ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO ESTÁGIO PRÁTICO NA ÁREA DE ENGENHARIA CLÍNICA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOS ALUNOS DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Adriany Maria de Moura Lobato – adrianymoura5@hotmail.com
Universidade Federal do Pará
R. Augusto Corrêa, 1
66075-110 – Belém – Pará

Brenda da Silva Ramos – brendaramoseb@gmail.com
Universidade Federal do Pará
R. Augusto Corrêa, 1
66075-110 – Belém – Pará

Edmilson Francisco Alves Junior – edmilson15981224@gmail.com
Universidade Federal do Pará
R. Augusto Corrêa, 1
66075-110 – Belém – Pará

Josinelma Silva Cardoso – josy.cardoso015@gmail.com
Universidade Federal do Pará
R. Augusto Corrêa, 1
66075-110 – Belém – Pará

Karina Victória da Fonseca Vieira – karinavic16@gmail.com
Universidade Federal do Pará
R. Augusto Corrêa, 1
66075-110 – Belém – Pará

Resumo: *Neste artigo será apresentado uma análise da importância de um programa de estágio prático, desenvolvido no ano de 2017/2018, na área de engenharia clínica, para o futuro profissional dos discente de Engenharia Biomédica. Participaram do programa alunos de graduação da Universidade Federal do Pará, as atividades foram desenvolvidas em um hospital de grande porte da região norte do país através de uma empresa terceirizada. Ao final pode-se constatar a necessidade do setor de engenharia clínica para a gestão do parque tecnológico e do engenheiro responsável pelo setor para o bom funcionamento da instituição.*

Palavras-chave: *Programa de estágio, engenharia clínica, equipamentos médicos.*

1 INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, a comunidade internacional decidiu projetar um futuro, de certa forma, compartilhado. Nesse momento, surgiram propostas e oportunidades para que diversas organizações pudessem usufruir de tecnologias revolucionárias como inteligência artificial, análise de dados, computação cognitiva, machine learning, entre tantas outras. Dessa forma, transformou-se o funcionamento da sociedade, dos negócios e dos governos. (STEFANINI).

O desenvolvimento tecnológico observado atualmente surgiu como fruto das grandes revoluções industriais que a humanidade presenciou. É importante destacar que a primeira revolução industrial, mudou o paradigma mundial ao apresentar um novo modelo de produção industrial, acelerando o processo, que era totalmente artesanal, e produzindo produtos de forma barata e rápida em todos os setores, a partir do uso de carvão, vapor e ferro. Já a segunda revolução, teve como protagonistas a eletricidade, a química e o petróleo. O período foi marcado pela massificação da manufatura, e do desenvolvimento de tecnologias como o avião, refrigeradores, alimentos enlatados e os primeiros telefones. A terceira revolução industrial iniciou-se na segunda metade do século XX, a informação tornou-se uma importante matéria prima, caracterizando-se pelo surgimento dos primeiros computadores e aumento da velocidade para se realizar qualquer processo de desenvolvimento científico, permitindo avanços em todas as áreas do conhecimento. (ORTEGA)

A quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, é um conceito desenvolvido pelo alemão Klaus Schwab, diretor e fundador do Fórum Econômico Mundial. Segundo Schwab, a industrialização atingiu uma quarta fase, que novamente "transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos". É, portanto, uma mudança de paradigma, não é apenas mais uma etapa do desenvolvimento tecnológico. Esta nova revolução surgiu como uma redefinição da globalização, num momento em que as tecnologias estão avançando em velocidade sem precedentes. Ela é caracterizada pela integração e trabalho colaborativo, contribuindo de maneira efetiva para abertura de mercados e crescimento econômico. (ORTEGA; STEFANINI)

Utilizando as tecnologias fundamentada na terceira revolução industrial, a indústria 4.0 tende a ser totalmente automatizada a partir de sistemas que combinam máquinas com processos digitais (ORTEGA). É nesse contexto que o crescente aumento do parque de equipamentos eletroeletrônicos de hospitais, alguns com princípios de funcionamento bastante complexos, e o aparecimento de novas tecnologias tornou indispensável a presença de um profissional especializado para assessorar o corpo clínico no gerenciamento de todas estas inovações associadas aos serviços de saúde, o Engenheiro Clínico. O profissional dessa área tem como atribuição aplicar tecnologias e métodos de engenharia para tentar solucionar os problemas relacionados com os serviços oferecidos por uma unidade de saúde. (RAMIREZ, 2000)

No Brasil, a engenharia clínica esteve, por um longo período, restrita à realização de manutenções corretivas, ou seja, aquelas efetuadas quando o equipamento médico apresenta uma falha eventual e desconhecida, estas se diferem das manutenções preventivas, que são programadas, realizadas para evitar o mal funcionamento ou parada do equipamento. Tendo em vista que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) passaram por grandes mudanças no que diz respeito aos métodos e equipamentos existentes no mercado é possível afirmar que estas foram proporcionadas pelo desenvolvimento de novas tecnologias e disseminação do conceito de segurança do paciente. Estes conceitos estão intrinsecamente relacionados ao gerenciamento de riscos de equipamentos médicos, seguindo as orientações da RDC 02/2000 da Anvisa que estabelece os requisitos mínimos para o Gerenciamento de Tecnologias em

Saúde (BRASIL, 2002). Dessa forma, o setor de Engenharia Clínica dentro de uma EAS tem fundamental importância para administrar as tecnologias em saúde presentes na instituição e assim evitar incidentes que possam causar danos ao paciente, aos profissionais de saúde e prejuízos à instituição. (MARQUES, 2017; SOLAR, 2017)

Sendo assim, este artigo tem como objetivo elucidar as atribuições do setor de engenharia clínica e sua contribuição para prevenir situações que coloquem o paciente em risco e ainda destacar a importância do estágio em áreas práticas do curso de Engenharia Biomédica na formação e preparação do graduando para os desafios da vida profissional, baseando-se na experiência de estágio dos discentes e dados obtidos através do programa de estágio sobre a realização de manutenções corretivas e preventivas.

2 METODOLOGIA

Para construção da pesquisa foram coletadas informações de uma EAS privada de grande porte e alta complexidade do Norte do país, que possui setor de engenharia clínica atuante, onde os discentes do curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Pará (UFPA) participaram de um programa de estágio no período entre Janeiro de 2017 e Junho de 2018, os dados obtidos para análise foram referentes a realização de manutenção preventiva, corretiva, número total de equipamentos e idade média do parque tecnológico.

Foi realizada uma revisão sistemática nas bases de dados dos principais mecanismos de pesquisa e agências regulatórias, dessa forma, utilizou-se critérios e conceitos, divulgados em artigos científicos e normas determinadas pelos órgãos responsáveis, relacionados a gestão de risco e gerenciamento de manutenção de equipamentos eletro-médicos.

2.1 Histórico da Engenharia Clínica

A engenharia clínica surgiu como subespecialidade da engenharia biomédica, seu início deu-se em janeiro de 1942, na cidade de St. Louis nos Estados Unidos, com a criação de um curso de manutenção de equipamentos médicos oferecido pelas forças armadas e posterirormente deu origem a duas escolas de manutenção de equipamentos médicos. (RAMIREZ, 2000)

Nas décadas de 60 e 70, com a evolução e participação cada vez maior da tecnologia nos hospitais, os custos com saúde foram crescendo. Nessa época, os equipamentos quando adquiridos não traziam instruções de utilização ou conserto, com isto, a engenharia de manutenção dentro dos hospitais começou a representar uma alternativa para redução de custos de aquisição e fonte de informação. (RAMIREZ, 2000)

Outro ponto importante a ser destacado na evolução desta área, foi um acontecimento nos Estados Unidos no final da década de 60, houve um alarde com a notícia divulgada pelo cirurgião Cari W. Walter, da Harvard Medical School, de que no país estavam morrendo cerca de 3 pessoas por dia devido a choques elétricos relacionados a equipamentos médicos. Estes dados não foram devidamente comprovados, entretanto deu-se mais atenção ao fator segurança dos equipamentos médicos, em especial a segurança elétrica. (RAMIREZ, 2000)

Na época não havia legislação do governo dos Estados Unidos para certificação dos equipamentos médicos antes de serem lançados no mercado. Dessa forma, podia-se projetar, fabricar e colocar à venda qualquer equipamento sem autorização ou fiscalização. O FDA (Food and Drug Administration), órgão de regulamentação, foi encarregado de trazer uma solução para esta questão, ou seja, elaborar normas, fazer registros, realizar inspeções, orientar revisões cientificas e sugerir melhores práticas de manufatura. (RAMIREZ, 2000)

Os equipamentos, então, começaram a receber o mesmo tratamento dado aos medicamentos, um processo demorado e oneroso, inviabilizando as pesquisas e a

comercialização dos produtos. Após anos de impasse, em 1976 foi aprovado uma legislação que estabelecia protocolos de certificação dos equipamentos médicos, onde a segurança e eficácia deveriam ser comprovadas antes de sua comercialização. Isto gerou a necessidade de mão-de-obra especializada nos órgãos de regulamentação e assim, aos poucos, os engenheiros foram ocupando espaços em hospitais e instituições ligadas à saúde onde os seus conhecimentos puderam assegurar a implementação efetiva e segura de novas tecnologias. (RAMIREZ, 2000)

Ainda na década de 70, Thomas Hargest, e César Cáceres criaram o termo engenheiro clínico, para denominar o profissional responsável pelo gerenciamento de equipamentos de um hospital, através de: consertos, treinamento de usuários, verificação da segurança e desempenho, e especificações técnicas para aquisição de equipamentos. (RAMIREZ, 2000)

No Brasil, o Ministério do Bem-estar e da Previdência Social, na década de 80, estimou que de 20 a 40% dos equipamentos médicos no Brasil estavam desativados por falta de conserto, peças de reposição, suprimentos ou até instalação. Alguns hospitais ao tentarem estabelecer seus grupos internos de manutenção de equipamentos depararam-se com problemas de falta de mão-de-obra especializada para a função, falta de documentação sobre a segurança de equipamento ou desconhecimento de existência, falta de cooperação por parte do fabricante, burocracia para importação de peças e teste de equipamentos. (BALLET, 2017; RAMIREZ, 2000)

Foi constatado a necessidade da criação de grupos de engenharia clínica por todo o país, o primeiro registro dessa modalidade ocorreu no estado de São Paulo, com o estabelecimento de uma política de equipamentos que integrava pesquisa, desenvolvimento, e regulamentação em todas as fases do ciclo. Posteriormente, o governo federal estimulou a criação de escolas de treinamento em engenharia clínica e juntamente com isso, em 1983, foi estabelecida uma central de referência técnica no Centro de Engenharia Biomédica (CEB), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com o intuito de adquirir documentação técnica e legislações, normas e regulamentações dos fabricantes de equipamentos médicos, nacionais ou estrangeiros, e das associações civis governamentais e não-governamentais dos Estados Unidos e outros países da Europa, para depois fornecer este material para as instituições de saúde nacionais que precisassem das informações. (RAMIREZ, 2000)

Somente em 1994 foi aprovada uma legislação específica a respeito de segurança e desempenho de equipamentos, a norma nacional NBR IEC 601-1 (ABNT, 1994), que se baseia na norma internacional IEC 601.1 e dispõe sobre a segurança dos equipamentos eletro-médicos. Ainda, entre 1993 e 1996, o governo federal publicou uma série de portarias estabelecendo prazos para que fabricantes e revendedores de equipamentos eletro-médicos fizessem a adequação seus produtos utilizando os critérios de segurança dos mesmos, de acordo com a norma nacional NBR IEC 601.1 e complementares, em laboratórios credenciados pelo INMETRO, para fins de obtenção de registro junto à Vigilância Sanitária. (RAMIREZ, 2000)

3 RESULTADOS

A engenharia clínica é uma área em crescente expansão e durante o período estagiado foi possível construir, de forma sólida, uma visão ampla e positiva sobre essa especialidade. Os discentes, ao início do estágio, propuseram-se a realizar um primeiro contato com o ambiente através de leitura das normas de regulamentação, livros e manuais referentes a equipamentos médicos e gerenciamento de manutenção.

Foi uma experiência enriquecedora, tendo em vista a possibilidade de contato com aproximadamente 1100 equipamentos eletro médicos em um parque tecnológico diverso e com idade máxima de utilização de 6 anos, tais como sensores de oximetria, mesas cirúrgicas, ventiladores pulmonares, monitores multiparamétricos, entre outros. A proposta inicial de estágio era de realizar atividades relacionadas a gestão e melhoria do parque tecnológico,

gerenciamento de manutenção e de indicadores do setor. Neste contato prático, pode-se também acompanhar e realizar as manutenções preventivas e corretivas de alguns desses equipamentos, tudo isso sobre a supervisão de um gestor de engenharia clínica experiente e apoio técnico dos demais colaboradores.

Além disso, surgiram também outras oportunidades de contato e troca de informação com profissionais da área de todo o país, através de convites para participar de redes sociais e grupos de aplicativos de envio de mensagens pelo celular.

Foi possível ainda constatar a importância do trabalhado realizado pelo setor para o bom funcionamento do hospital. Verifica-se na figura 1 a alta demanda por manutenções corretivas, ou seja, aquelas não programadas, por mês. Isso significa que o equipamento parou e prejudicou a assistência à saúde do paciente em algum momento e que o setor de engenharia clínica deveria atuar com soluções para uma resolução eficiente e rápida do problema. É importante destacar que a engenharia tem papel fundamental na resolução de incidentes envolvendo tecnologias em saúde, tendo como exemplo intercorrências que ocorrem durante procedimento cirúrgico, onde os técnicos são acionados a fim de solucionar o inconveniente mais depressa possível, de forma a não afetar a cirurgia que estava em andamento.

Figura 1 – Quantidade de manutenções corretivas realizadas por mês.

Fonte: Autores

Já na figura 2, pode-se constatar o quantitativo de realização de manutenções programadas pela equipe. Este valor, relaciona-se com a parceria dos setores assistenciais para parada programada e realização de manutenção.

Figura 2 – Quantidade de manutenções preventivas realizadas por mês

Fonte: Autores

Na figura 3, verifica-se a porcentagem de equipamentos que passaram por manutenção não programada durante o mês, relacionando o total de manutenções com o número de equipamentos presentes no parque tecnológico.

Figura 3 – Percentual de manutenções corretivas realizadas em relação ao total de equipamentos do hospital.

Fonte: Autores

Pode-se verificar na figura 4, o índice de equipamentos que passam por manutenção preventiva em relação ao total de equipamentos da rede médica.

Figura 4 – Percentual de manutenções preventivas realizadas em relação ao total de equipamentos do hospital.

Fonte: Autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, tendo em vista o papel do gestor de engenharia clínica no decorrer do trabalho, ficam claros suas atribuições e a necessidade de articulação com todos os setores do hospital, objetivando a obtenção do melhor custo-benefício para a instituição e para o paciente. A engenharia clínica entra com objetivo de mostrar transparência no gerenciamento das tecnologias eletro médicas, compartilhar informação e aplicação das normas vigentes, gestão de manutenção, gestão de treinamento aos usuários responsáveis pela utilização da tecnologia, incorporação ou a desativação das tecnologias em saúde. (SOLAR, 2017)

Os indicadores surgem como parâmetros de um processo que visam medir a qualidade e quantidade, em uma instituição são utilizados para auxiliar na gestão e na investigação de fatos relacionados aos equipamentos para indicar se há necessidade de melhoria no processo. Dessa forma, os indicadores de manutenção preventiva e corretiva realizadas indicam a importância da presença da engenharia num hospital, tendo em vista que refletem diretamente no atendimento ao usuário. Um equipamento parado sem planejamento por causas desconhecidas gera custos e impede sua utilização, quando as manutenções preventivas são realizadas de forma eficiente, há uma redução do indicador de manutenção corretiva, aumentando a qualidade e quantidade de atendimento ao usuário.

Constata-se que através de um setor especializado em tecnologias de saúde hospitalar, o índice de incidentes é reduzido, haja vista, que manutenções preventivas periódicas são realizadas em todos os equipamentos. Mesmo que haja ocorrências de eventos emergenciais

como a parada de equipamentos de suporte a vida, verifica-se maior facilidade e rapidez para resolução pois profissionais técnicos são treinados para lidar com tais adversidades. Apesar de imprescindível em um hospital, muitas organizações brasileiras não utilizam ou planejam a gestão em engenharia clínica, todavia, reconhecem que as tecnologias estão cada vez mais atreladas ao diagnóstico clínico (BALLET, 2017). Além disso, a gestão correta do parque tecnológica tende a reduzir os custos operacionais dos equipamentos médicos hospitalares, aumentando a qualidade da prestação dos serviços, potencializando o uso correto e eficaz dos equipamentos até a sua obsolescência.

No decorrer do período, foi notável que dentro das atribuições de engenheiro é preciso conhecimento não só do parque tecnológico, mas também do todo ao qual uma tecnologia será inserida, aspectos que vão desde o físico até o humano. O estágio realizado foi de suma importância para o amadurecimento e crescimento profissional dos discentes, já que se verificou na prática o fluxo do ambiente de trabalho e se obteve experiência para lidar com a gestão de uma equipe e a tomada de decisões. Dessa forma, o estágio prático é uma das melhores formas de preparar os futuros engenheiros para o mercado de trabalho e auxiliar no desenvolvimento de habilidades durante a graduação.

Agradecimentos

Neste trabalho os discentes envolvidos agradecem a Universidade Federal do Pará por nos proporcionar um ambiente acadêmico favorável ao desenvolvimento de projetos e ao supervisor de estágio pelo apoio e oportunidade de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BALLET, Talita Petelinkar de Mattos *et al.* **A Importância da Engenharia Clínica: principais ferramentas de gestão**. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu, 2017, Botucatu.

BRASIL. Anvisa. **RDC 2**: **aprova o Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos para Gerenciamento de Tecnologias em Saúde em estabelecimentos de saúde, anexo a esta Resolução, a ser observado em todo território nacional, na área pública e privada**. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

BRASIL. **Equipamentos Médico-hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção – Capacitação a distância**. Série F. Comunicação e Educação em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2002.

MARQUES, Aurea A. L; BONO, Bruno Nunes. **Gestão de Risco na área Hospitalar envolvendo a gestão de Equipamentos Médicos Assistenciais: Um estudo de caso**. In: VI SECEB – Seminário de Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica, Santa Rita do Sapucaí, 2017.

ORTEGA, J. **Indústria 4.0: entenda o que é a quarta revolução industrial**. Disponível em: https://www.startse.com/noticia/nova-economia/60414/industria-4-0-entenda-o-que-e-quarta-revolucao-industrial. Acesso em: 10 de maio de 2019.

RAMIREZ, E. F. F; CALIL, S. J. **Engenharia clínica: Parte I - Origens (1942-1996)**. In: Seminário - CI. Exatas/Tecnol, Londrina, 2000.

SOLAR, João Gabriel Martin del. **A Engenharia Clínica Brasileira: Objetivos, Responsabilidades, Requisitos**. 2017. 187 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade do Gaba, Universidade de Brasília, 2017

STEFANINI, Marco. **Globalização 4.0**. Disponível em: https://www.dci.com.br/colunistas/artigo/globalizac-o-4-0-1.774908. Acesso em 10 de maio de 2019.

PRACTICAL INTERNSHIP IMPORTANCE ANALYSIS IN THE CLINICAL ENGINEERING AREA AND ITS CONTRIBUTION TO PROFESSIONAL QUALIFICATION OF BIOMEDICAL ENGINEERING STUDENTS

Abstract: *This article will present an analysis of the importance of a practical internship program, developed in 2017/2018, in the area of clinical engineering, for the future professional of Biomedical Engineering students. The internship program was developed by college students from the Federal University of Pará in a large hospital in the northern region of the country, through an outsourced company. At the end, it can be verified the need of the clinical engineering sector for the park technological management and the engineer responsible for the decisions taken for the proper functioning of the institution*

Key-words: *Internship, clinical engineering, medical equipment.*