

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS PAVILAKI BAYER

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NO
DESEMPENHO DE CAMAS ELÉTRICAS EM UMA REDE DE HOSPITAIS**

CURITIBA

2024

LUCAS PAVILAKI BAYER

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NO
DESEMPENHO DE CAMAS ELÉTRICAS EM UMA REDE DE HOSPITAIS**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de Pós Graduação em Engenharia Clínica, do Complexo Hospital das Clínicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: André Felipe Brescovici Nunes

CURITIBA

2024

Análise da eficiência de manutenções preventivas no desempenho de camas elétricas em uma rede de hospitais

Lucas Pavilaki Bayer

RESUMO

Camas hospitalares são equipamentos essenciais para o conforto e segurança dos pacientes na internação hospitalar. O objetivo deste estudo é avaliar se a realização de manutenções preventivas (MP) sistemáticas nas camas elétricas Linet®, modelo 1-SMA-7945, reduz o número de falhas e aumenta a disponibilidade operacional. Foi realizada uma consulta ao histórico de ordens de serviço de 6.668 camas em 31 hospitais públicos no Brasil. Os chamados foram realizados entre 01/06/2022 a 01/06/2024. Os hospitais foram categorizados em 3 grupos: hospitais que realizaram mais de 1,5 MP, que realizaram entre 0,5 e 1,5 MP e que realizaram menos de 0,5 MP no período. Os resultados mostraram que, embora a expectativa fosse uma redução de falhas, essa não ocorreu. No entanto, os hospitais que realizaram mais manutenções preventivas apresentaram maior disponibilidade operacional, o que pode impactar no aumento do número de leitos de internação disponíveis.

Palavras-chave: Engenharia Clínica; Manutenção; Cama Hospitalar.

1 INTRODUÇÃO

Nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) existem diversos dispositivos médicos com finalidade de auxiliar os atendimentos dos pacientes em seus cuidados gerais. Contudo, os equipamentos apenas contribuem para o bem-estar dos envolvidos no âmbito de saúde se forem adequados e estiverem operando de acordo com as suas especificidades técnicas. Caso estejam operando fora dos

parâmetros adequados, esses equipamentos podem gerar danos aos pacientes, acompanhantes e profissionais de saúde inseridos naquele meio (NÓBREGA, 2017).

Para que o funcionamento dos equipamentos médico-assistencial seja seguro e eficaz é imprescindível o gerenciamento técnico qualificado. A Engenharia Clínica surge diante da necessidade de gerenciar o parque de equipamentos médicos. Os engenheiros clínicos são designados para administrar as necessidades dos equipamentos médico hospitalares a fim de garantir seu total desempenho e ampliar sua vida útil, evitando assim, custos excessivos com manutenções corretivas, substituições de máquinas obsoletas e aumento do tempo de espera para a utilização de tais equipamentos (CARVALHO, 2023).

Entre os diversos equipamentos encontrados nos EAS, as camas elétricas possuem diversos recursos tecnológicos e importância assistencial, uma vez que, além de estar relacionada ao bem estar e conforto, a mobilização dos pacientes é considerada parte do tratamento médico. Deste modo é imprescindível que os equipamentos promovam a movimentação segura nas diversas posições possíveis nos atendimentos aos pacientes. Equipamentos inadequados, seja em razão de baixa qualidade na fabricação ou da falta de manutenção adequada podem prejudicar a equipe assistencial e os pacientes.

As manutenções preventivas, realizadas em equipamentos médicos, buscam reduzir a taxa de falhas e promover maior disponibilidade. Deste modo, este trabalho pretende avaliar se a realização sistemática de manutenções preventivas nas camas elétricas da marca Linet® modelo 1-SMA-7945 resultam na redução das falhas e indisponibilidade nestes equipamentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Camas Hospitalares

Entre os diversos tipos de equipamentos médicos encontra-se a cama hospitalar, também conhecida por leito hospitalar, equipamento utilizado para acomodação dos usuários dos EAS durante o período de internação e na locomoção em diferentes setores.

Este tipo de equipamento passou por grande evolução. Inicialmente, os pacientes eram acomodados em redes, que foram gradualmente substituídas por macas. Com o tempo, o uso das macas levou a estudos mais especializados,

resultando no desenvolvimento de modelos maiores. À medida que novas necessidades surgiam ao longo das décadas, foram incorporadas abas laterais para prevenir quedas e tornar o uso das macas mais seguro e focado na mobilidade dos pacientes. A introdução de mecanismos de regulação manual, especialmente as manivelas, permitiu o ajuste do dorso e das pernas conforme a necessidade de cada paciente (RAMOS apud MISSIO e JÚNIOR, 2016). Atualmente as camas hospitalares possuem diversos recursos como: movimentos elétricos, balança, monitoramento de carga, alarme de movimento de paciente, comunicação com central de monitorização, colchões com movimentos pneumáticos, entre outros.

2.1.1 Camas Elétricas Linet modelo 1-SMA-7945

O acionamento das camas elétricas em geral se dá através de atuadores lineares com motores elétricos de corrente contínua e alimentados individualmente por unidades de controles que são operados por botões encontrados em um teclado acoplado na cama ou em um controle remoto. Por ser um produto de custo elevado os seus adquirentes têm uma expectativa de vida útil extensa entrando em cena às manutenções preventivas (BRITO; BARRAL; GOMES, 2016; LINET, 2020).

2.2 Manutenção Preventiva

De acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR 5462 (1994), a manutenção preventiva é definida como: “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.”

Assim, entende-se que a manutenção preventiva envolve intervenções programadas em períodos definidos, com o objetivo de minimizar a probabilidade de falhas ou desgaste dos equipamentos. Essa prática é realizada mesmo quando o equipamento está operando normalmente. A manutenção pode ser classificada como sistemática, ocorrendo em intervalos fixos de tempo ou após um número específico de ciclos de uso. Para cada tipo de equipamento, é fundamental que o responsável avalie o momento ideal para realizar a manutenção e os custos envolvidos, garantindo a eficácia na prevenção de falhas.

Além disso, a manutenção preventiva pode ser condicionada, baseando-se na observação das condições e no monitoramento do equipamento, incluindo análises e intervenções necessárias (COUTO, 2023). Esse tipo de manutenção é crucial para

prevenir falhas, muitas vezes evitando a necessidade de outros tipos de intervenções. O aumento das manutenções preventivas resulta na redução do tempo de parada dos equipamentos, o que, por sua vez, melhora a qualidade dos serviços prestados no hospital. Portanto, é essencial elaborar um cronograma de manutenção para os equipamentos, visando reduzir falhas, diminuir custos e, conseqüentemente, o tempo de inatividade, além de prolongar a vida útil dos aparelhos (CARVALHO, 2023).

A manutenção preventiva é vista como a etapa inicial de um plano de manutenção programado, estabelecendo as inspeções que devem ser realizadas em intervalos previamente definidos. Para isso, um cronograma pré-estabelecido é essencial, incluindo informações sobre os processos a serem seguidos, os intervalos entre as manutenções e as peças que precisam ser substituídas (GERÔNIMO; LEITE; OLIVEIRA, 2017).

2.3 Manutenção Corretiva

De acordo com a ABNT NBR 5462 (1994), a manutenção corretiva é definida como: "Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida." Dessa forma, seu principal objetivo é identificar e corrigir falhas que surgem no equipamento, visando restaurar seu funcionamento adequado (COUTO, 2023).

A manutenção corretiva se caracteriza por uma abordagem imediata e de curto prazo, focada em restabelecer o pleno funcionamento de uma máquina que está fora de operação. Este tipo de manutenção é frequentemente utilizado em situações onde a aplicação de manutenções preventiva ou preditiva não é viável, muitas vezes devido aos altos custos associados a esses procedimentos (GERÔNIMO; LEITE; OLIVEIRA, 2017).

Os principais desafios da manutenção corretiva incluem a realização de intervenções quando o equipamento já se encontra em um estado crítico, o que pode comprometer sua vida útil e resultar em custos elevados. Além disso, o tempo necessário para a manutenção corretiva tende a ser maior, pois envolve testes para identificar a falha, uma equipe especializada e, frequentemente, a reposição de peças que não estão disponíveis no local da manutenção (CARVALHO, 2023).

Na literatura, a manutenção corretiva é dividida em duas categorias principais: emergencial e programada. A manutenção emergencial ocorre sem qualquer previsão, enquanto a programada é baseada em estudos estatísticos que indicam a

frequência de falhas ou envolve serviços corretivos agendados previamente. Dessa forma, a manutenção corretiva não se limita a paradas inesperadas, mas também desempenha um papel estratégico nas decisões empresariais (GERÔNIMO; LEITE; OLIVEIRA, 2017).

Adicionalmente, outros autores propõem subdivisões como diferenciada e imediata. A manutenção diferenciada é adiada, mesmo após a falha ser identificada, enquanto a imediata é realizada assim que a falha é detectada, com o objetivo de evitar danos irreversíveis. Dentro da manutenção corretiva, também encontramos as formas paliativa e curativa. A manutenção paliativa busca uma solução provisória para restaurar o uso do equipamento até que seja possível realizar um reparo definitivo ou uma manutenção preventiva. Já a manutenção curativa consiste na reparação completa do equipamento, realizada após a identificação do problema, sem interrupção do processo (COUTO, 2023).

2.4 Disponibilidade Operacional

A NBR 5462, define disponibilidade como:

“Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados (NBR, 1994, p.2).”

A NBR ABNT 5462 (1994) estabelece o cálculo para a disponibilidade assintótica (A), sendo:

$$A = (MUT)/(MUT+MDT)$$

Onde:

- MDT = tempo médio de indisponibilidade (mean down time)
- MUT = tempo médio de disponibilidade (mean up time)

3 METODOLOGIA

Foi realizada uma análise dos históricos de manutenção de 6.668 camas hospitalares, distribuídas em 31 hospitais públicos no Brasil, abrangendo o período de 01/06/2022 a 01/06/2024. Foram excluídas as ordens de serviço (OS) relacionadas a testes de segurança elétrica, pois não impactam na redução de chamados de

manutenção corretiva e na disponibilidade dos equipamentos. Após a exclusão, foram analisadas 14.950 OS, sendo 9.282 referentes a manutenções corretivas e 5.668 a manutenções preventivas. Os hospitais foram categorizados em três grupos:

- “Grupo 1”: hospitais que realizaram mais de 1,5 preventiva por cama no período, totalizando 8 hospitais e 1.820 camas;
- “Grupo 2”: hospitais que realizaram mais de 0,5 e menos de 1,5 preventiva por cama no período, totalizando 8 hospitais e 1.722 camas; “
- Grupo 3” hospitais que realizam menos de 0,5 preventiva por cama no período, totalizando 15 hospitais e 2.561 camas.

A partir dos dados, foram calculados os indicadores de número de OS corretivas, preventivas e de indisponibilidade por cama, além da disponibilidade operacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos hospitais analisados, o número de OS’s corretivas abertas foram comparadas ao quantitativo de OS’s preventivas realizadas durante o período de estudo (Tabela 1). Os dados estão apresentados considerando do maior para o menor número de manutenções preventivas realizadas.

TABELA 1 - BASE DE DADOS RESUMIDA CONFORME CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Código do Hospital	Manutenção Corretiva	Manutenção Programada	Indisp. em razão de manutenção Corretiva	Nº de camas	OS MC/ CAMA	OS MP/ CAMA	Indisp./ CAMA
28	25	34	3085	8	3,13	4,25	385,63
5	938	1603	3568	396	2,37	4,05	9,01
26	378	354	9699	138	2,74	2,57	70,28
12	245	273	2610	146	1,68	1,87	17,88
27	468	632	3614	362	1,29	1,75	9,98
15	366	299	4161	178	2,06	1,68	23,38
21	430	259	34893	163	2,64	1,59	214,07
8	837	646	53084	429	1,95	1,51	123,74
23	700	335	23825	239	2,93	1,40	99,69
2	604	299	34844	288	2,10	1,04	120,99
31	192	56	16672	70	2,74	0,80	238,17
7	345	175	34426	234	1,47	0,75	147,12
9	151	96	6324	153	0,99	0,63	41,33
4	225	155	92867	287	0,78	0,54	323,58
3	533	152	20427	294	1,81	0,52	69,48
25	220	81	17892	157	1,40	0,52	113,96

24	354	90	24294	256	1,38	0,35	94,90
17	75	36	58420	117	0,64	0,31	499,32
19	317	70	24593	229	1,38	0,31	107,39
14	169	22	13018	81	2,09	0,27	160,72
11	15	1	598	6	2,50	0,17	99,67
29	230	0	17671	118	1,95	0,00	149,75
22	328	0	17335	226	1,45	0,00	76,70
18	225	0	9501	167	1,35	0,00	56,89
1	545	0	102883	478	1,14	0,00	215,24
16	45	0	3241	59	0,76	0,00	54,93
20	117	0	0	172	0,68	0,00	0,00
10	11	0	882	25	0,44	0,00	35,28
13	86	0	1775	225	0,38	0,00	7,89
6	107	0	5630	343	0,31	0,00	16,41
30	1	0	1	59	0,02	0,00	0,02

FONTE: Autor (2024).

Após a estratificação, foi calculada a média ponderada do número de manutenções corretivas e da indisponibilidade em horas de acordo com o agrupamento relacionado ao número de manutenções preventivas realizadas nos hospitais.

TABELA 2 - MANUTENÇÕES CORRETIVAS VERSUS PREVENTIVAS

Grupo	Número de hospitais do grupo	Total de camas no grupo	Média ponderada do número de MC	Média ponderada indisponibilidade (horas)	Média ponderada do número de MP
Grupo 1 (>1,5 OS/Cama no período)	8	1820	2,02	63,02	2,25
Grupo 2 (>0,5 e <1,5 OS/Cama no período)	8	1722	1,72	143,59	0,78
Grupo 3 (<0,5 OS/Cama no período)	15	2561	1,02	109,27	0,09

FONTE: Autor (2024).

A partir do número de horas de indisponibilidade foi realizado o cálculo da disponibilidade operacional, com os resultados dispostos na Tabela 3.

TABELA 3 - DISPONIBILIDADE OPERACIONAL

Número de OS preventivas por cama	Número de hospitais do grupo	Total de camas no grupo	Disponibilidade
Grupo 1 (>1,5 OS/Cama no período)	8	1820	91,4%
Grupo 2 (>0,5 e <1,5 OS/Cama no período)	8	1722	80,3%
Grupo 3 (<0,5 OS/Cama no período)	15	2561	85,0%

FONTE: Autor (2024).

Os hospitais dos Grupos 1, 2 e 3 apresentaram, em média, 2,02, 1,72 e 1,02 manutenções corretivas, respectivamente, no período analisado. Os dados revelaram que a realização de manutenções preventivas não resultou na redução esperada das falhas. Acredita-se que essas manutenções preventivas podem ter identificado falhas ocultas ou menos relevantes que não impactavam a funcionalidade principal dos equipamentos.

Por outro lado, os hospitais que realizaram mais manutenções preventivas registraram um menor tempo de indisponibilidade, evidenciando a importância de antecipar defeitos. Os hospitais do Grupo 1 alcançaram 91,4% de disponibilidade operacional, em comparação com 85% dos hospitais do Grupo 3.

No entanto, os dados disponíveis não permitiram avaliar a qualidade das ações preventivas realizadas, nem as questões relacionadas à operação dos equipamentos, como o uso inadequado, que podem impactar o número de falhas. Embora as manutenções preventivas não eliminem todas as falhas, sua realização regular contribui para reduzir o impacto dessas falhas na operação do hospital.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das manutenções das camas elétricas da marca Linet®, modelo 1-SMA-7945, oferece importantes informações sobre a relação entre manutenções preventivas e o desempenho desses equipamentos em hospitais públicos.

Embora fosse esperado que a realização de manutenções preventivas resultasse em uma redução das falhas, os dados não corroboraram essa expectativa. No entanto, as ações preventivas parecem ter contribuído para um aumento na disponibilidade dos equipamentos, o que impacta diretamente na disponibilidade de leitos de internação aos pacientes dos hospitais em questão.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual para Regularização de Equipamentos Médicos na Anvisa**. Gerência de Tecnologia em Equipamentos Médicos - GQUIP Brasília, 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - **RDC nº 50, 21 de fevereiro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, 2002.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 51, 06 de outubro de 2011**. Dispõe sobre os requisitos mínimos para a análise, avaliação e aprovação dos projetos físicos de estabelecimentos de saúde no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e dá outras providências. Brasília, 2011.

BRITO, Gil Fernandes; BARRAL, Frank; GOMES, Luiz Vidal. PROJETO DE PRODUTO DE ALTA COMPLEXIDADE TECNOLÓGICA: DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE CAMA HOSPITALAR. **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 1318-1330, 6 out. 2024. DOI 10.5151/DESPRO-PED2016-0112. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:114404134>.

CARVALHO, Auana Paola Silva. **Proposta de gerenciamento e manutenção preventiva de equipamentos médico-hospitalares baseada na metodologia de criticidade**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53618>. Acesso em: 16 jul. 2024.

COUTO, Ana Rita Pedro do. **Gestão de serviços de manutenção em contexto hospitalar de equipamentos médicos**. 2023. Monografia (Mestrado em Instrumentação Biomédica) - Instituto Politécnico de Coimbra, [S. l.], 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/44712>. Acesso em: 2 out. 2024.

GERÔNIMO, Maycon; LEITE, Bruno; OLIVEIRA, Ricardo. Gestão da manutenção em equipamentos hospitalares. **Exacta**, [S. l.], p. 167-183, 18 jan. 2017. DOI 10.5585/ExactaEP.v15n4.7144. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81054651013>. Acesso em: 28 jul. 2024.

LINET, **Manual do Usuário e Descrição Técnica - Eleganza 3: Cama articulada para cuidados intensivos**. São Paulo-SP, 2020. 56p.

NÓBREGA, Lígia Reis. **Avaliação e comparação do mobiliário hospitalar de diferentes unidades de internação**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2017. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2017.479>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19792>. Acesso em: 16 jul. 2024.

RAMOS, Mateus Alves Carvalho. **Modelamento de uma cama hospitalar com regulagem de altura, dorso e pernas**. 2019. 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.