

Análise do Processo de Manutenção e de Vida Útil dos Equipamentos Médicos Ecocardiógrafos: a Experiência de um Hospital de Ensino

Analysis of the maintenance process and useful life of echocardiography equipment: An experience in a teaching hospital

Gabriel Peres Mazzoni¹ André Timóteo Sapalo¹, André Schmidt¹, Benedito Carlos Maciel¹,
Minna Moreira Dias Romano¹

Laboratório de Ecocardiografia, Departamento de Clínica Médica, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo,¹ Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Resumo

Introdução: A ecocardiografia é uma ferramenta diagnóstica de crescente utilização na prática clínica, aplicada a diversos cenários médicos. Os cuidados e os processos de manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos são ainda pouco padronizados. O objetivo do presente estudo foi descrever o processo de manutenção atualmente aplicado a equipamentos ecocardiográficos em um laboratório. Descrever o processo inclui a caracterização de danos e aplicações de manutenção preventiva ou corretiva.

Métodos: Estudo observacional descritivo e exploratório realizado em centro único. As informações de dados do processo de manutenção de equipamentos ecocardiográficos foram obtidas de arquivos eletrônicos do sistema de gestão de equipamentos de um laboratório de médio porte de um hospital público de nível terciário com características de ensino, no período de 2003 a 2018.

Resultados: Foram identificados dez tipos de avarias mais comuns, como dano a programas (23,8%), peças (23,1%) e relacionadas à queda de energia e de acessórios (13,8%). Após a implementação do processo de manutenção preventiva, houve significativa redução dos custos de manutenções (US\$ 44.472,10 versus US\$ 25.807,59; $p = 0,029$). Mesmo após a manutenção preventiva, os custos de manutenção corretiva em equipamentos aplicados à ecocardiografia transesofágica (US\$ 7.789,17) foram maiores que aqueles a equipamentos aplicados a outras modalidades (US\$ 3.184,37 em ecocardiografia transtorácica e US\$1.813,00 em estresse).

Conclusão: O processo de manutenção de equipamentos ecocardiográficos foi descrito. Danos a equipamentos ecocardiográficos estão relacionados a altos custos, principalmente naqueles aplicados a modalidades especiais, como ecocardiografia transesofágica. As manutenções preventivas reduziram significativamente os custos de manutenção.

Descritores: Ecocardiografia; Manutenção de equipamento; Manutenção corretiva; Manutenção preventiva; Engenharia biomédica.

Abstract

Introduction: Echocardiography is a diagnostic tool that is increasingly used in clinical practice in different medical scenarios; however, the preventive (PM) or corrective maintenance (CM) care and processes for this equipment are still poorly standardized. To describe the maintenance process currently implemented for echocardiographic equipment (ECHO) in a medium-sized laboratory in a tertiary-level public teaching hospital. The description of the process includes damage characterization and MP and MC implementation.

Methods: This was a descriptive and exploratory single-center observational study. Data on the maintenance process of echocardiographic equipment were obtained from electronic files from the hospital's equipment management system between 2003 and 2018.

Results: Together with the description of the equipment maintenance process, the ten most common types of malfunctions were identified, including software (23.8%), parts (23.1%), and power outage and accessory damage (13.8%). The implementation of the PM process significantly decreased the maintenance costs (USD 44,472.10 vs USD 25,807.59, $p = 0.029$). Even after the MP, the CM costs related to transesophageal echocardiography equipment (TEE) (USD 7,789.17) were higher than those with other equipment modalities (USD 3,184.37 for transthoracic echocardiography equipment (TTE) and USD 1,813.00 for stress testing).

Conclusion: The maintenance process for ECHO equipment was described. ECHO equipment damage has high costs, especially in special modalities such as TEE. PM significantly reduced maintenance costs.

Keywords: Cardiac function; Cardiovascular disease; COVID-19; Echocardiography; SARS-CoV-2

Correspondência: Minna Moreira Dias Romano •

Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - Avenida Bandeirantes, 3.900 – CEP: 14049-900 – Ribeirão Preto, SP, Brasil.

E-mail: minna@fmrp.usp.br

Artigo recebido em 7/10/2021; revisado em 27/10/2021; aceito em 16/11/2021

DOI: 10.47593/2675-312X/20213404eabc258



Artigo Original

Introdução

A ecocardiografia tornou-se um método diagnóstico não invasivo de imagem essencial. É amplamente utilizada em diversos cenários da medicina. Aplicações clínicas incluem modalidades diversas de exame, como transtorácica, transesofágica, intraoperatória e intracardíaca; com aplicações de diversas técnicas, dentre elas imagem bidimensional, tridimensional, Doppler tecidual, análise de deformação miocárdica e uso de contraste de microbolhas. O uso dessa ferramenta requer um complexo conjunto de habilidades – não só clínicas, mas também relacionadas à aquisição das imagens e ao uso de tecnologias embutidas nos equipamentos e programas.¹

Tais equipamentos possuem um ciclo de vida o qual deve ser acompanhado pelo setor de Engenharia Clínica (EC) de um serviço de saúde.²⁻⁴ As ações da EC incluem processos de manutenção (administrativa, preventiva e corretiva)⁵⁻⁸ e gestão de custos ligados a tais equipamentos.^{9,10} Dentre os custos da assistência à saúde, destacam-se os relacionados a equipamentos médicos. Sistemas administrativos de custeios e de vida útil de equipamentos são essenciais em unidades de saúde, principalmente hospitalares.¹¹ A apuração de custos dentro de hospitais é uma tarefa abrangente, que deve considerar a diversidade dos serviços prestados,¹² exigindo delimitação dos sistemas de custos e um sistema de informações eficiente. Maior complexidade ainda é encontrada em hospitais universitários,¹³ uma vez que são também responsáveis pela formação de profissionais da saúde. O custeio de ciclo de vida do produto^{14,15} permite que os gestores antecipem seus custos ao longo de cada fase de seu ciclo de vida, principalmente na fase de planejamento. A tomada de decisões em hospitais é facilitada quando se baseia no conceito de ciclo de vida do produto.

O objetivo do presente estudo foi descrever o processo de manutenção e algumas características relacionadas ao ciclo de vida e custeio atualmente aplicado a equipamentos ecocardiográficos em um laboratório de ecocardiografia. O impacto da introdução da Manutenção Preventiva (MP) pela EC neste serviço de saúde também foi avaliado.

Método

Estudo descritivo observacional e de caráter exploratório sobre os processos e os custos de manutenção dos equipamentos ecocardiográficos, envolvendo períodos anteriores e posteriores à aplicação de MP.

Local de estudo e amostra

O estudo foi realizado no Laboratório de Ecocardiografia do Centro de Cardiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP). Trata-se de um laboratório de ecocardiografia de médio porte de um hospital público de nível terciário e com características de ensino, que está sob cuidado de manutenção do centro de EC do mesmo hospital. A amostra foi constituída por todos os equipamentos ecocardiográficos disponíveis no Centro de Custos do Centro de Cardiologia e com cadastro de patrimônio do Hospital das Clínicas da unidade *Campus* no período de 2003 a 2018. Foram excluídos equipamentos que, embora estivessem em uso no período de tempo de estudo, não

foram inseridos no sistema de patrimônio do laboratório e, por consequência, nunca tiveram seus cadastros no centro de EC, impossibilitando o rastreo de suas atividades de manutenção.

Aspectos éticos

Por se tratar de um estudo com equipamentos médicos e processos administrativos e por não envolver seres humanos, o estudo foi dispensado de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, de acordo com a resolução 466/12

Processo de coleta de dados

Foram analisados os processos de manutenção aplicados a esse laboratório, suas ferramentas, o sistema de custeio aplicado e o ciclo de vida dos equipamentos de forma retrospectiva, no período de 2003 a 2018. A coleta de dados foi realizada por meio de consulta aos arquivos de operações do banco de dados do sistema de gestão de equipamentos do hospital, por meio dos documentos de Ordens de Serviço (OS). Informações relacionadas aos equipamentos, aos processos de manutenção e ao sistema de custeio deles foram analisadas, e as variáveis descritas na Tabela 1.

As variáveis de estudo foram definidas como tempo de parada em avaria (tempo de uso do equipamento mesmo com alguma restrição); tempo de parada por acessório (tempo em que o equipamento ficou fora de uso por falta de acessório); aplicação por equipamento (se o equipamento estava aplicado em modalidade ecocardiografia transtorácica – ETT –; ecocardiografia transesofágica – ETE – ou estresse); OS preventivas (chamados para manutenções realizadas internamente, pelo próprio centro de EC); OS corretivas (chamados para manutenções realizadas pelo fabricante) e custos de incorporação (custos de aquisição por equipamento, convertidos em dólares)

As análises de custos foram realizadas utilizando-se como moeda base o dólar americano (com a conversão realizada de acordo com o valor médio do câmbio do ano). As análises foram realizadas em dois momentos distintos: pré e pós-implementação das MPs a cada equipamento.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram expressas como média e desvio-padrão ou medianas e intervalo de confiança, e as variáveis categóricas foram expressas como contagem e

Tabela 1 - Descrição das variáveis utilizadas para aferição das características dos equipamentos, dos processos de manutenção e dos sistemas de custeio.

Equipamentos	OS	Custos
Relação dos equipamentos	Quantidade de OS total	Custo de incorporação
Portabilidade	Quantidade de OS corretivas	Custos de OS corretivas
Data da aquisição/ incorporação	Quantidade de OS preventivas	Custo de OS preventiva
Tempo de uso, anos		Custos por tipo de avaria ou por aplicação
Tempo de parada em avaria, meses		
Tempo de parada por acessórios, meses		
Tipos de avarias		
Aplicação por equipamento		

OS: ordem de serviço.

porcentagem. Comparações entre médias ou medianas entre grupos foram realizadas com teste *t* pareado para distribuições normais ou testes não paramétricos. As análises de correlação entre variáveis contínuas foram realizadas pelo teste de correlação de Pearson, todas com programa GraphPad Prism (v 8.4.3), e significância foi considerada quando $p < 0,005$.

Resultados

Foram analisados dez equipamentos disponíveis no parque de equipamentos do Laboratório de Ecocardiografia do hospital no período de 2003 a 2018. Dois equipamentos foram excluídos da análise por não terem cadastro patrimonial no serviço (equipamentos adquiridos por verbas de pesquisa). No período de estudo, o Laboratório de Ecocardiografia realizou, em média, 90% de sua rotina em exames transtorácicos (ETT), 5,5% em exames sob estresse e 4,5% em exames transesofágicos (ETE). Todos os equipamentos foram aplicados à modalidade ETT, enquanto três deles foram aplicados também à ETE e um deles também a exames sob estresse (Figura 1).

Os equipamentos foram identificados quanto a seus nomes e modelos, substituindo essas características pela numeração simples sequencial de 1 a 8. As variáveis de características de equipamentos estão descritas na Tabela 2.

Quanto à quantidade de OS por equipamento, verificou-se que, nos oito equipamentos, as OS internas foram as solicitações mais prevalentes, com média de 10,35 por equipamento, em relação às OS externas (média de 4,12 por equipamento).

Características como o tempo de uso dos equipamentos demonstraram ampla variação (2 a 16 anos), com média de 7,5 anos, sendo que três deles estavam em uso há mais de 10 anos. A Tabela 3 apresenta as características dos equipamentos por tempo de uso até o momento da análise, tempos de parada, custos de avarias e valor de incorporação.

As avarias mais frequentes sofridas pelos equipamentos e seus respectivos custos foram dano a programas (23,8%; US\$ 6.356,06), peças (23,1%; US\$ 94.003,95), relacionado à queda de energia (US\$ 557,66) e de acessórios (US\$ 4.233,24; ambos 13,8%) e transdutores (12,3%; US\$ 45.347,40) (Tabela 4 e Figura 2).

A descrição de porcentagens de custos por tipos de avarias foi demonstrada na figura 3. Os custos de Manutenção

Corretiva (MC) foram de US\$ 44.472,10, antes do processo de MP, e de US\$ 25.807,59, após o processo de MP. A diferença entre esses valores demonstrou queda significativa ($p = 0,029$). Comportamento semelhante ocorreu com o tempo de parada dos equipamentos, que foi de 128,31 meses antes e de 32,23 meses depois do processo de MP ($p = 0,048$) (Figura 4).

Houve correlação entre os custos de MC e o tempo de uso dos equipamentos ($r = 0,84$; $p = 0,008$) (Figura 5).

Mesmo após a implementação da MP, os custos de MC foram maiores em equipamentos aplicados à modalidade ETE (US\$ 7.789,17) quando comparados às demais modalidades (US\$ 3.183,37 para ETT e US\$ 1.813,00 para estresse) (Figura 6). Quando analisados os tipos de avarias especificamente a transdutores (tanto transtorácicos quanto transesofágicos), os danos mais frequentes foram por fraturas de cabo (dois eventos), de causa desconhecida (cinco eventos), danos na membrana (dois eventos), danos à função de mapeamento de fluxo a cores (um evento) e danos nos botões de angulação (um evento).

Discussão

O processo de manutenção e descrição de ciclo de vida aplicado a equipamentos de ecocardiografia envolve a incorporação, a detecção de avarias e a avaliação de custos. Esse processo foi caracterizado em um laboratório de ecocardiografia de hospital de ensino de nível terciário. Os danos a equipamentos de ecocardiografia são significativos – não só a transdutores e peças internas, como também a acessórios

Tabela 2 - Características dos equipamentos de ultrassom.

Equipamento	Ano de incorporação	Aplicação	Portabilidade
1	2017	ETT + ETE	Sim
2	2017	ETT + ETE	Não
3	2008	ETT	Não
4	2007	ETT	Não
5	2012	ETT + estresse	Não
6	2014	ETT + ETE	Não
7	2014	ETT	Não
8	2003	ETT	Sim

ETT: ecocardiografia transtorácica; ETE: ecocardiografia transesofágica.

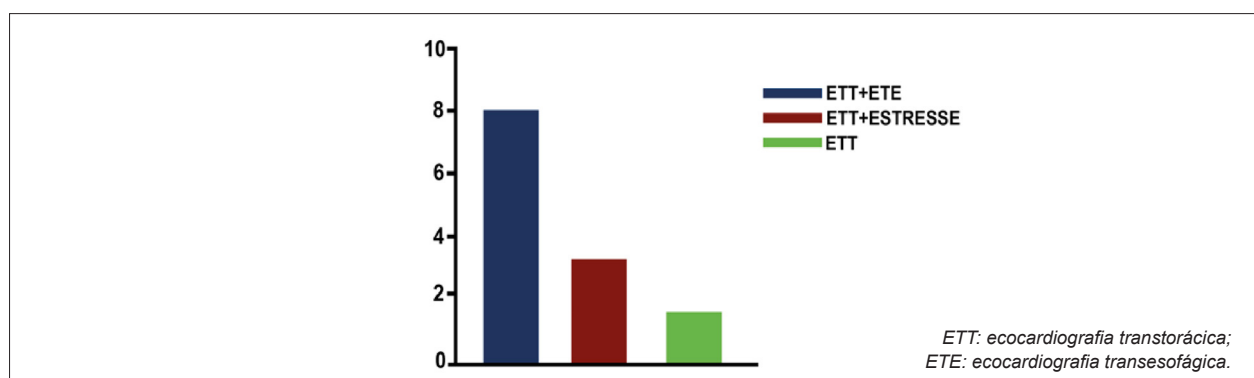


Figura 1 – Número de equipamentos por aplicação.

Artigo Original

Tabela 3 - Tempo de parada e custos.

Equipamento	Tempo		Manutenções até dezembro de 2018 (USD\$)	Custos	
	Uso (anos)	Parada (meses)		Manutenção preventiva (USD\$)	Incorporation value (USD)
1	2	0	0,00	0,00	28.618,75
2	2	5	40,53	0,00	79.010,63
3	11	47,4	22.389,46	318,91	36.629,38
4	12	11,5	10.722,75	417,16	43.636,74
5	7	50,7	16.026,89	210,00	91.050,85
6	5	16,6	10.479,70	132,39	43.638,99
7	5	9,2	484,25	359,34	40.528,81
8	16	20,6	37.738,90	0,00	60.483,97

Tabela 4 - Custos por tipos de avarias.

Equipamento	Queda de energia	Programas	Peças	Transdutor	Limpeza de peças	Reconfiguração de programa	Acessórios
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	9,78	1.352,58	14.301,69	48,91	304,60	70,28	1.008,75
4	148,35	2.663,61	5.252,75	17,37	6,25	21,65	682,33
5	0	56,79	31.033,53	19.855,39	25,80	60,14	1.083,66
6	318,30	0	134,18	10.849,73	0	11,14	32,25
7	81,23	0	0	14.564,87	0	0	494,60
8	0	2.283,08	43.281,10	11,13	4,49	0	931,65

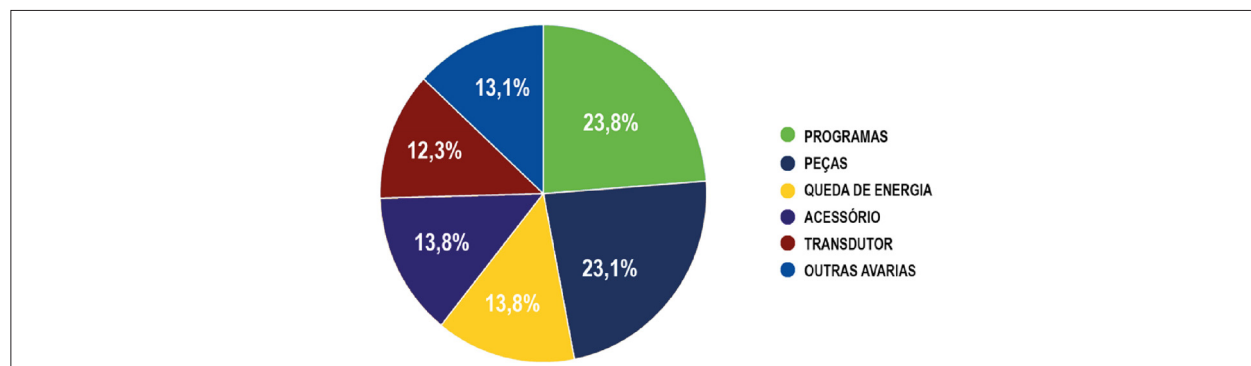


Figura 2 – Tipos de avarias mais frequentes aos equipamentos de ecocardiografia.

e programas operacionais. O custo relacionado à MC pode ser minimizado com a implementação da MP.

As avarias de equipamentos médicos constituem um sério problema para as instituições de saúde. Além dos prejuízos econômicos, a retirada de um equipamento em uso para os reparos leva a uma perda de atendimento de um volume significativo de pacientes, com prejuízos para a saúde delas, seja pela demora do diagnóstico ou pelo retardo das ações terapêuticas.¹⁰

Nas instituições públicas, existem agravantes adicionais, como o impacto no tempo de agendamento de exames ambulatoriais, que já pode ser bastante longo. Além disso, os procedimentos para reparos nos equipamentos podem ainda ser burocráticos e envolver problemas relacionados à escassez de recursos orçamentários. Somado a esses fatos, estão ainda características das empresas de manutenção, que não dispõem com frequência de reposição imediata das peças ou de programas – uma vez que podem depender de importações.

Com o presente estudo, foi possível identificar e categorizar as avarias relacionadas aos equipamentos ecocardiográficos. Nos sistemas atuais, nota-se a importância não só de avarias a peças e transdutores ou acessórios, mas àquelas de danos de programas, alguns provavelmente relacionados a quedas súbitas de energia. Os danos de *software* podem estar relacionados a quedas de energia súbitas. Em teoria, as empresas fabricantes dos equipamentos não costumam disponibilizar *back-up* dos programas operacionais deles. Assim, as OS necessárias para corrigir esses danos podem precisar ser externas, ou seja, de chamadas das empresas. Reconhecendo essa dinâmica e sua frequência, o CEC desse hospital, nos últimos anos desta observação, optou por fazer *back-up* de alguns sistemas operacionais, quando possível. Essa ação pode ter sido responsável por redução da necessidade de OS externas e, conseqüentemente, de custos, de uma monta que este estudo não pode quantificar.

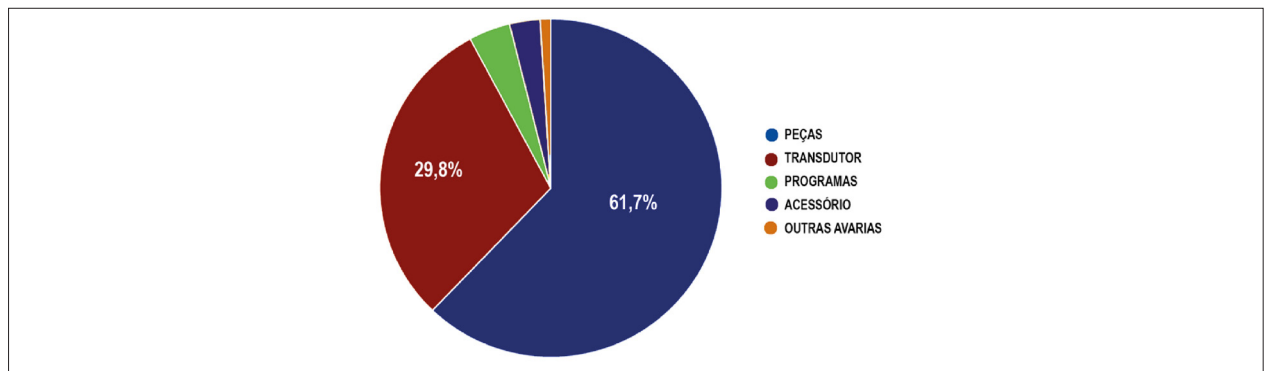


Figura 3 – Custos (em porcentagem do total) despendidos por avarias.

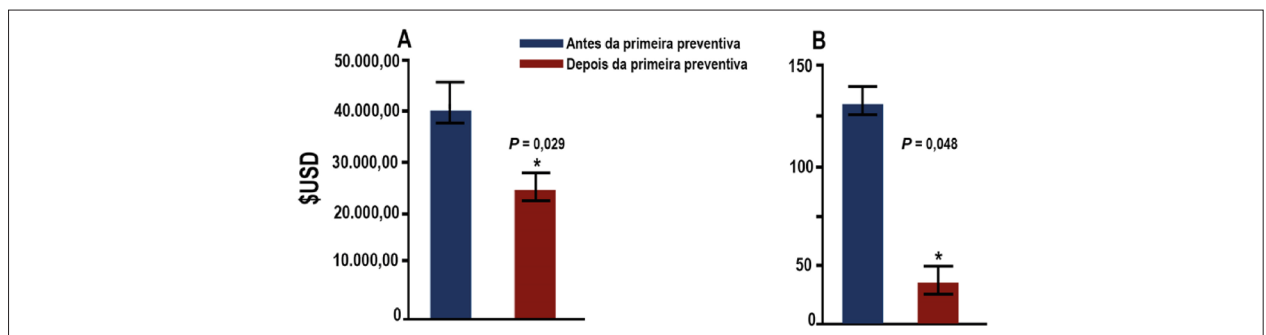


Figura 4 – Custos em MC antes e depois da MP (A) e o Tempo de parada antes e depois da MP (B).

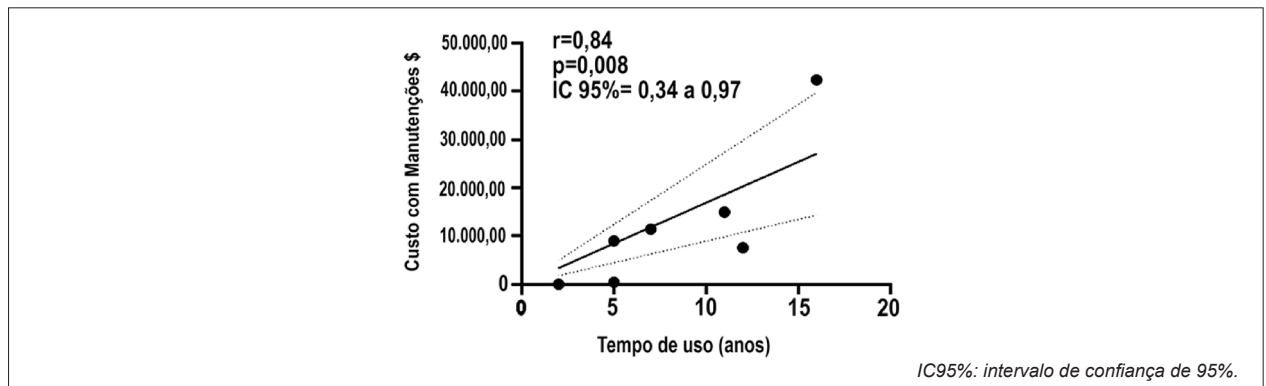


Figura 5 – Correlação entre o custo de manutenções e o tempo de uso dos equipamentos.

A avaria de limpeza de peças está relacionada com a limpeza insuficiente do equipamento e do filtro de ar, o qual é utilizado para resfriamento de seus componentes internos que geram calor. A falta de limpeza pode gerar outras avarias maiores e mais complexas com custos mais elevados, como avaria de programa. A utilização de protocolos para a limpeza e sua periodicidade são as ações preventivas para esse tipo de avarias.

Algumas das avarias identificadas neste estudo foram qualificadas como por “mau uso”, ou seja, aquelas que podem ter sido causadas por danos ocorridos por consequência da utilização errada do equipamento, identificadas pela falta de

treinamento ou de conhecimento do usuário. Em hospital com características de ensino, com vários usuários e de níveis de experiência diferentes, esse tipo de avaria pode ser significativo. Ações como treinamentos constantes e implantação de protocolos de utilização podem reduzir essa ocorrência. No presente estudo, grande parte dos danos a transdutores não foi corretamente identificada, ou esta informação não foi corretamente registrada nos arquivos de OS. Dentre os danos reconhecidos, é grande a causa por fraturas no cabo e rotura da membrana. A membrana é a estrutura que protege os cristais piezoelétricos. Esse material piezoelétrico é delicado e

Artigo Original

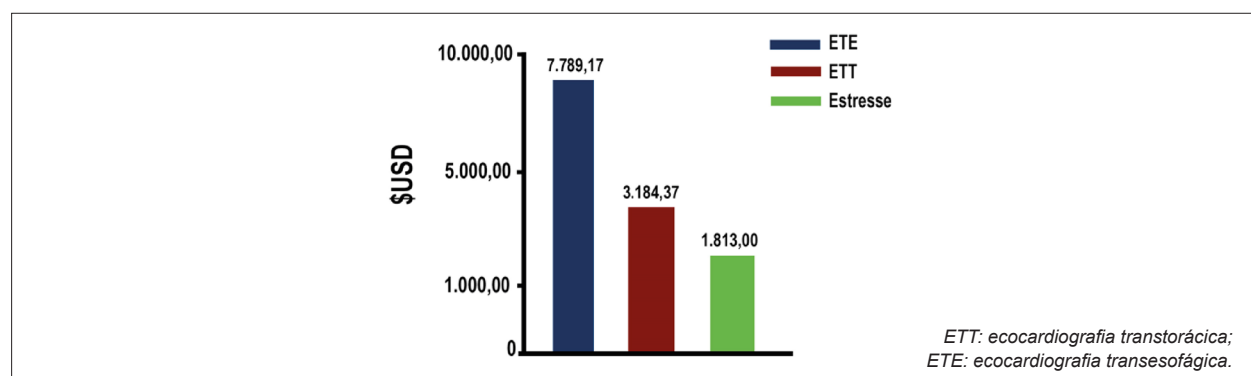


Figure 6 – Custos (em valores brutos em US\$) de manutenções corretivas dependente da aplicação do equipamento de ecocardiografia por modalidade.

de custo elevado, e nem sempre é possível de ser reparado. A manutenção a transdutores é aplicável, em alguns casos de quebra, em cabos, conectores e membranas, nunca com o fabricante, mas com empresas externas específicas, sendo que a troca deles gera custos sempre elevados.

Poucos estudos em literatura comparam-se ao presente. Souza et al.,¹⁶ estudando dez equipamentos de ultrassom de marcas e modelos diferentes em setores variados, concluíram, diferentemente deste estudo, que a maior proporção de avarias estava nos transdutores. Os autores interpretaram que tal fato era consequência da alta utilização em um dos setores em específico. Porém apenas quatro tipos de avarias foram listados no estudo de Souza et al.: defeito de monitor, defeito de teclado, defeito de transdutor e demais defeitos. Não foram considerados os defeitos em sistemas operacionais, que são importantes responsáveis pelo tempo de parada de equipamentos.

Equipamentos de ultrassom em geral, inclusive equipamentos de ecocardiografia, têm seus transdutores como “calcanhar de Aquiles”. Os transdutores, por serem manuseáveis, são sujeitos a movimentos repetitivos e, em alguns casos, a quedas e, por consequência, sofrem danos com frequência ainda maior que outros componentes dos equipamentos de ecocardiografia.

O estudo também permitiu quantificar o tempo de parada dos equipamentos, que é proporcional ao envelhecimento deles. Ainda, quantificou o tempo de parada por acessórios. O tempo de parada de acessórios isola especificamente quanto tempo o referido equipamento ficou esperando a compra ou reparo de algum acessório, como cabos de ECG (eletrocardiograma) ou transdutores, mesmo que ainda tenha permanecido em uso. O equipamento em si pode ter tido tempos de parada mais amplos se sofrera outros tipos de avarias.

Essa análise de avarias deve ser interpretada com base no grande volume de procedimentos realizados, muitos deles a pacientes no leito, associado à característica de hospital de nível terciário e de treinamento, ao qual este laboratório está vinculado. Outros estudos, como o de Souza et al.,¹⁶ demonstram alta incidência de avarias em setores com elevado número de profissionais em atuação.

Os dados deste estudo mostram que os custos com MP, como são realizadas internamente pelo próprio CEC, são bastante inferiores aos com MC. Ainda, quando analisados

os custos totais para o grupo de equipamentos observado, há diferença significativa antes e após o momento da implementação do processo interno de MP. Portanto, uma ação de baixo custo como a MP pelo próprio CEC pode impactar de maneira imediata e significativa nos custos de manutenção de um laboratório de ecocardiografia. Aqui, ocorreu uma diminuição das MCs, após se iniciar o processo de MPs. Esse entendimento, embora também já aplicado a outras áreas de nossa instituição, não tinha tido seu impacto ainda quantificado, como neste estudo.

De acordo com Bonacim et al.,¹² que estudaram a vida útil de equipamentos de radiologia, incluindo ultrassom e outros, a análise dos custos da MC é fundamental para tomada de decisões em relação à aquisição de novas tecnologias. Os custos de MC de equipamentos hospitalares, em geral, variam entre 9% a 11% do custo de aquisição do equipamento, o que ressalta a importância desta análise.¹³

Uma análise de custos em manutenção de equipamentos pode guiar o administrador na difícil tomada de decisões acerca da desincorporação de um equipamento, principalmente em um cenário econômico desfavorável. As decisões de desincorporação são de grande importância para qualquer organização, pois, em geral, são irreversíveis, e uma decisão inadequada pode comprometer grandes quantias de dinheiro.¹⁴

Os presentes dados permitiram comprovar o quão alto é o custo com MCs ligadas a reparo de peças (segunda maior causa de avarias, como demonstrado aqui) em equipamentos de ecocardiografia. Isso acontece, dentre outros fatores, pelo fato de as peças não serem de fabricação local, necessitando, muitas vezes, de importação.

Embora as avarias em transdutores não tenham sido o tipo mais prevalente, mas o quinto tipo em prevalência, os custos de reparos em avarias por transdutores ocupam a segunda posição na proporção de custos. Uma vez que grande parte destes danos a transdutores foi identificada como fratura de cabo, o uso de protetores do cabo de transdutores, que são dispositivos comercialmente disponíveis, funcionando como uma capa rígida na origem dos cabos, pode ser uma alternativa de prevenção a esse tipo de dano.

Foi percebido ainda, com este estudo, que o custo de MC ao grupo de equipamentos é reduzido quase a 50% após a primeira MP. Isso demonstra que a MP é importante para prever

possíveis problemas que o equipamento pode vir a apresentar futuramente. A manutenção preventiva deve se iniciar com a consciência e o treinamento do usuário para a melhor utilização do equipamento, seguindo da limpeza e do cuidado com o mesmo, e termina com a própria execução da MP, que é a verificação e a realização de testes do equipamento pelo CEC.

Os dados também permitiram comprovar que há relação direta entre o custo de manutenções corretivas e o tempo de uso dos equipamentos. Embora a relação tenha sido identificada aqui, não há, ao certo, uma definição de validade de um equipamento de ecocardiografia. Algumas empresas fabricantes sugerem tempos de 5 a 10 anos.

Quando relacionados de acordo com o tipo de aplicação ou modalidade de exame, os custos de manutenção a equipamentos que realizam ETE são significativamente maiores. Isso está relacionado aos custos com transdutores nessa modalidade, que são mais elevados. Assim, laboratórios de ecocardiografia que disponham dessa modalidade, como este estudado, devem prever esse custo maior, inclusive contando com redundância de sondas, para que a modalidade não fique indisponível com frequência. Tais informações podem ser importantes no planejamento de aquisições de equipamentos.

Conhecer os custos de MC de cada equipamento permite a identificação de se um equipamento está em declínio de sua vida útil¹⁵ e apoia a decisão de sua substituição. De acordo com Manso,¹⁷ os custos da aquisição, somados aos custos com MP e MC, fornecem elementos na determinação do término do ciclo de vida de um equipamento.

Algumas limitações estão presentes neste estudo. Embora tenha abrangido um amplo período de tempo, este estudo teve desenho observacional retrospectivo, baseando-se, por isso, em coleta de informações arquivadas nas OS, o que pode trazer

algumas falhas de informações. Além disso, no período de estudo, alguns equipamentos do grupo já estavam em evolução avançada de sua vida útil e, portanto, não tinham o mesmo tempo de vida. A coleta de dados para este estudo aconteceu ao longo dos anos de 2016 a 2019, e algumas mudanças no fluxograma do processo de manutenções do CEC já estavam sendo agregadas naturalmente neste tempo, o que pode gerar um viés de análise durante os últimos anos deste estudo.

Conclusão

Foi descrito o processo de manutenção de equipamentos ecocardiográficos em um hospital geral terciário e de ensino. Os danos a equipamentos de ecocardiografia são significativos, não só a transdutores e peças internas, como também a acessórios e programas operacionais. O custo relacionado a estes danos pode ser reduzido com a implementação do processo de manutenção preventiva.

Contribuição dos autores:

Concepção e desenho da pesquisa: Romano MMD; obtenção de dados: Mazzoni GP; análise e interpretação dos dados: Romano MMD, Mazzoni GP e Sapalo AT; análise estatística: Mazzoni GP e Sapalo AT; redação do manuscrito: Mazzoni GP e Sapalo AT; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Romano MMD; outros (sugestões, e admissão para ter acesso ao sistema de ordem do serviço): BC Maciel.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

Referências

1. Pena JL, Vieira ML. In: Pena JL, Vieira ML, eds. Ecocardiografia e imagem cardiovascular. São Paulo: Thieme Revinter; 2020.
2. Antunes E, Vale M, Mordelet P, Graboïs V. In: Antunes E, Vale M, Mordelet P, Graboïs V, eds. Gestão da tecnologia biomédica: tecnovigilância e engenharia clínica. São Paulo: Diretório da Rede de Biblioteca Virtual em Saúde; 2002.
3. Calil SJ, Teixeira MS. In: Neto GV, Terra V, Cutait R, Machado LE, eds. Gerenciamento de manutenção de equipamentos hospitalares. 11ª ed. São Paulo: Fundação Peirópolis; 1998. p. 98-4501.
4. Cardoso FH, Negr B, Santos GF. In: Calil SJ, ed. Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde; 2002.
5. Daimon M, Akaishi M, Asanuma T, Hashimoto S, Izumi C, Iwanaga S, et al.; Committee for Guideline Writing, the Japanese Society of Echocardiography. Guideline from Japanese Society of Echocardiography: 2018 focused update incorporated into Guidance for the Management and Maintenance of Echocardiography Equipment. J Echocardiogr. 2018;16(1):1-5. doi: <https://doi.org/10.1007/s12574-018-0370-z>
6. Vuille C, C AJ, Buser P, Jeanrenaud X, Lerch R, Seiler C, et al. Recommendations for quality maintenance in echocardiography. Kardiovask Med. 2009;12(01):22-3.
7. Fernández LI, Pozo Osinalde E, García BI, Ojeda PS, Rodríguez PL, Íñiguez RA. Criteria for the Management of Technological Assets in Cardiovascular Imaging. Rev Española Cardiol. 2018;71(8):643-55.
8. DeWeese JA, Blaisdell FW, Foster JH, Garrett HE, DeWolfe VG. Report of the Inter-Society Commission for Heart Disease Resources. Optimal resources for vascular surgery--a supplement. Circulation. 1976;53(5):A-39-50.
9. Branco Filho G. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna; 2008.
10. Sullivan GP, Pugh R, Melendez AP, Hunt WD. Operations & maintenance. Best practices. A guide to achieving operational efficiency. USA: Pacific Northwest National Laboratory for the Federal Energy Management Program, U.S. Department of Energy; 2010 [cited 2021 Dec 1]. Available from: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/omguide_complete.pdf
11. Nascimento LN, Calil SJ. Allocation of medical equipment costs to medical procedures. IFMBE Proc. 2008;22:1730-3.
12. Bonacim CA, Araújo AM. Gestão de custos aplicada a hospitais universitários públicos: a experiência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP. Rev Adm Publica. 2010;44(4):903-31.
13. Silva BN, Alcantara CC, Balochi SV, Abbas K. Gestão de custos em hospitais : análise dos artigos publicados em periódicos e congressos nacionais da área contábil. In: XXIV Congresso Brasileiro de Custos, 15 a 17 de novembro de 2017; Florianópolis, (SC): Florianópolis; 2017. p. 45-89.
14. Ellram LM, Siferd SP. Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. J Bus Logist. 1998;19(1):55-84. Available from: <http://content.epnet.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=1403161&EbscoContent=dGJyMMv17ESep7Q4y9fwOLCmrlGep65Srqi4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrUizqbZMuePfgeyx+Eu3q64A&D=buh>
15. Santos FA. Proposta de sistema para obtenção de indicador de apoio no processo de decisão de substituição de tecnologia médico-hospitalar. Florianópolis. Dissertação [Engenharia Elétrica] – Universidade Federal de Santa Catarina; 2009 [citado 2021 Dez 1]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92463>
16. Souza AM, Simão EM, Salazar RF, Rodrigues Júnior LF. Estudo da manutenção de equipamentos de ultrassom em um hospital escola Do Rio Grande Do Sul. Discip Sci. 2017;18(2):79-88.
17. Manso J. Práticas de gestão de equipamentos médicos no Hospital da Luz. Lisboa. Dissertação [Engenharia Biomédica e Biofísica] – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa; 2012 [citado 2021 Dez 1]. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/7827>