegre-RS) destinados a engenheiros elétricos que quisessem trabalhar em hospitais (RAMIREZ; CALIL, 2000, p. 30).

Um pouco mais adiante, requisitos como segurança e desempenho se tornaram imprescindíveis no parque de equipamentos médicos. Alguns começaram a ser impostos e exigidos para a fabricação dos equipamentos, originando assim as normas NBR IEC 601-1, NBR IEC 601-2, textos normativos e ensaios com a finalidade de avaliar todo o processo de fabricação. Com tais desenvolvimentos, criaram-se ainda as portarias, os órgãos reguladores, como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o órgão credenciador como o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) e, por fim, cursos de graduação, pós-graduação e especialização. Desde então, a área da Engenharia Clínica no Brasil não parou de ser impulsionada e tomou suas características próprias. Tornou-se promissora por seu mercado dinâmico, incentivando o surgimento de diversas fabricantes, empresas representantes, prestadores de serviços e a formação de equipes de Engenharia Clínica dentro das instituições de Saúde.

Quanto à formação de uma equipe dentro de uma Engenharia Clínica, é possível afirmar que é de grande importância reunir vários profissionais com diversas formações, propiciando a cada um o compartilhamento de seu conhecimento para que juntos alcancem a missão destinada, o suporte técnico ao usuário. Formação esta constituída por engenheiros, tecnólogos em bioequipamentos, administradores, técnicos em mecânica, eletrônica, mecatrônica, eletrotécnica, oficiais administrativos e enfermeiros. O motivo dessa multidisciplinaridade na área médica se dá pelo amplo campo de atuação e pela complexidade encontrada. Além disso, o profissional denominado Engenheiro Clínico, deve ter como perfil de trabalho o dinamismo, a flexibilidade e a comunicação, requisitos extremamente

necessários, pois além de se responsabilizar pelo parque de equipamento, envolve-se com muitos profissionais atrelados ao uso da tecnologia, conforme a (figura 1).

Figura 1- Profissionais atrelados aos equipamentos médicos

Fonte: Bronzino (2004, p. 4).

Segundo Goodman, (1989) “o Engenheiro Clínico é o profissional que auxilia a utilização tecnológica, trazendo às unidades de saúde um melhor aproveitamento dos instrumentos, experiências e um nível de educação continuada elevada”. Com base em sua importância, podem-se notar as diversas frentes de atuação deste profissional, sendo elas: a compra, a manutenção e a gestão do parque de equipamentos médicos. Lembrando que cada instituição, seja ela pública ou privada, possui suas características próprias.

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Clínica (ABECLIN) as principais atribuições para um profissional de Engenharia Clínica são: dirigir, gerenciar, coordenar e orientar tecnicamente os serviços de Engenharia Clínica, dentre eles:

-) Promover estudos, coletar dados, desenvolver protocolos de pesquisa e ensaios clínicos, planejar e especificar tecnicamente os equipamentos de saúde.

-] Realizar estudos de viabilidade técnica e econômica no âmbito da Engenharia Clínica sobre os equipamentos de saúde.
-] Propor políticas, planos, programas, diretrizes, regulamentos e procedimentos para manter os equipamentos de saúde seguros para uso nos pacientes.
-] Assessorar o planejamento, seleção, dimensionamento e especificação para aquisição de equipamentos de saúde, inclusive com respeito aos custos.
-] Avaliar os contratos de aquisição e de serviços referentes aos equipamentos de saúde.
-] Avaliar a especificação e aquisição de equipamentos de apoio e médico-assistenciais.
-] Realizar a Avaliação de Tecnologia em Saúde.
-] Planejar e desenvolver a implantação de técnicas relativas ao gerenciamento, usabilidade e controle de riscos associados a equipamentos de saúde.
-] Analisar riscos, acidentes e falhas, investigando causas, propondo medidas preventivas e corretivas, promovendo a tecnovigilância dos equipamentos de saúde.
-] Conduzir equipe técnica de instalação, montagem, reparo, manutenção dos equipamentos de saúde.
-] Estudar as condições dos ambientes das instalações e dos equipamentos de saúde, com vistas à segurança dos pacientes.
-] Vistoriar, desenvolver programas, avaliar, arbitrar, emitir parecer, laudos técnicos e indicar medidas e controle sobre a aquisição, recebimento, instalação, armazenamento, uso, intervenção técnica, realizar perícias, desativação e descarte dos equipamentos de saúde, caracterizando as atividades e operações.
-] Assessorar os engenheiros de outras modalidades nos projetos de instalação de equipamentos de saúde.
-] Desenvolver e elaborar programas destinados à manutenção corretiva, preventiva e calibração dos equipamentos de saúde, incluindo os ensaios de segurança e desempenho.

-) Desenvolver, elaborar e promover o treinamento específico da área de Engenharia Clínica e assessorar a elaboração de programas de treinamento geral.
-) Participar dos processos de integração dos equipamentos de saúde com a rede de tecnologia da informação e comunicação.
-) Desenvolvimento de sistemas de infraestrutura para ambientes de sistemas de saúde não tradicionais e áreas de catástrofes.

Nesse sentido, é de grande relevância que compreendamos as definições postuladas e a importância em se ter uma equipe atuante de Engenharia Clínica dentro das unidades de Saúde, uma vez que foram inúmeros os avanços conquistados desde o seu surgimento, até a evolução apresentada nas últimas décadas. Ao mesmo tempo, se levarmos em consideração as bases já estabelecidas pelos pioneiros americanos na área da Engenharia Clínica, podemos notar o quanto estamos atrasados no que diz respeito ao seu desenvolvimento, pois é possível perceber as dificuldades encontradas, tanto na ausência de informação no que diz respeito à performance das diversas famílias de equipamentos, quanto mudança cultural.

Esta falta de informação se dá pela ausência de programas como o da Avaliação de Tecnologia em Saúde, que consiste em acompanhar as tecnologias existentes dentro da instituição, compreendendo todas as fases que envolvem um equipamento médico, seja ela na inovação, incorporação, utilização e obsolescência, além de compreender a existência de outras tecnologias mais avançadas para mesma família de equipamento, disponibilizadas no mercado de equipamentos médicos.

Supridas tais carências, a inserção de olhares mais apurados e direcionados para as necessidades da instituição possibilitará uma nova visão quanto à aquisição de novos equipamentos, para que as tecnologias adquiridas tenham melhores aproveitamentos dos recursos disponíveis, tendo em vista não apenas a necessidade médica atual, mais as futuras ampliações da prestação serviço oferecidas para a população.

A manutenibilidade dos equipamentos médicos está em evolução constante nas instituições de saúde, o que antes era difundida apenas com a manutenção corretiva, atualmente a manutenção preventiva é que está ganhando destaque, centrada na confiabilidade. Tal modalidade começou a ser implantada para aumentar o ciclo de vida do equipamento, diminuir a indisponibilidade, buscar maior exatidão em sua utilização e redução de custos. Essa visão é facilmente encontrada nos setores industriais e no ramo da aviação,

onde esses fundamentos são aplicados visando reduzir e evitar as possíveis falhas que podem surgir e acarretar futuros danos e prejuízos. Desta maneira, é possível compreendermos a importância em ter uma equipe técnica qualificada e engajada na mudança cultural, que propiciará a conquista de níveis de segurança, manutenibilidade e exatidão na composição da “complexa trama de atos, procedimentos, fluxos, rotinas, saberes” (FEUERWERKER; CECÍLIO, 2007, p. 967) envolvendo os equipamentos médicos.

Neste sentido, é importante que a Engenharia Clínica se coloque na posição de questionar, buscando as melhores oportunidades de tecnologia e novos conceitos de aplicabilidade da manutenção, promovendo uma mudança cultural quanto aos aspectos que hoje são impostos. A necessidade em ter um programa de manutenção preventiva surge por exigências dos órgãos fiscalizadores como a Vigilância Sanitária e por normas reguladoras vigentes como a (RDC 15), com isso a ação de prevenir se torna apenas um objetivo secundário, diferente do que acontece em outros países, em que a manutenção preventiva e outros tipos de manutenção são aplicados para ter maior rastreabilidade, segurança, economia e aumento da vida útil da tecnologia.

Por mais que seja mencionada a importância dos diferentes tipos de manutenção, ainda a que mais se sobressai em diversas unidades assistenciais de saúde no Brasil é a manutenção corretiva, conceito que aos poucos está sendo reformulado em algumas instituições. Esta mudança conceitual traz inúmeros benefícios e uma nova maneira de compreender as melhorias futuras que envolvem o parque de equipamento médico. A implementação fundamentada na obtenção de grandes benefícios e a busca de maior autonomia por um setor de Engenharia Clínica permitem o surgimento de diversas frentes de trabalho envolvendo os equipamentos que participam deste programa de manutenção preventiva, tais como:

-) Maior domínio técnico dos recursos disponibilizados pelo equipamento;
-) Maior envolvimento com os usuários;
-) Maior expertise quando ocorre uma ação corretiva;
-) Aumento dos recursos para ampliar o desenvolvimento da ação de prevenir e aumento das informações e características físicas da tecnologia.

A característica da equipe de Engenharia Clínica é de caráter investigativo, tendo como diferencial a disponibilidade exclusiva para desempenhar tais ações e acompanhar diariamente o desempenho do parque de equipamentos médicos, proporcionando ao corpo clínico maior respaldo durante sua aplicação. Este caráter investigativo faz com que exista

uma ampliação dos conceitos de manutenibilidade da tecnologia, ação que gera mais objetividade e assertividade no momento em que há a correção de falhas e maior respaldo com as empresas fabricantes. Por meio desses conceitos, podemos observar o crescimento pelo qual o setor da Engenharia Clínica atravessa no cenário nacional e mundial, podendo vislumbrar o quanto ainda pode se desenvolver para acompanhar as novas tendências tecnológicas presentes no parque de equipamento médico.

2.1 - ANO 2005: O INÍCIO DE UMA NOVA ERA

Nas últimas décadas inúmeras foram as transformações que ocorreram dentro da área hospitalar, tendo como necessidade a versatilidade das instituições de saúde para acompanhar tais tendências, que compreendem:

-)o surgimento de novas doenças;
-)pesquisas para a criação de novos protocolos;
-)maior aprimoramento dos setores na busca de assertividade nas tomadas de decisões.

No setor da Engenharia Clínica não poderia ser diferente, uma vez que possui como participação a gestão e a manutenção das diversas tecnologias presentes nos equipamentos médicos, utilizados nos cuidados com o paciente.

Diante da necessidade observada no ano de 2005, iniciou-se a implantação da Engenharia Clínica em um dos Hospitais Públicos de Alta complexidade e Universitário do território brasileiro, o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP). Por meio da portaria nº 18/97 de 19/02/1997 ocorreu a criação do Centro de Engenharia e Manutenção de Bioequipamentos. No entanto, por mais que se tenha iniciado as atividades no ano de 1997, foi a partir de 2003 que se desenvolveu um plano estratégico com aplicação de modernos conceitos de gestão administrativa, a fim de se definir metas e serviços a serem realizados, em 2004 ocorreu a “elaboração de uma proposta clara e objetiva de modificações e implantações de novos setores e serviços, bem como rotinas e fluxos de trabalho a serem desenvolvidos pela equipe e também o novo organograma”.

Somente em 2005, ocorreu a implantação e implementação de todo o planejamento proposto e consolidou-se definitivamente como uma área importante para a Instituição. Desde então, muitos foram os desafios e inúmeras foram as conquistas que o setor enfrentou desde sua implantação até os dias atuais no cenário da saúde pública. Atualmente, no HCFMRP-USP Campus, o Centro de Engenharia Clínica (CEC) contempla os seguintes setores: Coordenação, Gerência, Apoio Administrativo, Oficina de Precisão e Seção de Bioequipamentos, vale ressaltar que cada um desses setores é responsável por seu escopo de trabalho, visando sempre as missões, os valores e os objetivos da CEC.

Para apresentar a importância da CEC na Instituição será elucidado o envolvimento de cada setor com suas aplicações no parque de equipamento médico dentro do HCFMRP - USP. O primeiro deste é a Coordenação, onde se encontra uma equipe destinada a apresentar as diretrizes da EC e avaliar o desempenho das funções estabelecidas pelo restante dos setores. A Gerência possui como escopo a gestão dos contratos existentes representados pelos equipamentos de alta complexidade e laboratoriais, como: ressonância magnética, tomógrafo, acelerador linear etc; e o acompanhamento de empresas externas que foram contratadas para realizar um serviço ofertado e a elaboração de pareceres técnicos, na qual, remete a uma ampla pesquisa de mercado desenvolvida sob um processo de compra existente.

O setor de Apoio Administrativo é lugar em que é desenvolvida toda parte burocrática, quando há a necessidade do acionamento das empresas externas. Isto porque, por se tratar de uma instituição pública, processos internos ocorrem para obter maior rastreabilidade dos fatores externos, envolvendo o equipamento médico, tais como: solicitação de orçamentos, aprovação do mesmo, contato para retirada do equipamento na instituição ou acionamento da empresa para que seja realizada a manutenção internamente e, por fim, o faturamento do serviço finalizado. A Seção de Bioequipamentos, onde este trabalho de mestrado foi desenvolvido, tem como escopo realizar o suporte técnico aos usuários que utilizam as tecnologias aplicadas nos equipamentos médicos, para a compreensão de todas as funções disponíveis e esclarecimento de dúvidas de utilização. Também atua na elucidação:

)Das aplicações disponíveis pela tecnologia;

)No desenvolvimento de ações corretivas nas diversas famílias de equipamentos encontradas na instituição;

)Na efetivação do primeiro atendimento nos equipamentos de alta complexidade, para que seja possível agilidade e objetividade por meio das empresas externas contratadas;

)No desenvolvimento de programas de manutenção preventivas e de avaliação quanto a performance de algumas famílias de equipamento médicos.

No setor Oficina de Precisão são realizadas manutenções corretivas voltadas a equipamentos médicos que possuem como atividade principal os aspectos mecânicos e as manutenções nos instrumentais cirúrgicos. Com isso, pode-se concluir que diante deste cenário de contribuição da multidisciplinaridade do conhecimento por meio das diversas formações advindas dos profissionais que se encontram neste setor é possível alcançar os preceitos da instituição, que é de

planejamento de aquisição de novas tecnologias, redução de número de quebras, minimização dos custos de manutenção, aumento de disponibilidade e durabilidade dos equipamentos, além de benefícios indiretos que trazem tranquilidade, confiança aos médicos, gestores da instituição e segurança aos pacientes. (HCFMRP-USP, 2020).

Estes são alguns dos setores que compreende o Centro de Engenharia Clínica no HCFMRP-USP indispensáveis ao suporte tecnológico aplicado aos cuidados ao paciente.

3. A MANUTENÇÃO: EMBASAMENTOS PARA UMA APLICAÇÃO PRÁTICA

O termo manutenção ganhou espaço de maneira notória em um dos acontecimentos que marcaram a história da humanidade, a Revolução Industrial. Este movimento possuiu três marcos que ecoam até hoje no processo evolutivo da manutenção. O primeiro deles ocorreu, segundo Ariza (1988), com as máquinas têxteis, no século XVI, movido pela fonte de energia explorada na época, o carvão mineral. Em seguida, originou-se à maquinofatura, caracterizada pelo início da mecanização na produção industrial. Moubray (1992, p. 2) considera que dos “anos de 1930 até a segunda guerra mundial, a indústria não era altamente mecanizada e, portanto, o tempo ocioso não era substancial, assim muitos gerentes tinham a ideia de que a prevenção de falhas de equipamentos não era prioritária”.

Na Segunda Revolução Industrial por meio das descobertas de novas fontes de energia, como o petróleo e a eletricidade, surgiram equipamentos mais complexos e com tecnologias embarcadas, bem como a criação de novas formas de transporte, sendo eles: a automobilística, aviação e ferroviária. Esses avanços acarretaram em grandes conquistas para a época: o aumento da mecanização industrial, a elevação das exigências quanto à produtividade e à necessidade de ter equipamentos nas linhas de produção mais confiáveis e com maior disponibilidade para atingir os objetivos impostos. Com isso, passou-se a ser utilizados “os sistemas de planejamento e controle de manutenção, assim como a busca por meios com a finalidade de aumentar a vida útil dos itens físicos” (KARDEC e NASCIF, 2009).

Assim, diante de todos estes acontecimentos uma nova maneira de compreender a manutenção passou a ser implantada, surgindo então a manutenção preventiva (MP), ação que é caracterizada por ser executada em “intervalos pré-determinados” [...] e destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (LUCATELLI, 1998, p. 141).

Nakajima (1989, p. 11) destaca que, “a partir de 1951, tem início a prática de manutenção preventiva, em 1954 surge à manutenção do sistema produtivo (MSP) e em 1957 a manutenção corretiva com incorporação de melhorias (MM)”, foram os destaques para as épocas. Ainda no segundo movimento da revolução industrial, houve um forte impacto trazido pelo fim da segunda guerra mundial, pois a “tolerância com atrasos diminuiu e a exigência de produtividade aumentou, em razão, sobretudo, das pressões originadas da guerra” (MOUBRAY, 1997). Sendo assim, ocorreu um “forte aumento da mecanização devido à redução do contingente de mão de obra industrial e à ascendente demanda por todo o tipo de

produtos [...] evidenciando assim “a necessidade de maior disponibilidade dos equipamentos” (ROSA, 2016, p. 23).

A terceira fase da Revolução Industrial, iniciada aproximadamente no ano de 1960 e muito presente nos dias atuais, traz consigo grandes transformações que compreendem desde as fontes renováveis de energia, livres de poluentes e seu baixo custo até a caracterização dos avanços tecnológicos substancialmente em diversas áreas, tais como: robótica, biotecnologia, genética e informática.

Estas contribuições revelaram um novo olhar no que diz respeito à manutenibilidade dos equipamentos nas linhas de produção industrial, pois a manutenção passou por grandes transformações na busca incessante do aumento da produtividade e na consequente diminuição dos índices de máquinas paradas. De acordo com Moubray (1992, p. 2-3), “a partir da metade dos anos 70, a indústria colecionou grandes mudanças de processos”. Tais processos trouxeram traços significativos vivenciados no parque de equipamentos industriais, presentes tanto na criação quanto na comercialização de seus respectivos produtos.

Moubray (1992, p. 5) resume a evolução da manutenção em três gerações, como mostra a figura abaixo:

Figura 2 - Gerações da Revolução Industrial

Fonte: Moubray (1992, p. 5)

Desde então, o termo manutenção não parou de ser explorado e analisado, não somente nos ambientes industriais, como também em diversos ramos que necessitam destes

cuidados no processo de produção e de manutenibilidade. O termo manutenção ganhou notoriedade por sua importância e trouxe junto a ele inúmeras definições de órgãos e autores que a descrevem. Segundo Pallerosi (2007, p. 1), o termo manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Para Pinto e Xavier (1999, p. 12) é manter a “disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender o processo produtivo, e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”. Nesse sentido, à medida que aumentava as exigências dentro das indústrias vivenciadas pelos reflexos da revolução, se elevava a maneira com que era vista a manutenção, uma vez que houve a compreensão de que se os equipamentos/máquinas tivessem grandes intervalos de indisponibilidade providos por falhas, ocorreriam inúmeras perdas, e isso implicaria no aparecimento de diversos custos. Custos que aos poucos foram analisados e identificados, não apenas pela baixa produtividade ou tempo de mão de obra parada, como o de recolocar o equipamento para desempenhar sua respectiva função.

Essa transformação pode ser facilmente notada, conforme mostra a figura 2, uma vez que nas décadas de 40 e 50 a manutenção era vista apenas como correção das falhas, nas décadas de 60 e 70 iniciou-se os cuidados relacionados à prevenção e o processo de corrigir não era mais o objetivo principal da manutenção, nos anos posteriores, de 1980 até os dias atuais, foi criado diversos tipos de manutenção dentre elas a manutenção preditiva, bem como, várias ferramentas contendo indicadores de qualidade, a fim de auxiliar na tomada de decisão.

3.1 - TIPOS DE MANUTENÇÃO

Por se tratar de uma ação indispensável, a manutenção ganhou várias classificações, em que cada uma delas carrega uma particularidade e uma importância, citaremos algumas das definições encontradas na literatura. Para Kardec e Lafraia (2002, p. 27), existem seis tipos básicos de manutenção: Corretiva não planejada, Corretiva planejada, Preventiva, Preditiva, Detectiva e Engenharia de Manutenção. Para Ramirez, Caldas & Santos (2002), classificam os tipos de manutenção em: manutenção corretiva, manutenção preventiva

(subdividida em sistemática ou programada, condicional e preditiva), manutenção de melhorias e manutenção proativa.

3.1.1 - MANUTENÇÃO CORRETIVA

Esta manutenção é a mais antiga dentre todas, ela teve sua origem na primeira guerra mundial e tomou grandes proporções a partir da Revolução Industrial, se faz presente quando ocorre uma pane, promovida por alguma falha ou avaria apresentada pelo equipamento. Para Ramirez, Caldas & Santos (2002), é a “manutenção feita para restabelecer um sistema técnico, bem ou um serviço cujo desempenho tenha sofrido uma queda depois de ter saído de um estado específico”, acarretando em grandes impactos negativos por ser uma ação não planejada.

Para Otani e Machado (2008, p. 3) a “manutenção corretiva é a atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado”, mesmo caracterizada pelo não planejamento este tipo de manutenção exige uma estruturação, dentre elas: mão de obra qualificada, peças de reposição e manuais técnicos. Para que seja possível concluir com êxito a ação, esses fatores contribuem para gastos inesperados e desnecessários. Resultando, em um “grande estoque de peças sobressalentes, em insegurança e paradas caras, inconvenientes e demoradas, além do desconhecimento do estado técnico do sistema” (GOUWS & GOUWS, 1997 Apud LUCATELLI, 1998, p. 41).

Quando a maior parte da manutenção da empresa se baseia na corretiva não-planejada, o departamento de manutenção é refém dos equipamentos, sendo comandado por eles, e não o contrário, como deveria acontecer. Neste contexto, o desempenho empresarial da Organização perde muita competitividade (KARDEC e NASCIF, 2009). Neste sentido, Xenos (1998, p. 34) ressalva que mesmo que “um aspecto fundamental, mesmo no caso da manutenção corretiva, é se esforçar para identificar precisamente as causas fundamentais da falha e bloqueá-las, a fim de evitar sua reincidência”. Diante disso, a ação de corrigir também é compreendida como:

Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em falha, para sanar esta falha. A manutenção corretiva pode ser planejada ou não planejada. Se a manutenção corretiva deve ser feita imediatamente, porque graves consequências

poderão sobrevir, então poderá ser chamada de manutenção corretiva de emergência. (BRANCO FILHO, 1996).

De acordo com Otani & Machado, (2008, p. 3-4) a manutenção corretiva não-planejada é a:

correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior” e a manutenção corretiva planejada “é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha [...], indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.(OTANI& MACHADO, 2008, p. 3-4)

A presença das falhas é objeto principal que movimenta o ato de corrigir, pois segundo Blache & Shristava (1994) existem vários modos e classificações, sendo essas:

-) Falha intermitente - Aquelas que resultam na falta de funcionamento do equipamento durante um pequeno intervalo de tempo, podendo o equipamento retornar ao seu estado de operação imediatamente a ocorrência da falha.
-) Falha extendidas - Aquelas que provocam a inoperância do equipamento, ou seja, o equipamento deixa de funcionar e somente retoma seu funcionamento após um reparo ou substituição de algum item ou componente (MC). Esta pode ser dividida em:
 -) Falha completa – que causam a perda completa da função do equipamento. Ainda podem ser classificadas em: Falha repentina - aquelas que não podem ser previstas em teste e inspeção; Falha gradual - aquelas que podem ser previstas em testes e inspeções, sendo observado o desempenho dos equipamentos com relação aos seus parâmetros de projeto. Falha parcial - que causam a perda parcial das funções do equipamento.

É de grande importância o entendimento de que a manutenção corretiva foi a ação de implantação que movimentou o mundo inteiro e chamou a atenção para os cuidados necessários para que fosse possível o surgimento de outras manutenções, permitindo uma maior rastreabilidade de todos os processos existentes na atualidade. A aplicação da manutenção corretiva no contexto industrial foi muito presente nas décadas de 40 a 50. Este

tipo de manutenção era a única disponível para a época e com o passar do tempo deu origem a outras abordagens como a de prevenir. De acordo com WANG & CALIL, (1991, p. 129, tradução nossa) “estima-se que 20 – 40 % de todos os equipamentos de saúde existentes no Brasil não estão funcionando por falta de serviço, peças ou suprimentos, ou porque não foram instalados”.

Este cenário perdurou por anos e carrega vários traços até hoje, sendo assim é possível notar que:

o parque de equipamentos existentes no Brasil é relativamente antigo, tendo aproximadamente 50% do seu universo com mais de 20 anos de uso. O Ministério da Saúde estima que cerca de 40% dos equipamentos Médicos- hospitalares encontram-se inoperantes ou operando precariamente e que 60 a 80% das quebras são devido a erros de operação ou mau uso, o que acarreta um aumento de 20 a 30% nos custos de manutenção (BRASIL, 2000).

Diferentemente de outros países, a área hospitalar utilizou durante anos somente o recurso da ação de corrigir, uma vez que o conceito predominante era apenas recolocar um determinado equipamento para uso após uma falha, e não a aplicação de outros tipos de manutenção envolvendo o parque de equipamentos médicos. Cultura que, aos poucos, está se reinventando para acompanhar as exigências necessárias, a fim de propiciar maior segurança e aumento da vida útil de um equipamento médico. Ação imprescindível, pois caso não haja esta mudança, quando um equipamento apresentar deficiência, implicará no:

baixo aproveitamento dos mesmos, pois ao não conseguirem manter o rendimento ideal durante a vida útil para a qual foram projetados, são desativados precocemente, prejudicando a produtividade [...] aumentando custos devido à necessidade da aquisição de novos equipamentos. A partir do momento em que haja uma gestão de manutenção planejada, os recursos serão otimizados e utilizados com maior eficiência (DONAS, 2004, p.5).

No entanto, “na maioria dos hospitais, os serviços de manutenção não são vistos como sendo de vital importância [...] muitos administradores não veem o cuidado com o equipamento médico e a segurança que o mesmo é capaz de oferecer ao paciente como prioridades gerenciais” (BRASIL, 2002).

3.1.2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A ação de prevenir implantou-se a partir da Segunda Guerra Mundial, pela busca da confiabilidade e diminuição das probabilidades de falhas em aviões, trazendo assim um novo conceito, o da disponibilidade. Conceito que foi embasado nas falhas da época, acarretando em peças substituídas com uma determinada periodicidade. De acordo com a literatura, a definição de manutenção preventiva é a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ABNT, 1994).

O Emergency Care Research Institute (ECRI) definiu como “procedimentos periódicos com a intenção de minimizar o risco de falha e de garantir a operação desejada” [ECRI, 1995]. De acordo com Lafraia (2001) é “um conjunto de procedimentos que procura reter o sistema em estado operacional ou disponível através da prevenção da ocorrência de falhas”. Para Branco Filho, (1996):

é todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando com isso em condições operacionais, ou em estado de defeito. Existe dentro deste tipo de manutenção, desta atividade, a manutenção sistemática que é prestada a intervalos regulares (quilômetros, horas de funcionamento, ciclos de operação, etc.), a inspeção, a preditiva, as atividades de lubrificação, etc

De acordo com Santos (2009) os principais objetivos da manutenção preventiva aplicada aos equipamentos hospitalares são:

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

De acordo com Cabral (2009), “um equipamento bem mantido dura 30% a 40% mais do que um equipamento mal mantido” isto mostra que as ações preventivas são positivas para o ciclo de vida útil da tecnologia e se esta for planejada e bem executada reduzirá, “significativamente a indisponibilidade e aumenta o rendimento dos equipamentos”

(CABRAL, 2009). Por meio desta importante ação, começou a ser analisado todo o ciclo de vida de um determinado equipamento, dando “início a realização de revisões de acordo com o histórico de falhas e experiência dos mantenedores, sendo realizada em tempos fixos” (GERAGHTY, 1996; ALBORNOZ, 2000). Estes mantenedores acabam agregando um acúmulo de conhecimento técnico inenarrável, em que além da execução da ação, estudo prévio e uma maior atenção na elaboração deste tipo de manutenção são desenvolvidos, possibilitando a análise de quaisquer hipóteses de futuras falhas que poderão surgir.

Esta expertise propicia ainda benefícios e agilidade nas manutenções corretivas, uma vez que a equipe mantenedora agregou maior domínio no equipamento, tanto em conhecimentos técnicos quanto operacionais. Com isso, a implantação de ações, como a da manutenção preventiva, visa maior rastreabilidade durante todo o ciclo de vida do equipamento, proporcionando maior utilização da tecnologia dentro do ambiente hospitalar. Este acompanhamento tecnológico representa o quão a tecnologia aplicada esta desempenhando sua requerida função, estando diretamente conectada com assertividade nos diversos procedimentos ligados aos equipamentos, e na maior segurança aos profissionais que necessitam destes para identificar, acompanhar e tratar as enfermidades nos pacientes. A ilustração do gráfico abaixo mostra todas as fases do ciclo de vida de um equipamento médico e a importância das equipes mantenedoras.

Figura 3 - Ciclo de vida do equipamento médico

Fonte: Sônego (2007, p.10)

Dentro do ciclo de vida de um equipamento médico são encontradas diversas etapas, caracterizadas por seu desenvolvimento e por sua utilização. Na primeira etapa são compreendidos os processos que envolvem um projeto: a inovação, a elaboração, a criação de um protótipo, as correções e, por fim, a incorporação de toda tecnologia aplicada dentro do equipamento médico no mercado hospitalar. Na segunda etapa os aspectos de utilização desta tecnologia são envolvidos, compreendendo o período em que estes equipamentos são absorvidos pelas instituições de saúde, tendo por finalidade o atendimento ao público que necessita desta prestação de serviço. O cenário de utilização tecnológica acarreta em diversas frentes fundamentais, tais como: a instalação, treinamentos, o desenvolvimento das ações corretivas, preventivas e a rastreabilidade dos custos gerados durante esta utilização.

Desta forma, a existência ou a criação de planos elaborados de um programa de manutenção preventiva dentro da instituição é de suma relevância para que o equipamento esteja à disposição dos profissionais de saúde, resultando em um maior aproveitamento da tecnologia disponível e um distanciamento do período de obsolescência.

A obsolescência é caracterizada por diversos fatores, dentre eles:

-) Não possuir condições para desempenhar suas funções;
-) Apresentar custos elevados obtidos durante todo seu ciclo de vida;
-) A escassez de falta de peças originais disponibilizadas pelas fabricantes, bem como a falta do fornecimento de mão de obra para realizar estas substituições.

Sendo assim, é primordial que se entenda quais requisitos de manutenibilidade são essenciais para elevar o ciclo de vida de uma tecnologia. De acordo com Calil e Teixeira (1998), as manutenções preventivas devem seguir um programa segundo as recomendações do fabricante e normas técnicas que garantem que os procedimentos realizados são os mais completos e que variam o mínimo possível entre cada intervenção. Assim sendo, estas manutenções devem seguir um conjunto de etapas simples, mas suficientemente específicas tais como:

-) **Inspeção visual e mecânica:** ocorre uma verificação geral do equipamento quer a nível externo como interno, em que são inspecionadas respectivamente a integridade do equipamento em si e dos seus componentes, sendo também efetuados testes iniciais do equipamento para averiguar se existe necessidade de troca/ajuste de peças;

-) **Limpeza e lubrificação:** esta etapa é usualmente realizada após a realização da inspeção do equipamento em que devem ser seguidos os procedimentos indicados pelo fabricante e devem ser utilizados os produtos de limpeza específicos e adequados ao local a aplicar para que a limpeza seja eficaz;
-) **Calibração e ajuste:** tem como objetivo verificar os indicadores que o equipamento disponibiliza seguindo as normas padrão certificadas fornecidas pelo fabricante, garantindo assim que as leituras efetuadas pelos profissionais de saúde não levantem dúvidas. Esta etapa é especialmente relevante para equipamentos de suporte de vida, visto que caso os valores indicados pelo equipamento não estejam de acordo com as medidas de referência e com a gama de erro tolerável, deve ser efetuado o ajuste do equipamento tornando o seu desempenho confiável;
-) **Testes de desempenho e segurança:** conjunto de testes realizados que permitem averiguar o correto funcionamento do equipamento. Tal etapa deve ser realizada unicamente após a realização das etapas acima descritas de forma a não comprometer a precisão e a segurança quer para o utilizador do equipamento, quer para o paciente.

Cabe então à equipe mantenedora aplicar cautelosamente as etapas que mais se adequam às características das famílias dos equipamentos que estejam passando pelo processo de prevenção, levando em consideração a disponibilidade da tecnologia que é observada pela “redução de paradas e consequentemente redução de custos, melhoria do atendimento à operação, redução do número de acidentes e falhas em diagnósticos” (LINS, 2009, p. 17). Assim, a manutenibilidade, “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções durante a sua vida útil e a um custo mínimo” (TAVARES, 1996) e confiabilidade, “probabilidade de um item executar uma função predeterminada por um período de tempo específico e sob condições apropriadas” (ALMEIDA; SOUZA, 2001), podem ser desempenhadas com rigor e atuarem em prol da instituição, propiciando maior benfeitoria ao usuário.

3.1.3 - MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem (ABNT, 1994). Consiste no “monitoramento de um conjunto de atividades capaz de acompanhar os parâmetros de desempenho dos equipamentos de acordo com suas características de projeto” (XAVIER, 2000; BRANCO FILHO, 2000). Este tipo de manutenção tem por objetivo antecipar as falhas por meio de um histórico de defeitos. Segundo Nepomuceno, (1989):

para essa antecipação, inspeções e diagnósticos são realizados baseados nas irregularidades encontradas, buscando identificar e quantificar a origem desses desvios dos padrões estabelecidos em projeto e apontar a gravidade do defeito localizado, sendo capaz de realizar uma programação para correção de tais irregularidades.(NEPOMUCENO, 1989)

Segundo British Standard¹ (2001), é a manutenção baseada em condição determinada por meio de resultados observados em análises e avaliações de parâmetros significativos da degradação de um item, já para Kardec & Nascif, (2009), representa “a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Para Pereira (2009) “a manutenção preditiva se caracteriza pelo acompanhamento do desempenho dos equipamentos, através de métodos com análises de dados que são fornecidos nos monitoramentos e inspeções realizados em períodos pré-determinados. Já para Mirshawka (1991):

os maiores benefícios desta manutenção, consistem em: prevenir as falhas com antecedência suficiente para que os equipamentos sejam desativados em segurança, assim, os riscos de acidentes e interrupções do sistema produtivo são reduzidos, outro benefício é a redução dos prazos e custos de manutenção, que são permitidos pelo conhecimento antecipado das falhas a serem reparadas; e a melhoria nas condições de operação dos equipamentos, obtendo menor desgaste, maior rendimento e produtividade.(MIRSHAWKA, 1991)

Em suma, vale ressaltar que a manutenção preventiva e a manutenção preditiva possuem propósitos diferentes, pois a ação preditiva é baseada nas estatísticas de utilização da família de equipamento, ou seja, propicia à equipe mantenedora encontrar a falha ainda em estágio inicial e identificar a severidade desta, já na manutenção preventiva o objetivo é diminuir a probabilidade de falha no respectivo equipamento.

¹ British Standard - Órgão de Normatização Nacional do Reino Unido

4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA: um novo paradigma de uma Instituição Pública

Desde a implantação do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1988, foram inúmeras as melhorias realizadas e os diversos desafios encontrados, visando sempre a assistência à saúde de toda a população do território brasileiro na busca incessante pela universalidade, igualdade e integralidade, por meio de sua abrangência, três frentes estruturantes auxiliaram e ao mesmo tempo nortearam “seu funcionamento de forma efetiva, são eles: as tecnologias em saúde, os recursos humanos e a gestão dos processos de trabalho”(BRASIL, 2016, p. 20). As tecnologias em saúde são compreendidas por abrangerem “medicamentos, equipamentos e procedimentos técnicos, sistemas organizacionais, informacionais, educacionais e de suporte, e programas e protocolos assistenciais por meio dos quais a atenção e os cuidados com a saúde são prestados à população” (BRASIL, 2005). Dessa forma, o Ministério da Saúde (2016, p. 20), afirma que

é praticamente impossível visualizar o atendimento à saúde da população sem a utilização de algumas dessas tecnologias, mesmo quando a perspectiva está na atenção primária, por meio dos programas de assistência médica domiciliar, como o Programa de Saúde da Família (PSF) ou pelas Unidades Básicas de Saúde (UBS) onde estão contemplados os equipamentos médico-assistenciais de baixa complexidade, mas que são indispensáveis para os procedimentos clínicos. (Brasil, 2016, p. 20)

É de relevância o entendimento da utilização dos equipamentos no contexto da saúde na atualidade, o uso da tecnologia passou por uma grande transição, deixando de ser “um artefato adjuvante nesse processo, sendo agora uma ferramenta compulsória para o alcance de uma eficiente assistência ao cuidado do paciente” (BRASIL, 2016, p. 20). Por mais que se entenda a importância da tecnologia disponibilizada nos equipamentos médicos, “sabe-se que dentre os tipos de manutenção supracitados, a manutenção corretiva é a mais antiga e a predominantemente utilizada em qualquer EAS” (SMITH, 1993) mesmo não sendo a ideal, por propiciar processos mais dispendiosos advindos da manutenção corretiva que podem ser superiores em relação à manutenção periódica, além de deixar o equipamento indisponível por longos períodos.

Outro aspecto negativo é que “a manutenção corretiva ocorre de maneira não planejada, ocasionando falhas inesperadas” (DONAS, 2004, p. 18). Segundo o Comitê Brasileiro de Certificação em Engenharia Clínica (CBCEC):

aproximadamente 85% dos equipamentos biomédicos do país funcionam fora das exigências mínimas dos fabricantes; 30% dos equipamentos estão

sucateado devido a compras mal realizadas; 96% dos equipamentos nunca sofreram manutenções preventivas.

Este cenário traz consigo vários reflexos que são conduzidos desde os primórdios da saúde em território brasileiro até as mudanças definidas quanto a manutenibilidade de um equipamento médico e os impactos que a ausência destes trazem para o atendimento ao público. Esta ausência potencializou a ação de corrigir, não havendo espaço para o gerenciamento e para a coleta de evidências apresentadas com o ciclo de vida do equipamento.

Atualmente, é possível notar uma mobilização envolvendo a mudança cultural quanto aos conceitos de manutenção preventiva, como uma vereda para o despertar desta necessidade surgida de duas maneiras: a primeira aplicada quando uma instituição de saúde pretende pleitear os níveis de acreditação hospitalar.

A segunda por exigências advindas de órgãos fiscalizadores como a Vigilância Sanitária, que desenvolve um trabalho de fiscalização dos fluxos e processos existentes dentro de uma unidade de saúde, acarretando no desenvolvimento de maior rastreabilidade dos cuidados oferecidos para o paciente, bem como todos os processos que englobam a atividade fim. De acordo com Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), a acreditação hospitalar é

constituída de um sistema de avaliação e certificação de qualidade de serviços de saúde através de um processo voluntário, periódico e reservado. Trata-se de um processo de avaliação de instituições prestadoras de serviços na área de saúde para verificação do cumprimento de requisitos criados para aperfeiçoar a segurança e qualidade no cuidado. Esse processo busca estimular uma melhoria contínua e sustentada dos processos nas instituições de saúde, através do emprego de padrões e de metas nacionais e internacionais de segurança do paciente. (EBSERH, 2020)

Estes dois processos estão movimentando as instituições de saúde visando um maior controle e uma maior promoção de boas práticas nos processos hospitalares, objetivando alguns benefícios como a segurança para os pacientes e profissionais, a qualidade da assistência e o monitoramento do fluxo de trabalho.

Vale ressaltar que a segurança para os pacientes se caracteriza por um serviço de acreditação adquirido pela instituição com o objetivo de que seja realizada uma ampla análise de todos os processos internos definidos e efetuados, não se configurando como uma exigência. Nesse sentido, caso a instituição esteja dentro dos padrões de criticidade, ela recebe

uma titulação de boas práticas quanto à oferta de serviço voltado à saúde. No que diz respeito à qualidade da assistência é representada pela fiscalização realizada por órgãos brasileiros como o da Vigilância Sanitária, na qual desempenha o papel de analisar e pontuar as inconformidades encontradas nos fluxos existentes dentro da instituição de saúde.

Pensando neste cenário, e priorizando a qualidade ofertada quanto aos cuidados com o paciente, a Seção de Bioequipamentos, setor que compõem o Centro de Engenharia Clínica do HCFMRP-USP, decidiu desenvolver um trabalho interno com a proposta de promover à instituição uma mudança cultural no que diz respeito à manutenção preventiva em equipamentos médicos. Com isso, elucidou vários objetivos e questionamentos a serem esclarecidos quanto à manutenção preventiva, dentre eles: a maneira como era oferecida a manutenção pelas empresas contratadas, a cobrança exigida pela própria equipe, o motivo pela qual ela era solicitada e, por fim, como era interpretada esta ação pelo usuário final.

Como dito anteriormente, de maneira geral, nas diversas instituições de saúde culturalmente a ação de corrigir sempre predominou e fez com que existisse um grande distanciamento da ação de prevenir, pois quando aplicado este conceito de manutenção era apenas para cumprir uma exigência imposta, seja por uma norma brasileira vigente ou por uma visita do órgão fiscalizador.

Em resumo, a necessidade em adquirir um serviço de tal importância foi ofuscada pela obrigatoriedade em ter documentos que comprovassem a execução da atividade, ou seja, se tornou mais relevante os recursos visuais como relatório, checklist e etiquetas disponibilizadas pelas empresas, do que a maneira como era desenvolvida, elaborada e executada a manutenção preventiva.

Por meio deste compromisso com a instituição, a Seção de Bioequipamentos começou a elaborar estratégias de implantação da ação de prevenir, pautando-se em desenvolver um programa de manutenção, bem como de executá-la pela equipe, constituída por três profissionais com a formação em: Engenharia Eletrônica, Tecnólogo em Bioequipamentos e Técnico em Eletrônica. Para iniciar e nortear a elaboração deste programa de manutenção preventiva utilizou-se a ferramenta de qualidade (5W2H), visto ser possível concretizar, trazer maior clareza e estruturação para que se chegasse ao objetivo proposto pela equipe.

De acordo com Franklin (2006), “a ferramenta 5W2H é entendida como um plano de ação, ou seja, resultado de um planejamento como forma de orientação de ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo uma forma de acompanhamento do

desenvolvimento do estabelecido na etapa de planejamento”. Para Behr (2008) esta ferramenta é "uma maneira de estruturarmos o pensamento de uma forma bem organizada e materializada antes de implantarmos alguma solução do negócio” [...] “são instrumentos para identificar oportunidades de melhoria e auxiliar na mensuração e apresentação de resultados, visando apoio à tomada de decisão por parte do gestor do processo”, estes instrumentos são perguntas que necessariamente serão analisadas e se transformará em objeto norteador da implantação de qualquer planejamento. Em suma, conceito 5W2H é relacionado a sete perguntas a serem respondidas, conforme mostra figura abaixo.

Figura 4 - Representação esquemática da ferramenta 5W2H

Fonte: <https://www.jreng.net/post/2019/08/02/a-ferramenta-de-gest%C3%A3o-5w2h>

De acordo com Lima (2007), as seguintes perguntas devem ser respondidas detalhadamente, de forma a oferecer a maior segurança possível, durante a etapa de implantação das soluções consideradas:

What - o que deve ser feito – a ação/solução para implantação;
 Why – porque/para que deve ser feita – a justificativa para implantação da solução;
 Who – quem deve fazer – o responsável pela implantação;
 When – quando – prazo/prioridades para implantação;
 Where – onde – que área/lugar/processo a solução será implantada;
 How – como deve ser feita – as atividades a serem cumpridas para a implantação;
 How much – quanto custa – estimativa de investimento necessário para a implantação. (LIMA, 2007)

A partir de então, a Seção de Bioequipamentos iniciou a estruturação da implantação do programa de manutenção preventiva utilizando esta ferramenta de qualidade, caracterizada por sua clareza e objetividade, oportunizando a equipe uma descrição das intenções que visavam alcançar. A tabela abaixo elucida as respostas obtidas para este conjunto de perguntas que foram aplicadas antes da implantação do programa de manutenção.

Tabela 1 - Aplicação da ferramenta 5W2H

WHAT O que será feito? (Etapas)	A implantação de um programa de manutenção preventiva utilizando a família de equipamentos de Ultrassom.
WHY Porque deve ser feita? (Justificativa)	Devido ao elevado número de quebras e avarias.
WHO Quem realizará? (Responsabilidade)	A implantação e a desenvolvimento da manutenção será realizada pela própria equipe da Seção de Bioequipamentos.
WHEN Quando deverá ser executada? (Tempo)	Com periodicidade de 12 meses.
WHERE Onde será executada? (Local)	A equipe executará a atividade dentro do próprio setor. O Centro de Reprodução Humana será o local escolhido inicialmente para esta implantação, contemplando depois toda a instituição que possui esta família de equipamento.
HOW Como deve ser feita? (Método)	Será realizado o inventário da família em estudo, quanto à execução da manutenção será utilizada os requisitos indicados pelo fabricante e pelo usuário que contém o equipamento.
HOW MUCH Quanto custará a implantação? (Custo)	Inicialmente esta questão não será aprofundada, pois a diminuição das corretivas resultaria em maior economia com abertura de chamado para as empresas fabricantes.

Fonte: Tabela disponibilizada pela equipe da Seção de Bioequipamentos

Desta maneira, esta ferramenta de qualidade propiciou à equipe da Seção de Bioequipamentos maior clareza e concretização do objetivo proposto, dando origem a várias etapas, tais como: inventário da família de ultrassom, utilização de conceitos de benchmarking, criação de cronogramas de execução do serviço a ofertar, elaboração de controles utilizando programas do Office, desenvolvimento de todo o plano de manutenção e, por fim, a criação de um relatório que chegasse ao usuário como ação educativa, tendo como propósito consolidar a implantação da manutenção preventiva.

4.1 - INVENTÁRIO

A primeira etapa para a implantação da manutenção preventiva no estabelecimento é o “cadastramento dos equipamentos, contendo informações sobre localização, data de aquisição, identificação, regime de operação e tempo de utilização” (RAMIREZ; 1996, SILVA, 2000). É de grande importância a identificação da codificação existente no equipamento, pois sua presença possibilita à equipe mantenedora,

identificar o serviço ao qual o equipamento pertence, o número de equipamentos de um mesmo tipo existentes na unidade, as datas de compra de um determinado grupo de equipamentos, a quantidade e o tipo de equipamentos comprados em um dado ano, (CALIL e TEIXEIRA, 1998, p.8).

A partir de então a Seção de Bioequipamentos introduziu em 2016 a criação de um inventário utilizando os equipamentos de ultrassom existentes dentro do HCFMRP. Como não existia nenhum controle desta família de equipamento, inicialmente foi desenvolvida uma pesquisa utilizando o Software institucional Sistema Ordem de Serviço, para que fosse possível identificar e quantificar estes equipamentos.

Com a pesquisa foi possível identificar todos os equipamentos pertencentes à família de ultrassom e obter informações quanto ao número de patrimônio, a identificação do bem ativo, ano de incorporação, marca, modelo e a localização do mesmo. A coleta de dados possibilitou à equipe um levantamento prévio dos equipamentos existentes, comprovado pela pesquisa em campo realizada pela equipe mantenedora, a fim de constatar se cada equipamento indicado constava no setor apresentado pelo Sistema Ordem de Serviço.

O levantamento e sua posterior comprovação permitiram saber ao certo quantos equipamentos de ultrassom o hospital dispõe o local em que se encontra, o estado de conservação e obter o primeiro contato com os usuários que os utilizam. Para a equipe mantenedora foi de suma importância este momento, pois foram identificados equipamentos que não estavam presentes na análise e, por meio de um contato direto com o usuário, elucidou-se a importância do trabalho a desenvolver, a fim de que todos pudessem compreender o impacto que o mesmo traria a eles. Após a coleta de todas as informações, foi executada a transposição dos dados para o programa Excel, visando padronizar o inventário dos equipamentos, catalogando cada equipamento com os seguintes dados: patrimônio, marca,

modelo, data de incorporação, setor que o equipamento estava locado, nome do responsável do setor, ramal e email.

A tabela 2 apresenta o desenvolvimento do inventário, explana parte do levantamento e do controle realizado na família de ultrassom do HCFMRP, no período que compreende os anos de 2013 a 2019.

Tabela 2 - Descritivo do inventário de equipamentos

PATRIMONIO	MARCA	MODELO	INCORPORAÇÃO	NUMERO SERIE	SE IOR	CHEHA	KAMAL	E-MAIL
84594	PHILIPS	ENVISOR CHD	07/08/2007	US30709842	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
22282	GE	VOLUSON S10	01/09/2018	VXS001716	CACC03019-AMBULATÓRIO DE GINECOLOGIA E OBST	LILIAN DE ANDRADE SÁ	2332	landrade@hcrp.usp.br
97569	GE	VIVID E9	13/04/2012	1145F0002037	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
106819	GE	VIVID S6	19/12/2014	7661V66	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
106820	GE	VIVID S6	19/12/2014	7718V66	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
SG81/U0052	PHILIPS	CX50	-	SG81/U0052	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
121125	PHILIPS	EPIQ 7	09/02/2018	US017B0712	CACM03015-ENFERMAGEM DE CARDIOLOGIA	ALESSANDRA TOMIATTI	2785	tomiatti@hcrp.usp.br
94512	PHILIPS	HD 11 XE	08/02/2011	USN1078589	CABD00016-DEPARTAMENTO DE PUERICULTURA E PED	RENATA FRATESCHI	3036	rfrateschi@hcrp.usp.br
83322	GE	VOLUSON 730	29/01/2007	A13136	CAAA00292 - ENFERMARIA HC CRIANÇA	RENATA FRATESCHI	3036	rfrateschi@hcrp.usp.br
105312	GE	LOGIQ E9	17/09/2014	125597US5	CACC07050-SEÇÃO DE ULTRASSONOGRAFIA	FLAVIO J. DE OLIVEIRA	2924	fjoliveira@hcrp.usp.br
105313	GE	LOGIQ E9	17/09/2014	125596US7	CACC07050-SEÇÃO DE ULTRASSONOGRAFIA	FLAVIO J. DE OLIVEIRA	2924	fjoliveira@hcrp.usp.br
113520	GE	VOLUSON S6	08/06/2016	321290SV9	CAAA00243-CENTRO DE REPRODUÇÃO HUMANA	SANDRA A. C. VIANNA	2815	svianna@hcrp.usp.br
97061	GE	VOLUSON E8	17/02/2012	D14313	CAAA00243-CENTRO DE REPRODUÇÃO HUMANA	SANDRA A. C. VIANNA	2815	svianna@hcrp.usp.br
110758	GE	VOLUSON S6	23/06/2015	281212SV1	CECC05012-LABORATÓRIO DE GINECOLOGIA E OBST	SANDRA A. C. VIANNA	2815	svianna@hcrp.usp.br
97062	GE	VOLUSON E8	17/02/2012	D14312	CAAA00243-CENTRO DE REPRODUÇÃO HUMANA	SANDRA A. C. VIANNA	2815	svianna@hcrp.usp.br

Fonte: Tabela disponibilizada pela equipe da Seção de Bioequipamentos

A elaboração deste controle de equipamentos foi de grande relevância para a equipe mantenedora, pois, por meio desta ação, oportunizou-se maior familiaridade com as diversas marcas encontradas, tais como: G.E, Philips, Siemens, Samsung e Micromax, apresentados por seus diversos modelos. Em virtude dos benefícios trazidos pelo inventário, foi possível quantificar o número de 35 ultrassons existentes no HCFMRP-USP, distribuídos nos seguintes setores: Reprodução Humana, Cardiologia, Ultrassonografia, Ambulatório, Clínica Civil, Centro de Terapia Intensiva Adulto, HC Criança e Centro Cirúrgico. Por meio da identificação do parque de equipamento, houve a possibilidade da aplicação de conceitos de benchmarking, acarretando na criação de um plano estratégico de manutenção tendo como referências as marcas encontradas.

4.2 - BENCHMARKING

Para a American Productivity & Quality Center (APQC) o benchmarking é definido “como uma técnica que visa comparar uma organização com outra(s), de forma a retirar algumas lições e idéias relativamente ao modo de melhorar determinados indicadores/práticas/processos” (APQC, 2015).

De acordo com Spendolini (1993, p. 10), o benchmarking pode ser definido como “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processo de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”. Para Stapenhurst (2009) “o benchmark, de forma genérica, pode ser definido como um conjunto de atividades utilizadas para comparar produtos, serviços e processos de trabalho, a fim de identificar, adaptar e adotar práticas para melhorar o desempenho”.

Sendo assim, a equipe da Seção de Bioequipamentos iniciou uma pesquisa na área hospitalar, para compreender o serviço que era ofertado à manutenção preventiva dos equipamentos de ultrassom para que pudesse adaptar as necessidades a nível institucional. A primeira ação tomada foi contatar outras instituições de saúde, para interpretar a existência de um programa preventivo e como o este era desenvolvido. Em suma, os cenários que a equipe mantenedora encontrou nas diversas instituições que contatou foram:

) Instituições que eram adeptas a manutenção preventiva - encontrou-se duas maneiras de execução do serviço, a primeira era por contratação das empresas fabricantes e a segunda desenvolvida pela própria equipe mantenedora.

) Instituições que não possuíam a ação de prevenir - adotou-se apenas medidas corretivas quando necessárias nos equipamentos de ultrassom.

A Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP se aprofundou no modelo das instituições que desenvolviam a manutenção preventiva pela própria equipe mantenedora, para obter maior conhecimento do serviço que era ofertado e compreender as principais etapas adotadas. Algumas instituições apresentaram como entraves na aplicação da manutenção, a ausência de equipamentos de *backup* e o subdimensionamento de equipamentos referente ao fluxo de atendimento, em suma, o intervalo adotado para a execução da manutenção era reduzido, fator que impedia a equipe mantenedora de se aprofundar nos cuidados com o equipamento.

Nas instituições em que o serviço de manutenção preventiva era contratado ao fabricante do equipamento foi possível perceber que o desenvolvimento da ação acarretava

em uma inspeção superficial em alguns pontos, tais como: limpeza, contato com o usuário final e a elaboração de documentos mais esclarecedores para o usuário, mas, em contrapartida por se tratarem de empresas fabricantes, algumas ferramentas são de acesso exclusivo, ação que não auxilia no diagnóstico e na rastreabilidade dos defeitos ocorridos.

A partir de então, a Seção de Bioequipamentos adotou algumas veredas por meio das experiências de outras instituições, adaptando e ampliando-as à realidade institucional para as etapas do programa de manutenção preventiva que se propunha a realizar. A aplicação do *benchmarking* mostrou à equipe, a importância em implantar e realizar a manutenção preventiva dentro da própria instituição, pelos seguintes fatores:

-) Oferta mais atenta e detalhada do equipamento e de sua tecnologia;
-) Facilidade no planejamento quanto à execução da atividade;
-) Compreensão das dificuldades dos usuários;
-) Maior disponibilidade e recursos para realizar tal ação;
-) Acompanhamento e funcionamento dos equipamentos, transdutores e o surgimento das necessidades do corpo clínico.

4.3 - CHECKLIST

As informações coletadas por meio do benchmarking possibilitaram à equipe da Seção de Bioequipamentos o entendimento das etapas relevantes, que quando adotadas trariam grandes benefícios à família de equipamento de ultrassom. Ainda com um olhar na implantação, a equipe mantenedora optou pela criação de um *checklist* tendo como referência os defeitos mais recorrentes nesta família. Por meio da experiência da equipe e de sua rotina de trabalho, foi possível reconhecer estes defeitos e as ações corretivas necessárias para que o equipamento voltasse a desenvolver a função requerida, dentre as avarias as que ocorriam com maior frequência eram:

-) Presença de interferência na imagem;
-) Problemas quanto à exportação de exames;
-) Equipamento apresentando lentidão em suas funções;
-) Software corrompido;
-) Perda de presets quando reinstalado o software;

-) Avarias quanto ao gabinete externo, botões, monitor, rodas, teclado, track ball e cabo de ecg;
-) Transdutor com ruptura em seu cabo, imagem apresentando interferência, conector oxidado e película protetora danificada.

Tendo como base estas avarias, foi elaborado um *checklist* com a finalidade de criar uma sequência lógica de manutenção, por se tratar de uma ação preventiva o intuito era impactar diretamente na diminuição destas ações voltadas a correção. As figuras 5 e 6 apresentam o *checklist* criado pela equipe mantenedora.

Figura 5 - Checklist criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP (parte 1)

HOSPITAL DA CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO		HCFMRP-USP RIBEIRÃO PRETO	FAEPA		
INÍCIO: ____/____/____		HORA: ____:____			
INSPEÇÃO VISUAL					
AValiação		OBSERVAÇÃO			
GABINETE EXTERNO	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
BOTÕES	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
MONITOR	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
RODIZIO	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
TECLADO	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
TRACK BALL	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME				
CABO DE ECG	☐ CONFORME ☐ NÃO CONFORME ☐ NÃO POSSUI				
CLONE HD					
BACKUP		OBSERVAÇÃO			
☐ EFETUADO					
☐ NÃO EFETUADO					
TRANSDUTORES ANALISADOS					
TRANS.	MODELO	REFERÊNCIA	SÉRIAL NUMBER	OBSERVAÇÕES	
				CABEÇA	CONECTOR
1º					
2º					
3º					
4º					
5º					
6º					
HORA: ____:____		FINAL: ____/____/____			
OBSERVAÇÕES					
MANUTENÇÃO CORRETIVA				OBSERVAÇÃO	
NECESSÁRIO ☐ SIM ☐ NÃO		OS: _____			

Fonte: Documento disponibilizado pela Equipe de Bioequipamentos

Figura 6 - Checklist criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP (parte 2)

HOSPITAL DA CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CHECKLIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO ULTRASSOM				
PATRIMÔNIO	NÚMERO DE SÉRIE	OS		
NOBREAK				
TENSÃO DE SAÍDA	PATRIMÔNIO	NÚMERO DE SÉRIE		
_____V				
CONECTIVIDADE				
AE TITIF	PORTA	TCP/IP	MASK	GATEWAY
		• • •	• • •	• • •
SERVIDOR(ES)				
NOME	AE TITLE	PORTA	IP ADDRESS	
			• • •	
			• • •	
			• • •	
CAPACIDADE DO HD				
CAPACIDADE	ESPAÇO UTILIZADO	TIPO	OBSERVAÇÃO	
		() PC () NOTEBOOK		
CD PRESETS				
() EFETUADO() NÃO EFETUADO		OBSERVAÇÃO		

Fonte: Documento disponibilizado pela equipe da Seção de Bioequipamentos

A partir deste momento, a equipe técnica passou a analisar e a coletar algumas informações úteis para que fosse possível ter maior domínio do equipamento tanto da parte técnica, de utilização quanto das necessidades do usuário. Vale ressaltar que este conhecimento foi se consolidando, por meio da expertise da equipe e pelo aprimoramento contínuo da busca constante, tanto na parte técnica quanto na de utilização operacional.

Esta busca incessante pelo conhecimento possibilitou à equipe um maior domínio da informação, tais como a função de cada tecla; os comandos disponíveis sejam por uma tecla de atalho ou pelos modos de exportação de exames; as práticas de limpeza, os cuidados com os transdutores e a relevância do diagnóstico realizado pelo equipamento, disponibilizando

assim, maior segurança para a equipe clínica e ao paciente que necessita do diagnóstico médico.

4.4 - CRONOGRAMA

Foi desenvolvido um cronograma de manutenção junto ao usuário, para que as partes ficassem alinhadas quanto à indisponibilidade do equipamento, e também tendo em vista o não comprometimento dos serviços oferecidos aos pacientes.

Depois de alinhadas as respectivas datas para a execução da manutenção preventiva, foram entregues materiais de apoio ao usuário, que continham as informações deste cronograma, com intuito de reforçar as datas nas quais os equipamentos estariam ausentes nos setores, lembrando-os de que se ocorresse qualquer imprevisto por parte da equipe mantenedora, quanto ao setor de origem do equipamento esta data seria reavaliada. Na figura 7 é apresentado parte do cronograma disponibilizado aos setores que utilizam o equipamento.

Figura 7 - Cronograma da manutenção preventiva criado pela equipe da Seção de Bioequipamentos do HCFMRP-USP

MP DO ULTRASSOM CARDIOLOGIA			
PATRIMÔNIO	MODELO	DATA AGENDADA	PERÍODO
SG81700052	CX 50	03/fev	8:00 às 17:00
121125	EPIQ 7	10/fev	
106820	VIVID S6	17/fev	
106819	VIVID S6	16/mar	
97569	VIVID E9	23/mar	
87706	HD11	30/mar	
84594	ENVISOR	06/abr	

MP DO ULTRASSOM REPRODUÇÃO HUMANA			
PATRIMÔNIO	MODELO	DATA AGENDADA	PERÍODO
97061	VOLUSON E8	23/jan	8:00 às 17:00
97062	VOLUSON E8	27/jan	
110758	VOLUSON S6	27/fev	
113520	VOLUSON S6	02/mar	

Fonte: Documento disponibilizado pela Seção de Bioequipamentos

4.5 - RASTREABILIDADE

Pensando em um maior controle na manutenção preventiva, a equipe da Seção de Bioequipamentos desenvolveu uma tabela utilizando o programa Excel com a seguinte finalidade, quando a manutenção estivesse em andamento possibilitaria ao profissional que estaria a desenvolvendo, coletar as informações por meio do *checklist* e armazená-las dentro desta base de dados.

O acesso a essas informações trouxe maior acessibilidade e dinamismo a favor da equipe mantenedora, propiciando maior rastreabilidade quanto ao: número de série, marca, modelo, centro de custo vinculado ao equipamento, data e hora da retirada e devolução do equipamento ao setor de origem por meio do programa de manutenção preventiva, data e hora do início e fim da execução da manutenção, número da ordem de serviço, detalhes sobre a inspeção visual, dados de conectividade, dados dos servidores configurados, detalhes quanto à característica do *Hard Disk* e seu backup, presets instalados, informações sobre o estado de funcionamento dos transdutores, modelo e número de série do mesmo.

Sendo assim, foi possível alcançar boas práticas de manutenibilidade e confiabilidade tecnológica do equipamento, além de maior agilidade na tomada de decisão nas ações corretivas e na elaboração de substituição de peças em futuras preventivas.

**5. A MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO HCFMRP: SEU
DESENVOLVIMENTO**

A manutenção preventiva desenvolvida pela Seção de Bioequipamentos dentro do HCFMRP, aos poucos foi se consolidando, atingindo melhores resultados e disseminando uma mudança cultural, no que diz respeito aos cuidados adquiridos com a família de equipamento de ultrassom. Este equipamento se tornou fundamental e,

tem sido amplamente utilizado para diagnóstico médico em várias aplicações, como na determinação da taxa de crescimento e detecção de batimento cardíaco fetal, na detecção de cistos e tumores, avaliação das funções cardíacas, determinação de fluxo sanguíneo, distância entre estruturas anatômicas e obtenção de imagens de órgão internos em geral (Zucatti, 2003, p.10).

Pelo uso desta tecnologia e pelas possibilidades que ela proporciona ao corpo clínico, tornou-se fundamental sua execução, independente da especialidade em que este equipamento está aplicado na instituição de saúde. Pela sua importância e dos impactos advindo pelas ações corretivas, a Seção de Bioequipamentos pontuou, dentro de seu programa de manutenção preventiva, as etapas que seriam necessárias e que deveriam ser aplicadas para que alcançasse êxito na busca pela manutenibilidade e confiabilidade da tecnologia.

Uma das etapas inicia-se no momento em que antecede a retirada do equipamento, quando a equipe mantenedora se desloca até o setor de origem e mantém um diálogo direto com o usuário, a fim de interpretar as dificuldades e as queixas do funcionamento do equipamento, fato que acarreta em uma tomada decisão mais assertiva dentro do programa de manutenção preventiva. Vale ressaltar que, ainda neste momento, é realizada uma análise para avaliar a conectividade do ultrassom, quer dizer se após a conclusão dos exames estes estão sendo exportados aos servidores configurados e se estão disponíveis ao corpo clínico.

Na análise são coletados dados de conectividade, informações quanto ao protocolo de comunicação das imagens médicas (*Digital Imaging and Communications in Medicine – DICOM*) e seu sistema de armazenamento (*Picture Archiving and Communication System – PACS*), por meio destes dois recursos se faz presente a comunicação e a transferência de dados, acarretando no êxito na exportação e na visualização dos exames. Após estes primeiros cuidados, o equipamento é conduzido até a Seção de Bioequipamentos, para que a equipe mantenedora dê início à inspeção visual.

Tendo em vista as várias partes existentes de um equipamento de ultrassom, conforme mostra a figura nº 8, é desenvolvida uma análise para avaliar o nível de confiabilidade e de funcionamento de cada parte indicada, sendo elas: monitor, touch screen (caso tenha), botões,

trackball, acionamentos de elevação, sistema de processamento de imagem, sistema de arrefecimento e, por fim, o rodízio.

Figura 8 - Ilustração das partes componentes de um equipamento de Ultrassom

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Em suma, a cada etapa em que a manutenção evolui é efetuada uma limpeza na parte que está sendo inspecionada. Nas figuras abaixo serão representadas o antes e o depois da execução da manutenção preventiva, iniciada pelo trackball, teclado, botões, comando tgc e, por fim, pelo sistema de arrefecimento. Cabe mencionar que, o acúmulo de sujeira pode acarretar diversas avarias no equipamento, riscos aos profissionais e pacientes, e consequentemente, propiciar uma má impressão.

Figura 9 - Ilustração de Track Ball antes e depois da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 10 - Ilustração de um teclado antes da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 11 - Ilustração de um processo de desmontagem do teclado

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 12 - Ilustração de limpeza do teclado durante o desenvolvimento da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 13 - Ilustração do término da montagem do teclado

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 14 - Ilustração de botões apresentando sujidade antes da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 15 - Ilustração do processo de limpeza de todos os botões do equipamento

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 16 - Ilustração de um comando TGC antes da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor.

Figura 17 - Ilustração de um comando TGC depois da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 18 - Ilustração de um sistema de arrefecimento antes e depois da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 19 - Ilustração de uma fonte de alimentação antes e depois da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 20 - Ilustração de um filtro do equipamento antes da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor.

Figura 21 - Ilustração de um Filtro do equipamento depois da manutenção

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Após todo o desenvolvimento das etapas de análise e de limpeza do equipamento, a equipe mantenedora inspeciona o transdutor, a fim de identificar avarias em seu conector, cabos, lente acústica e cristais. Caso o mesmo apresente alguma inconformidade será retirado de uso e encaminhado para conserto, pois o objetivo principal desta etapa é oferecer ao corpo clínico maior segurança e exatidão nos cuidados com o paciente.

Para que seja possível obter esse resultado, a equipe mantenedora possui como instrumento de trabalho o Phantom da marca Cirs, modelo ATS 539, conforme mostrado na figura nº 22. Este instrumento é uma espécie de gabarito na qual se pode ter referência das suas propriedades internas, possibilitando a realização de testes de profundidade de penetração, uniformidade, perfil de feixe, zona focal, largura de resposta lateral, medição de distância vertical, resolução axial e lateral, resolução elevacional, resolução de contraste, sensibilidade ao contraste em escala de cinza e por fim teste de zona morta.

Figura 22 – Ilustração de um Phantom para equipamento de ultrassom

Fonte: Imagem site fabricante <http://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2020/03/ATS-539-DS-032420.pdf>.

O desenvolvimento destes testes fez com que a equipe analisasse de maneira minuciosa o transdutor e também obtivesse maior domínio das avarias presentes. A figura 23 ilustra os testes desenvolvidos durante a manutenção preventiva.

Figura 23 – Ilustração da inspeção do funcionamento do transdutor

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Desta forma, cabe enfatizar que o desenvolvimento da ação preventiva pela Seção de Bioequipamentos se resume na busca por melhores práticas aos cuidados com a tecnologia, o que permite a seção adquirir maior criticidade quanto ao serviço prestado, suprimindo as carências observadas e vislumbrando novas análises.

5.1 - AÇÃO EDUCATIVA: ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO

Um dos objetivos da equipe da Seção de Bioequipamentos em implantar a manutenção preventiva na família de ultrassom era o de transformar a maneira como era vista a ação preventiva por meio dos usuários que estão ligados diretamente com o equipamento, uma vez que a única maneira disponibilizada até então, era uma breve descrição no sistema da própria instituição de que a manutenção preventiva tinha sido efetuada.

Pensando nesta mudança cultural e despertando a importância em prevenir futuras falhas e avarias, a equipe mantenedora desenvolveu um relatório anual pós manutenção preventiva, a fim de disponibilizar informações de localização do equipamento, dicas de boas práticas de utilização da tecnologia e dos transdutores, bem como aspectos que foram analisados no ato do serviço desenvolvido. Esta ação trouxe uma aproximação entre usuários e a Engenharia Clínica, oportunizando o esclarecimento de dúvidas sobre utilização ou até mesmo na criação de possibilidades para melhorar a manutenibilidade do equipamento.

Em suma, a equipe mantenedora também foi beneficiada com tal interação, por estarem mais receptivos aos usuários, havendo um aprimoramento técnico e o aumento da satisfação pela busca de melhores aplicações pratica no atendimento das necessidades da instituição.

Figura 24 – Demonstração de um Relatório Anual de Manutenção Preventiva (parte 1)

RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL DE ULTRASSOM				
DATA DA MANUTENÇÃO: 02/03/2020 O.S: 16789/2020				
DADOS DA LOCALIZAÇÃO				
SETOR	CAAA0243-CENTRO DE REPRODUÇÃO HUMANA			
RESPONSÁVEL	SANDRA APARECIDA CAVICHIOLO VIANNA			
RAMAL	2815			
DADOS DO EQUIPAMENTO				
PATRIMÔNIO	113520			
MARCA	GE			
MODELO	VOLUSON S6			
INCORPORAÇÃO	06/06/2016			
NÚMERO DE SÉRIE	3212905V9			
MANUAL USUÁRIO	http://www.cenisa.gov.br/scripts/web/correleto/correleto_rptbagem.htm

ATIVIDADES EXECUTADAS				
<ul style="list-style-type: none"> - Limpeza interna em: botões, trackball, sistema de arrefecimento, placas eletrônicas e hardware; - Limpeza externa em: carenagens, cabo de alimentação, cabo de rede e rodízio; - Backup dos presets e dos dados de conectividade; - Análise dos exames armazenados, pois possuía 45,0% de espaço livre do HD. 				
RECOMENDAÇÕES				
<ul style="list-style-type: none"> - Usar o ultrassom em sala climatizada e ligado a um nobreak; - Limpar os transdutores conforme o procedimento de assepsia; - Exportar os exames e excluí-los com maior frequência; - Limpar o painel de comando ao término do dia. <p>Estes cuidados devem ser realizados para maior confiabilidade do equipamento e do diagnóstico.</p>				
ASSEPSIA DOS TRANSDUTORES*

<small>*EXETO TRANSDUTORES QUE POSSUAM MATÉRIA ORGÂNICA.</small>				
TRANSDUTORES				
Na avaliação dos transdutores foi realizada inspeção visual conforme Anexo do Relatório de Manutenção Preventiva				
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;"> EXECUTORES WILLIAN PIRES LOBDI MATRÍCULA: 2008363 </td> <td style="text-align: center;"> MARCELO RIBEIRO DA ROCHA MATRÍCULA: 14810 </td> <td style="text-align: center;"> RESPONSÁVEL SANDRA APARECIDA CAVICHIOLO VIANNA MATRÍCULA: 7685 </td> </tr> </table>		EXECUTORES WILLIAN PIRES LOBDI MATRÍCULA: 2008363	MARCELO RIBEIRO DA ROCHA MATRÍCULA: 14810	RESPONSÁVEL SANDRA APARECIDA CAVICHIOLO VIANNA MATRÍCULA: 7685
EXECUTORES WILLIAN PIRES LOBDI MATRÍCULA: 2008363	MARCELO RIBEIRO DA ROCHA MATRÍCULA: 14810	RESPONSÁVEL SANDRA APARECIDA CAVICHIOLO VIANNA MATRÍCULA: 7685		
<small>** As referências das análises utilizadas foram feitas de acordo com o manual do equipamento e com a utilização do usuário**</small>				

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Figura 25 – Demonstração de Relatório Anual de Manutenção Preventiva (parte2)

<p>HOSPITAL DA CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO</p>
ANEXO DO RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA					
TRANSDUTOR					
MODELO:	RICS-9W-RS	REFERÊNCIA:	H48661EF	NÚMERO DE SÉRIE:	190435KR8
RECOMENDAÇÕES		
			<ul style="list-style-type: none"> - Evite queda, pois a mesma pode provocar danos na lente acústica e quebra dos cristais piezoelétrico; - Evite líquidos no conector, pois a exposição de umidade excessiva acarreta em danos no circuito eletrônico; - Utilize sempre a função FREEZE quando não estiver utilizando o equipamento, pois aumentará a vida útil e diminuição do desgaste do elemento piezoelétrico. 		
PARTE SUPERIOR
<p>Inspecionamos a película protetora e não detectamos nenhum tipo de rachaduras e evidências de impacto.</p>		
CONECTOR
<p>Inspecionamos o conector e não encontramos problemas quanto aos contatos eletrônicos e seu sistema de travamento.</p>		
O transdutor não apresentou nenhuma avaria em testes visuais.					

Fonte: Imagem elaborada pelo autor.

6. OBJETIVOS

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho oportunizou a compreensão da implantação de um programa de manutenção preventiva e ao mesmo tempo trouxe uma análise de campo a fim de observar o impacto que se teve dentro de uma família de equipamento médico. De maneira a atingir os objetivos propostos adotou-se uma pesquisa descritiva, uma vez que foi necessário avaliar os registros dos equipamentos quanto sua performance, e por meio desta análise conduzir uma abordagem quantitativa dos dados coletados e assim representá-los.

7.1 - LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em um dos setores que contemplam o Centro de Engenharia Clínica, a Seção de Bioequipamentos. Por meio deste contato, foi possível interpretar o trabalho que a equipe mantenedora desempenha no parque de equipamentos médicos, sua missão e o objetivo do setor em prol da manutenibilidade tecnológica.

Após assimilar as atribuições que a Seção de Bioequipamentos tem em seu escopo, surgiu o interesse em analisar e interpretar o serviço que a equipe implantou utilizando a família de equipamentos de ultrassom dentro do HCFMRP-USP. Diante deste cenário, houve a necessidade de quantificar o quão importante era ter um programa de manutenção preventiva de ultrassom dentro da instituição.

Após dispor a permissão pelo Centro de Engenharia Clínica para desenvolver o trabalho, houve varias reuniões a fim de aprofundar-se sobre o serviço que era ofertado no programa de manutenção preventiva, obter a interpretação de todas as etapas adotadas, o acesso as documentações existentes, os controles desenvolvidos neste processo, a acessibilidade ao software institucional, Sistema Ordem de Serviço e a permissão de acompanhar a equipe em todo o desfecho da execução da MP.

Em suma, por meio do envolvimento com o setor, foi possível proporcionar imagens mais realísticas de todo o processo e uma facilitação para transcrever todos os ideais da equipe mantenedora com a implantação da manutenção.

7.2 - POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO

A população em análise foi uma das famílias de equipamento médicos voltados ao diagnóstico clínico, o ultrassom. A primeira etapa do estudo foi a coleta de alguns dados, tais como: patrimônio, marca, modelo, número de série, setor de origem e ano de incorporação do equipamento. Sendo assim, foi elaborado o gráfico 1 para elucidar a quantidade de aparelhos de ultrassom incorporados por ano de 2007 a 2019, evidenciando todos os equipamentos desta família que compõem o parque de equipamento médico atual.

Gráfico 1 – Distribuição do ano de incorporação de aparelhos de Ultrassom na Instituição

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Por se tratar de um o estudo comparativo foi adotado como método de inclusão três anos antes da implantação da MP e três anos após sua implantação, já como método de exclusão adotou o ano de 2016, ano que a equipe da Seção de Bioequipamentos iniciou a implantação do programa de MP e também estabeleceu um olhar mais criterioso quanto à manutenibilidade na família em estudo.

Desta maneira, o gráfico 2 abaixo mostra a quantidade de equipamentos de ultrassom nos respectivos períodos em que foi desenvolvida a análise.

Gráfico 2 – Número total de equipamentos de ultrassom na Instituição

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

7.3 - ANÁLISES DOS DADOS

Para que houvesse uma análise de dados coerente, foram coletadas as informações de cada equipamento correspondente ao período em estudo por meio do software institucional, o Sistema de Ordem de Serviço.

Além dos dados ficarem armazenados no sistema, o mesmo permite ter uma rastreabilidade de todo o ciclo de vida da tecnologia, propiciando a acessibilidade das informações como o da ficha cadastral e de todas as ordens de serviço vinculadas ao patrimônio, que vão da incorporação à obsolescência conforme mostra a figura 26.

Figura 26 – Software Institucional “Sistema Ordem de Serviço”

Fonte: Imagem retirada do software institucional

A partir da criação da tabela utilizando a planilha Excel[®], foi possível alimentá-la quanto a alguns dados relevantes para o estudo, tais como: o número de patrimônio do equipamento em análise; o número e ano da ordem de serviço; o tipo de serviço que foi executado, seja ele a manutenção corretiva interna, manutenção corretiva do fabricante, manutenção nos transdutores ou manutenção preventiva; a data de abertura da ordem de serviço e por fim a data de fechamento da mesma, vale ressaltar que as datas foram levadas em consideração mas que ao utilizar o indicador de indisponibilidade verificou-se apenas os dias úteis deste intervalo.

Em suma pode-se afirmar que o objetivo maior destes dados, era apresentar o cenário real vivenciado pelos setores que utilizam os equipamentos de ultrassom dentro da instituição e mostrar o impacto que acarretou a implantação da ação preventiva.

7.4 - ASPECTOS ÉTICOS

Por se tratar de um estudo de implantação da manutenção preventiva nos equipamentos de ultrassom no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e por não envolver seres humanos, foi dispensado de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (no anexo A), de acordo com a resolução 466/12. Foi obtida a autorização para utilização dos registros diretamente pela Coordenação do Centro de Engenharia Clínica.

8. *RESULTADO E DISCUSSÃO*

A Seção de Bioequipamentos é um dos setores que trouxe para este trabalho a importância em buscar incansavelmente o conhecimento e a mudança cultural, atrelando os cuidados com os equipamentos médicos aos setores que utilizam este equipamento voltado ao diagnóstico clínico, tendo como objetivo final o atendimento aos pacientes que necessitam desta tecnologia.

Durante o desenvolvimento do estudo também foi observada a necessidade e a importância da família de equipamento de ultrassom para o corpo clínico, uma vez que sua utilização passou a ser essencial nas diversas especialidades existentes dentro do HCFMRP-USP, seja para acompanhar todo o período gestacional ou até mesmo a evolução e identificação de enfermidades.

Ao observar o impacto que o equipamento de ultrassom possui quanto sua utilização, foi possível identificar o motivo que levou a equipe mantenedora implantar uma nova ação em seu escopo de trabalho, tendo como finalidade evitar as falhas e os transtornos gerados pela paralisação do equipamento.

A implantação do programa de manutenção preventiva foi se consolidando no decorrer dos anos de maneira gradativa, e ampliando cada vez mais os aspectos quanto à manutenibilidade e confiabilidade no equipamento de ultrassom, conforme ilustra o gráfico 3 a seguir.

Vale ressaltar que a equipe se deparou com alguns entraves durante o processo de implantação, uma vez que não seria possível disponibilizar um funcionário exclusivamente para a aplicação prática da MP, pois a única forma encontrada para a concretização do programa foi primeiramente ter o domínio do equipamento e após, contemplar com o programa de MP algumas máquinas da instituição, possibilitando a interpretação das possíveis readequações necessárias e assim abranger cada vez mais a família de equipamentos de ultrassom do HCFMRP-USP.

Gráfico 3 – Distribuição do percentual de conclusão do programa de MP

Fonte: Elaborado pelo autor

A fim de interpretar como se comportou a família de equipamento de ultrassom com a implantação do programa de MP, foi avaliado o número de ordens de serviço de manutenção corretiva nos anos anteriores e posteriores ao programa, lembrando que estas ordens de serviço são geradas pela necessidade do usuário, uma vez que o ultrassom apresente alguma avaria ou falha, vindo a comprometer, a confiabilidade e a assertividade de suas funções.

O gráfico 4 a seguir representado pelos anos correspondentes aos períodos em análise, mostra que nos anos que antecederam a implantação da MP, existia um número elevado de ordens de serviço de manutenção corretiva em relação à quantidade de ultrassons no HCFMRP.

Já no segundo período, após implantação do programa de MP, ocorreu uma diminuição da quantidade de ordem de serviços voltados à ação de corrigir, mesmo tendo um aumento de 68% da família de equipamento de ultrassom em relação ao primeiro período.

Gráfico 4 – Número absoluto de ordens de manutenção corretiva em relação à família de ultrassom

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Com isso, pode-se notar a presença de uma progressão quanto ao número de manutenção corretiva no decorrer dos anos, o número de MC evidencia a abordagem quanto a manutenibilidade que a equipe possuía nos anos 2013, 2014 e 2015, ou seja, não se fazia presente o desenvolvimento de boas práticas de utilização com o usuário e nem análises técnicas com o intuito de evitar futuras falhas, resultando em maior quantidade de avarias apresentadas pela tecnologia.

Nos anos 2017, 2018 e 2019 já se faziam presente um trabalho de orientação ao usuário, desenvolvimento de estudos contínuos na família de equipamento de ultrassom e a busca por um olhar mais criterioso voltado a tecnologia. Vale ressaltar que dentro do programa de MP implantado na instituição foram adotados alguns posicionamentos pela equipe mantenedora, um deles foi à conduta de que se durante processo de MP houvesse a presença de pequenas avarias que poderiam resultar em futuras falhas, ocorreria a necessidade da abertura de ordem de serviço voltada a MC a fim de corrigi-las.

Em análise, pode-se constatar que, mesmo havendo um conceito diferente na qual existia no primeiro período, o número de MC praticamente não se elevou em relação à quantidade de equipamentos de ultrassom, isso mostra a importância em ter tomadas de decisões mais coerentes e assertivas com a tecnologia, este impacto é apresentado no gráfico abaixo ao trazer a relação entre o número de “O.S” de MC versus o número de “O.S” de MP.

Gráfico 5 – Distribuição do número de Manutenção corretiva versus Manutenção Preventiva

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O gráfico 6 retrata o número de ordens voltadas à manutenção corretiva versus a quantidade total de equipamentos de ultrassom, este comparativo do comportamento da tecnologia nos períodos em análise, demonstra claramente que o benefício advindo por um olhar diferente originado pela equipe mantenedora pode trazer grandes benefícios e maior aproveitamento do equipamento.

Gráfico 6 – Manutenção corretiva *versus* número de equipamentos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Como já foi mencionada anteriormente, a manutenção corretiva é destinada a corrigir uma avaria ou uma falha apresentada por um equipamento, dentro do HCFMRP-USP quando isso ocorre se faz presente a equipe mantenedora (Seção de Bioequipamentos) ou o fabricante do equipamento para recolocar a tecnologia à disposição do corpo clínico.

Durante a análise das ordens de serviço relacionadas a MC dos períodos em estudos, evidenciou-se no primeiro período que equipe mantenedora interna não possuía domínio da tecnologia, isso refletia a maneira com que era conduzida a MC dentro da instituição, ou seja, as ordens de serviço que eram solucionadas internamente o grau de complexidade era baixo, as que possuía um nível um pouco mais elevado eram solucionadas externamente pela empresa fabricante, e quando ocorria as aberturas de chamado aos fabricantes, o mesmo não possuía respaldo na elucidação do defeito que estava ocorrendo, nem mesmo as possíveis peças que pudessem estar apresentando as avarias.

Já no segundo momento, foi possível notar uma mudança quanto ao domínio técnico pela equipe mantenedora, uma vez que grande parte das ordens de serviço de MC foi solucionada internamente, as que precisavam de cuidados mais específicos como a substituição de placas necessariamente tiveram cuidados externos, promovidos pelos próprios fabricantes.

No segundo período, as manutenções externas executadas pelo fabricante foram claramente marcadas pela interação da equipe mantenedora, por meio do domínio técnico adquirido desenvolvido pelo programa de MP, esta expertise possibilitou à equipe a identificação das avarias e a aplicação de todos os testes pertinentes para a identificação das partes danificadas do equipamento, tal ação trouxe maior contextualização dos testes aplicados ao fabricante, propiciando ao mesmo, bases mais sólidas para solucionar os defeitos.

O gráfico 7 exemplifica em porcentagem a proporção das ordens de serviço de MC que foram realizadas internamente e externamente.

Gráfico 7 – Manutenção corretiva interna *versus* Manutenção corretiva externa

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 8 apresenta o impacto trazido pela MC quanto à indisponibilidade do equipamento, lembrando que este tempo é representado quando, o equipamento deixa de realizar uma função requerida devido uma falha.

Levando em consideração que no primeiro período a quantidade de equipamentos de ultrassom era expressivamente reduzida em relação ao segundo período, pode-se compreender que proporcionalmente o número de MC não se alterou mesmo elevando o número de ultrassom, quanto à indisponibilidade dos equipamentos, notou-se que no primeiro momento as ordens de serviço de MC resultaram em 443 dias úteis de máquinas indisponíveis na família de equipamento de ultrassom, já no segundo momento apresentou-se uma indisponibilidade de 110 dias úteis na família.

Vale ressaltar que ao compreender a rotina dos setores que possuem o ultrassom como objeto de trabalho, adotou-se como medida *dias úteis* para a representação do gráfico, uma vez que os exames acontecem e as equipes estão presentes em horário comercial.

Gráfico 8 – Indisponibilidade (em dias) do equipamento ultrassom proveniente da MC

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O grande impacto a se esperar com a implantação de uma MP efetiva, é aumento da disponibilidade e a qualidade com que o equipamento se encontra ao corpo clínico. Diante deste fato mostraram-se os benefícios gerados pela equipe mantenedora, tais como: o da diminuição do número de MC em relação à quantidade de equipamentos, a agilidade nos processos que envolvem a tecnologia, exames mais assertivos e a segurança que o corpo clínico passou a ter, com a interpretação das deficiências existentes solucionadas pela equipe mantenedora.

Compreendendo tais benefícios trazidos pela MP, este trabalho de mestrado criou uma estimativa de exames que poderiam ter sido ampliadas na instituição em condições ideais, por parte da redução da indisponibilidade da família de ultrassom no primeiro e no segundo período em estudo.

Sendo assim, a partir do documento institucional na qual transmite anualmente os dados estatísticos de todos os processos que ocorreram no HCFMRP-USP, possibilitou mensurar a quantidade de exames de ultrassom realizados nos períodos anteriores e posteriores a implantação da MP, conforme gráfico 9.

Gráfico 9 – Números absolutos de exames de ultrassom realizados por ano no HCFMRP-USP

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Com base nas análises anteriores foi possível contextualizar duas situações e uni-las a fim de criar uma suposta demanda de exames que iriam contemplar os pacientes que aguardavam por um diagnóstico clínico.

A primeira situação diz respeito à indisponibilidade dos equipamentos por meio das MC, nela foram coletadas informações quanto aos dois períodos do estudo, contendo a quantidade de equipamento do respectivo ano, número de equipamentos que apresentaram avarias, o tempo de indisponibilidade de cada equipamento e a média de indisponibilidade deste parque de equipamentos do respectivo período.

Na segunda situação foram abordadas informações quanto aos exames, nela foi avaliada a quantidade de exames desenvolvidos durante o ano, a média de exames realizados por dia e a proporção do número de exames que cada equipamento desenvolveu ou deixou de desenvolver.

Tendo em vista todas estas informações, uniram-se os dois contextos e se fez uma média dos dois períodos, utilizando a quantidade de exames que deixaram de ser desenvolvidos pelas máquinas que ficaram indisponíveis, bem como o número de dias úteis de máquina parada e assim, criou um novo cenário retratando os números de exames que

poderiam ser ampliados à população caso os equipamentos não tivessem indisponíveis e se a instituição tivesse todas as condições ideais para desenvolvê-los.

Gráfico 10 – Comparativo do número de exames ultrassonográficos efetuados e de exames que poderiam ser realizados com base na manutenção preventiva

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Diante a implantação do programa de MP utilizando o equipamento de ultrassom em um dos hospitais notórios em território brasileiro, voltado ao ensino e reconhecido por sua complexidade, se fez presente tanto nos quesito clínico quanto técnico, a importância da busca constante da quebra de paradigma para a mudança cultural da utilização tecnológica.

Sendo pela busca da mudança cultural, aos poucos a própria equipe da Seção de Bioequipamentos trouxe um ideal de MP muito além do que tinham estruturado inicialmente, por se familiarizar mais com o equipamento e com os usuários, surgiram novas possibilidades na execução dentro do programa de MP, uma delas foi a elaboração de testes quantitativos e qualitativos utilizando os transdutores.

Estes testes foram tomando forma à medida que a equipe se especializava e buscava esta prática no contexto da manutenção, dado que sua implantação ocorreu dentro do programa de MP no ano de 2018, refletindo até os dias hoje por sua estruturação e aplicabilidade nos acessórios que fazem a interface equipamento/usuário.

Além de todos os impactos advindos pela MP, a análise em transdutores trouxe ao corpo clínico uma confiabilidade inenarrável quanto à utilização tecnológica, uma vez que a variação do funcionamento do transdutor pode ser imperceptível mesmo com a experiência médica, com isso atrelou-se o conhecimento técnico na busca por exames mais assertivos.

Esta ação demonstrou que equipe mantenedora estava à frente das tendências que acompanham o mercado de equipamentos médicos, pois a exigência quanto aos cuidados em transdutores de equipamentos de ultrassom validou-se com a instrução normativa nº58 em 20 de Dezembro de 2019, depois que a equipe já estava desenvolvendo este trabalho. Segundo Ministério da Saúde, (2019):

Esta Instrução Normativa estabelece requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança nos sistemas de ultrassom diagnóstico ou intervencionista, bem como a relação de testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, determinando as respectivas periodicidade e tolerâncias (BRASIL, 2019)

Sendo assim, pode-se garantir que dentro do HCFMRP-USP a manutenção preventiva foi uma ação que aos poucos apresentou uma transformação cultural, e com este trabalho de mestrado potencializou ainda mais os resultados em se ter um programa de manutenção preventiva, uma vez que não se sabia quais eram os benefícios em se ter a implantação da ação de prevenir.

A ação corretiva perdurou durante anos na instituição e cada vez mais se atrelava ao fabricante em seu desenvolvimento, o que fica como aprendizagem é que a equipe mantenedora interna não substitui este tipo de serviço, mas pode auxiliar de maneira coerente e assertiva para que este serviço seja efetuado o mais rápido possível, e também na possibilidade de propiciar suporte técnico adequado aos profissionais que utilizam este equipamento voltado ao diagnóstico.

9. CONCLUSÃO

A partir do ano de 1988 por meio da Constituição da República Federativa, o contexto histórico voltado à saúde passou por grandes mudanças em todo território brasileiro, com a criação Sistema Único de Saúde (SUS) se fez presente mesmo por meio das dificuldades, entraves e recursos disponíveis, a possibilidade de acesso a toda população de maneira igualitária e abrangente aos cuidados com a saúde.

Estes cuidados com o passar dos anos se atrelaram cada vez mais com o uso da tecnologia presente nos equipamentos médicos, onde sua utilização passou a ser uma grande aliada na identificação e na cura de diversas enfermidades.

Quanto aos cuidados com a tecnologia pode-se notar que no Brasil, iniciou-se uma necessidade em meados dos anos 80, mas apenas nos anos 90, foi criada uma mobilização a fim de estruturar e implantar um setor de Engenharia Clínica, na busca em recolocar para uso o parque de equipamentos médico caracterizado até então por sua indisponibilidade.

Dentro do HCFMRP-USP não foi diferente, pois em 2005 criou-se o Centro de Engenharia Clínica com o mesmo propósito, aplicar os conceitos de manutenção corretiva com o intuito de deixar disponível o parque de equipamentos médicos aos profissionais que os utilizavam. Este conceito arraigado de corrigir, de maneira morosa esta perdendo forças para a ação de prevenir, ação que é indispensável em outros países e que aos poucos esta se consolidando e se fazendo presente dentro da área médica nacional.

A manutenção preventiva se tornou interessante para as diversas empresas que atualmente comercializam esta prestação de serviço, mais o grande intuito deste trabalho foi o de apresentar uma mudança cultural ocasionada dentro de um hospital público e de alta complexidade, trazendo a importância em se ter uma equipe que busca constantemente, a manutenibilidade dentro da instituição do parque de equipamentos médico, e que utilizou uma das famílias de equipamentos dentro todo o parque como objeto de implantação de um programa estruturado de manutenção preventiva.

Este trabalho de mestrado possibilitou interpretar todos os processos que envolveram a implantação, indo desde a elaboração do programa ao desenvolvimento, e ainda cumpriu com os objetivos propostos, comparar os três anos anteriores e posteriores da data inicial da implantação da manutenção preventiva, bem como analisar o impacto que esta aplicação teve para a família de ultrassom.

Ao comparar os dois períodos em análise notou-se a importância que uma equipe mantenedora tem na instituição de saúde ao propiciar novas abordagens e conceitos aplicáveis

quanto à manutenção. Mostrou também por meio de todo envolvimento da estruturação do programa de MP, o conhecimento técnico e de utilização adquirido durante todos os processos que a equipe estava presente, conhecimento que foi identificado no segundo período da análise, representados pela diminuição do número de ordens de serviço de manutenção corretiva; diminuição da indisponibilidade do equipamento; diminuição das manutenções realizadas externamente; suporte necessário ao fabricante quando solicitados, elaboração de frentes de trabalho envolvendo a confiabilidade em transdutores e por fim todo o apoio ao usuário que utiliza o equipamento de ultrassom na aplicação médica.

Esta mudança de conceitos trouxe ainda vários ganhos para instituição, uma vez que por se tratar de uma manutenção realizada internamente, o programa de manutenção preventiva foi desenhado exclusivamente para as necessidades dos setores que possuíam esta tecnologia, abordagem na qual não é vista ao contratar uma empresa para a mesma prestação de serviço, ou seja, a exclusividade se dá conforme o envolvimento e disponibilidade dentro da instituição, cenário que é praticamente inviável para as empresas devido ao custo agregado.

Em suma, a manutenção preventiva trouxe uma característica de utilização diferente à família de ultrassom, atualmente apresentada pela confiabilidade, assertividade e manutenibilidade no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

10. REFERÊNCIAS

ABECLIN. **Associação brasileira de Engenharia Clínica**. Disponível em: <http://www.abeclin.org.br/pagina.php?p=quem-somos>. Acesso em: 10 ago. de 2020.

ABNT. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR IEC 601-1** Equipamento eletromédico. Parte 1 – prescrições gerais para segurança. Rio de Janeiro, 1994.

ALBORNOS, L. J. C. **Determinação do ciclo de vida útil de equipamentos eletromédicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

ALMEIDA, A. T., SOUZA, F. M. C. **Gestão da Manutenção**: na Direção da Competitividade. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001.

APQC - American Productivity & Quality Center (2015) **Benchmarking methodology**. Disponível em: <https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/apqcs-benchmarking-methodology>. Acesso em: <20 de maio de 2020>.

ARIZA, C. F. Manutenção preventiva: objetivos, desenvolvimento e aplicação. **Manutenção e Serviços**. Ano 1, n.5, p. 4-15. 1988.

BEHR, A. **Gestão da biblioteca escolar**: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca: Ci. Inf., Brasília, vol 37 n° 2 ago 2008.

BLACHE, K. M; SHRISTAVA, A. B. Defining Failure of Manufacturing Machinery & Equipment. In: **Proc. Annual Reliability and Maintainability Symp**, p. 69-75, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Rio de Janeiro: Abraman, 1996.

BRANCO FILHO, G. **Dicionário de Termos Técnicos de Manutenção e Confiabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Capacitação a Distância em Gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares**. Carta Convite 02/2000, Brasil, 2000.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. **A Portaria GM/MS n. 2.510**, de 19 de dezembro de 2005. Criação da Comissão para Elaboração da Política de Gestão Tecnológica (CPG) no âmbito do SUS. Brasília: MS, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Ciência Tecnologia e Insumos Estratégicos**. Mapeamento e diagnóstico da gestão de equipamentos médico-assistenciais nas regiões de atenção à saúde do projeto QualiSUS-Rede. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRITISH STANDARD. **Maintenance Terminology**, BS EN 13306, 2001.

BRITO, L. F. M. **Clínical Engineering in Brazil**. In: DYRO, J. (Ed.) **Clínical Engineering Handbook**. 1 ed. Burlingto: Elsevier Academic Pres, 2004, p. 69-72.

BRONZINO, J. D. **Clínical Engineering: Evolution of a Discipline**. In: DYRO, J. (Ed.) **Clínical Engineering Handbook**. Burlingto: Elsevier Academic Press, p. 3-7, 2004.

BRONZINO, J. D. **The Biomedical Engineering Handbook**, -3 Volume, 2006.

CABRAL, J. P. **Gestão da Manutenção de Equipamentos**, Instalações e Edifícios, Lisboa, Lidel, 2009.

CALIL, S. J.; TEIXEIRA, M. S. **Gerenciamento de manutenção de equipamentos hospitalares**. São Paulo: Faculdade de saúde Pública da USP. Série Saúde & Cidadania, 1998.

CAMPANA, G.; FARO, L.; GONZALES, C. **Fatores competitivos de produção em medicina diagnóstica**: da área técnica ao mercado. JBrasPatolMedLab.45(4):295-303, 2009.

DONAS, M. L. M. **A Gestão da Manutenção de Equipamentos em uma Instituição Pública de C&T em Saúde**. Tese de Doutorado, 2004.

EBSERH. **Acreditação Hospitalar**. Acesso:< 20 de jun. de 2020>, disponível em <http://www2.ebserh.gov.br/web/hc-ufmg/acreditacao-hospitalar>.

ECRI - Emergency Care Research Institute. **Health Devices** – Inspection and Preventive Maintenance System. 3ª Ed, 1995.

FRANKLIN, Y.; NUSS, L. F. **Ferramenta de Gerenciamento**. Resende: AEDB, Faculdade de Engenharia de Resende, 2006.

FEUERWERKER, L. C. M; CECÍLIO, Luis de O. **O hospital e a formação em saúde: desafios atuais**. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 4, 2007.

GERAGHTY, T.; BEYOUND, T. P. M. **Manufacturing Engineer**. vol. 75. nº4. pp. 183-6. 1996.

GOODMAN, G. The Profession of Clínica Engineering **J Clin Engin**. v.14, p. 27-37, 1989.

GORDON, G. J. Hospital technology management: the Tao of Clínica engineering. **Journal of Clínica engineering**, v. 15, n. 2, p. 111-117, 1990.

GOUWS, J. & GOUWS; L. E. **Optimised Combination of Maintenance Types**, 1997.

HCFMRP-USP. **Relatório de Atividades**. Disponível em: <<https://site.hcrp.usp.br/hcfmrp-em-numeros/>>. Acesso em:< 24 de maio de 2019>.

HCFMRP-USP. Site do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Disponível em:<<https://site.hcrp.usp.br/centro-de-engenharia-Clínica-e-bioequipamentos/>>. Acesso em:< 25 mar. 2020.

KARDEC, A.; LAFRAIA, J. **Gestão Estratégica e Confiabilidade**. Rio de Janeiro. Qualitymark: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001.

LIMA, M. P. B. **A gestão da qualidade e o redesenho de processos como modelo de desenvolvimento organizacional em Hospitais Públicos Universitários: o caso do Hospital de Clínicas da UNICAMP** [dissertação]. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas; 2007.

LINS, F. E. **Modelo Multicritério para Priorização de Equipamentos Hospitalares para Manutenção Programada**. Tese de Mestrado, Recife, 2009.

LUCATELLI, M. V. **Estudo de Procedimentos de Manutenção Preventiva de Equipamentos Eletromédicos**. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

MIRSHAWKA, V.; **Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos**, 1 ed. São Paulo: Makron Books, McGrawHill, 1991.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**. New York: Industrial Press Inc, 1992.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**. 2 nd ed – Woodbine, NJ Industrial Press Inc., 1997.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo, SP: Edgard Blücher LTDA, 1989.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A Proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v.04, n.02, p.01-16, 2008.

PALLEROSI, C. **Confiabilidade: A quarta dimensão da qualidade**. Vol. I Manutenibilidade e Disponibilidade. Brasil: ReliaSoftBrasil, 2007.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção – teoria e prática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção**: Função estratégica. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

RAMIREZ, E. F. F. **Metodologia de Priorização de Equipamentos Médicos para Programas de Manutenção Preventiva em Hospitais**. Campinas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

RAMIREZ, E. F. F.; CALDAS, E. C.; SANTOS, P. R. **Manual Hospitalar de Manutenção Preventiva**. Editora da Universidade Estadual de Londrina – Londrina, 2002.

RAMIREZ, E. F. F.; CALIL, S. J. Engenharia Clínica: Parte I – Origens. **Semina: Ci.Exatas/Tecnol.** Londrina, 21(4):27-33, 2000.

ROSA, R. N. da. **Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em um processo da indústria automobilística**. 2016.

SANTOS, M. J. M. F. **Gestão de Manutenção de Equipamento**. Projeto Final de Mestrado Integrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.

SILVA, R. & PINEDA, M. Risk-Based Preventive Maintenance Program for Medical Equipment. **Journal of Clinical Engineering**. Set/Out, 2000,p. 265-268.

SMITH, A. M. **Reliability-Centered Maintenance**. USA: McGraw-Hill, Inc. 1993.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. São Paulo: Makroon Books, 1993.

STAPENHURST, T. **The benchmarking book a how-to-guide to best practice for managers and practitioners**. Amsterdam; Boston: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2009.

SÔNEGO, Fernando Santos. **Estudo de Métodos de Avaliação de Tecnologias em Saúde aplicada a Equipamentos Eletromédicos**. 92 f. . Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)–Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOUZA, D. B; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro. **Rev. Bras. Eng. Biomédica**. Rio de Janeiro, 28(4):327-336, 2012.

TAVARES, L. A. Excelência na Manutenção. **Casa da Qualidade**, 2. Ed., Salvador, BA, 1996.

WANG, B.; CALIL, S. J. Clinical engineering in Brazil: current status. **JClin Eng**, v. 16, n. 2, p. 129-35, 1991.

XAVIER, J. N. **Manutenção** – Tipos e Tendências. [On-line] Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/site/downloads/artigos/tendencia.pdf>> Acesso em Abril/2020.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.

ZUCATTI, G. R. **Proposta para implantação de um Programa de Controle de Qualidade de Imagens em Equipamentos de Ultra-Som Modo-B**. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia elétrica e de computação, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

11. ANEXOS

ANEXO A- Parecer submetido à universidade

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE APARELHOS DE ULTRASSONOGRAFIA EM HOSPITAL DE ALTA COMPLEXIDADE, ENSINO E PESQUISA.

Pesquisador: Willian Pires Loddi

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 04036818.6.0000.5440

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.087.990

Apresentação do Projeto:

O presente trabalho visa apresentar a implantação da manutenção preventiva no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), e, por se tratar de várias famílias de equipamentos médico-hospitalares dentro do parque tecnológico, escolhemos uma das mais relevantes, que auxilia no diagnóstico por imagem, o ultrassom. Mostraremos todo o desenvolvimento do

projeto, desde a seleção do equipamento, as dificuldades encontradas, os benefícios obtidos e o custo-benefício proveniente de sua implantação. Para que seja possível obter bons resultados com a manutenção preventiva, a tomada de decisão pelo gestor é fundamental, uma vez que deve interpretar as recomendações do fabricante e apresentar para a equipe clínica a importância desta manutenção, com o intuito de atender a real

necessidade deste usuário. Além disso, deve-se buscar uma maior aplicabilidade e confiabilidade desta tecnologia em sua utilização. Sendo assim, tomar decisões quanto à implantação e ter todo o controle da tecnologia não é uma tarefa fácil, requer experiência, domínio do assunto e compreensão das necessidades da instituição. Para que seja possível analisarmos todos os pontos relevantes deste trabalho utilizaremos o conceito da Avaliação de Tecnologia em Saúde, no qual nos auxiliará em vários momentos, dentre eles na interpretação do custo-benefício desta manutenção, proporcionando ao mesmo tempo, um trabalho dinâmico visando uma maior

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 3.087.990

utilização da tecnologia incorporada e maior economia, por ter uma melhor manutenibilidade do equipamento. Como metodologia teórico-prático, empregaremos as diretrizes de Elaboração de Estudos para a Avaliação de Equipamentos Médicos-Assistenciais (2013) e Estudos de Avaliação Econômica de Tecnologias em Saúde, (2009), Health Technology Assessment Handbook, de Kristensen e Sigmund 2007, para que possamos apresentar a importância da manutenção preventiva e a otimização da função do gestor quanto as tomadas de decisões mais coerentes e condizentes com a realidade da instituição.

Objetivo da Pesquisa:

O presente projeto de mestrado tem por objetivo geral analisar o processo de implantação da manutenção preventiva na família de equipamento de ultrassom, utilizando de maneira norteadora os conceitos advindos da Avaliação de Tecnologia em Saúde (ATS), no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: A presente pesquisa envolve riscos mínimos.

Benefícios: Busca de maior qualidade, economia e uma melhoria contínua dos processos existentes quanto a família de equipamento de ultrassom.

Proporcionando maior rastreabilidade do ciclo de vida tecnológica, busca constante pela manutenibilidade, apoio técnico aos usuários que utilizam esta tecnologia, aumento da confiabilidade do equipamento, diminuição do tempo de parada por falhas indesejadas, auxílio às empresas representantes quando necessário e a busca incessante pela máxima utilização do equipamento visando a diminuição dos custos envolvidos

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

uma pesquisa explicativa utilizando a família de equipamento de ultrassom, em que será possível interpretar em meio de análises, toda a evolução da manutenção preventiva existente, evidências das práticas de boa utilização tecnológica e dos impactos positivos proporcionados, possibilitando assim, uma nova visão do conceito de manutenção. Evidências que serão usadas através de uma pesquisa de campo e cautelosamente tratadas por uma abordagem quantitativa; os dados serão disponibilizados por meio do sistema institucional, por manuais do fabricante e pelo armazenamento de informações técnicas adquiridas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos devidamente apresentados. Solicita a dispensa de aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O presente estudo analisará o processo de implantação da

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 3.087.990

manutenção preventiva na família de equipamento de ultrassom, utilizando de maneira norteadora os conceitos advindos da Avaliação de Tecnologia em Saúde (ATS), no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão

Preto, sendo assim não implicara em nenhum contato com pacientes, está sendo solicitada a dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido. No entanto deve se destacar que todos os princípios éticos de sigilo, confidencialidade e segurança da informação serão seguidos rigorosamente.

Recomendações:

não se aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa, assim como a solicitação de dispensa de aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, podem ser enquadrados na categoria APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1267899.pdf	05/12/2018 14:22:03		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	4.png	30/11/2018 21:09:31	Willian Pires Loddi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3.pdf	30/11/2018 21:08:35	Willian Pires Loddi	Aceito
Orçamento	2.pdf	30/11/2018 21:05:34	Willian Pires Loddi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	1.pdf	30/11/2018 21:04:48	Willian Pires Loddi	Aceito

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 3.087.990

Folha de Rosto	FOLHA.pdf	30/11/2018 20:49:49	Willian Pires Loddi	Aceito
----------------	-----------	------------------------	---------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 17 de Dezembro de 2018

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
(Coordenador(a))

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br