



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA



Trabalho de Conclusão de Curso

**PROPOSTA DE MÓDULO EDUCACIONAL PARA  
TREINAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES  
EM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM**

Thiago Araújo Lima

Natal/RN

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

**PROPOSTA DE MÓDULO EDUCACIONAL PARA  
TREINAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES  
EM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Departamento de Engenharia Biomédica  
da Universidade Federal do Rio Grande do  
Norte para obtenção do título de Graduado  
em Engenharia Biomédica.

Graduando: Thiago Araújo Lima

Orientador: Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis

Natal/RN

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

**PROPOSTA DE MÓDULO EDUCACIONAL PARA  
TREINAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES  
EM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM**

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis

\_\_\_\_\_

UFRN – Orientador

Prof. Dr. Custódio Leopoldino de Brito  
Guerra Neto

\_\_\_\_\_

UFRN – Avaliador Interno

Me. Tiago de Oliveira Barreto

\_\_\_\_\_

Avaliador Externo

Natal/RN

2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que sempre esteve ao meu lado durante esses anos na graduação, à minha família que me apoiou ao longo dessa jornada e aos meus amigos que estiveram do meu lado nos momentos bons e ruins.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser tão bom comigo e por nunca me desamparar, mesmo que a batalha fosse difícil. Foram longos 6 anos e nesse período Ele sempre esteve presente em todos os mínimos detalhes da minha graduação.

À minha família que sempre buscou me auxiliar nos momentos de necessidade, com toda a sua fortaleza, mesmo que distante. Emanando amor, carinho, suporte e cuidado para comigo.

A minha mãe, Maria Rosa, que nunca mediu esforços para me ver realizar os meus sonhos, sejam eles distantes ou não. Sendo companheira, amorosa e realmente uma parceira para a vida toda que sempre esta presente em tudo que eu faço.

Ao meu pai, José Maria e a minha irmã, Talyta, que sempre estiveram presentes mostrando a sua força, garra e determinação para vencer todas as batalhas que foram dadas pela vida.

À minha turma de Engenharia Biomédica, no qual eu fiz amigos que levarei para o resto da minha vida. Em meio a tantos trabalhos e dias cansativos na UFRN, eles alegravam as minhas tardes e noites. Em especial ao meu trio de amigas que sempre estiveram comigo e me levantaram em momentos ruins, Julia Costa, Barbara Beatriz e Ana Luiza.

Aos amigos que fiz no bacharelado em Ciências e Tecnologia, que foram uma fortaleza para mim. Com incontáveis listas de exercícios de cálculo, física e programação, eles foram cruciais para o meu crescimento profissional e pessoal, representados por Hellen, Affonso.

Aos amigos que fiz na Escola de Ciência e Tecnologia, que me moldaram a ser quem eu sou hoje, em nome de Rayanne e Karol.

Aos colegas que fiz no Hospital Universitário Onofre Lopes, no qual foi um local de muito aprendizado, durante o período de estágio. Foram ensinamentos cruciais para a conclusão desse TCC e também para a vida. Representados por Joanny, Charles, Thassius e Wagner.

Ao meu orientador, Hélio, por aceitar me orientar nessa jornada final da graduação, e por todo ensinamento, paciência e compreensão na construção do TCC.

A todos os meus amigos que fiz ao longo da vida, que sempre torceram por mim e me incentivaram durante essa jornada que foi a minha graduação, representados por Rômulo, Maria Marinho.

A todos os amigos que fiz durante o meu intercâmbio, no qual foram cruciais para o meu crescimento pessoal e profissional em terras lusitanas, Graciele, Barbara e Kaique.

Ao Projeto de Reforço Acadêmico, projeto de extensão, no qual fiz parte em quase toda a minha graduação.

Ao laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde, que deu suporte durante os projetos de pesquisa que fiz parte.

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	4
AGRADECIMENTOS.....	5
SUMÁRIO.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICO.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 ENGENHARIA CLÍNICA.....	17
3.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA ENGENHARIA CLÍNICA.....	17
3.1.2 ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL.....	18
3.1.3 CAMPOS DE ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO CLÍNICO.....	19
3.2 EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES.....	22
3.2.1 EMH DE BAIXA COMPLEXIDADE.....	23
3.2.1 EMH DE MÉDIA COMPLEXIDADE.....	24
3.2.1 EMH DE ALTA COMPLEXIDADE.....	25
3.3 TREINAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES....	26
3.3.1 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO.....	27
3.3.2 USO DO POP PARA TREINAMENTOS EM EQUIPAMENTOS .....	28
3.3.2 EXEMPLO DE POP.....	28

3.4 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	30
3.4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA...30	
3.4.1 CONCEITUAÇÃO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	32
3.4.1 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM.....	32
3.4.1 MOODLE.....	33
4. METODOLOGIA.....	35
4.1 ETAPAS METOLÓGICAS DA PROPOSTA.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS.....	49



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de Ingressos por modalidade de ensino.....	14
Figura 2 – Relacionamentos da Engenharia Clínica no âmbito hospitalar.....	22
Figura 3 – Ciclo de vida das tecnologias/equipamentos médicos.....	23
Figura 4 – Balança Mecânica Antropométrica 104 A.....	24
Figura 5 – Eletrocardiógrafo Cardiocare 2000.....	25
Figura 6 – Equipamento de Ressonância magnética Philips Multiva 1.5T.....	26
Figura 7 – POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 - Parte 1.....	29
Figura 8 – POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 - Parte 2.....	30
Figura 9 – Fluxograma da sequência metodológica.....	35
Figura 10 – POP da Balança Mecânica Antropométrica 104 A.....	38
Figura 11 – POP do Cardioversor Cardiomax Instramed – Parte 1.....	39
Figura 12 – POP do Cardioversor Cardiomax Instramed – Parte 2.....	40
Figura 13 – Ata de Treinamento 22/02/2021 – Cardioversor.....	41
Figura 14 – Ata de Treinamento 25/02/2021 – Cardioversor.....	42
Figura 15 – POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 – Parte 1.....	43
Figura 16 – POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 – Parte 2.....	44
Figura 17 – Ata de Treinamento 30/04/2021 – Setor de Endoscopia.....	45
Figura 18 – Ata de Treinamento 30/04/2021 – Setor de Ultrassonografia.....	46

## **LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS**

EC - Engenharia clinica

EUA - Estados Unidos da América

EB - Engenharia Biomédica

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EMH - Equipamento Médico Hospitalar

POP - Procedimento Operacional Padrão

EAS - Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

EAD - Educação a Distância

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

HUOL – Hospital Universitário Onofre Lopes

LIMA, Thiago Araújo. **Proposta de módulo educacional para treinamento de equipamentos médico hospitalares em ambiente virtual de aprendizagem.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 53p., 2022.

## **RESUMO**

A inserção da tecnologia na área hospitalar visa o melhoramento da qualidade de vida, por meio de tratamentos mais eficazes e equipamentos mais tecnológicos e com isso surgiu a necessidade de implementação de um engenheiro para auxiliar no uso dos aparelhos. Com isso, fez-se necessário a implementação de treinamentos para auxílio dos profissionais que manuseiam os equipamentos. Tendo em vista que esse procedimento é feito através do Procedimento Operacional Padrão (POP) em muitas hospitais, como no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), e também é feito de forma presencial, o baixo número de participantes e até mesmo a dificuldade de marcação de horário foram cruciais para a proposta deste trabalho, no qual tem como objetivo propor o desenvolvimento de um módulo educacional para Treinamento de Equipamentos Médico Hospitalares (EMH) para ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Para que isso seja possível foi montando uma proposta de quatro etapas, no qual inicialmente é feita a escolha do equipamento, depois é feito o POP para utilização do mesmo e as etapas seguintes, são de montagem do curso no ambiente virtual de aprendizagem que terá as características da plataforma que for utilizada, tendo em vista que nenhuma plataforma foi especificada, essas etapas ficam para trabalhos futuros. Por fim, entende-se que a utilização desta proposta pode ser crucial para o aumento do número de participantes nos treinamentos e com isso será gerado uma melhor forma de manusear os EMH, impactando diretamente na taxa de problemas com os equipamentos, no qual a principal causa é o uso incorreto/erro operacional ou até mesmo mau uso do aparelho.

**Palavras-chave:** Engenharia Clínica. Equipamento Médico Hospitalar. Treinamento. Procedimento Operacional Padrão. Ambiente Virtual de Aprendizagem.

LIMA, Thiago Araújo. **Proposal for an educational module for training hospital medical equipment in a virtual learning environment.** Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 53p., 2022.

## **ABSTRACT**

The insertion of technology in the hospital area aims to improve the quality of life, through more effective treatments and more technological equipment, and with that came the need to implement an engineer to assist in the use of the devices. With this, it was necessary to implement training to help professionals who handle the equipment. Considering that this procedure is done through the Standard Operating Procedure (SOP) in many hospitals, such as Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), and is also done in person, the low number of participants and even the difficulty of scheduling timetables were crucial for the purpose of this work, which aims to propose the development of an educational module for Training Medical Hospital Equipment (EMH) for virtual learning environments (AVA). To make this possible, a four-step proposal was put together, in which the choice of equipment is initially made, then the POP is made for its use and the following steps are to set up the course in the virtual learning environment that will have the characteristics of the platform used, given that no platform was specified, these steps are left for future work. Finally, it is understood that the use of this proposal can be crucial to increase the number of participants in the training and with that a better way of handling the EMH will be generated, directly impacting the rate of problems with the equipment, in which the main cause is incorrect use/operational error or even misuse of the device.

**Keywords:** Clinical Engineering. Hospital Medical Equipment. Training. Standard Operational Procedure. Virtual Learning Environment.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente da tecnologia em todos os setores, inclusive no ramo da saúde, que visa o melhoramento da qualidade de vida do ser humano, houveram diversos benefícios para o ambiente hospitalar. Com isso, cada vez mais foram surgindo tecnologias refinadas e que pudessem servir como auxílio para o médico no momento de cuidar do paciente e junto com elas vieram as preocupações relacionadas aos gastos que se teriam com a manutenção dos equipamentos (SUASSUNA, 2017).

Segundo Ramirez (2000), os custos com saúde foram ficando cada vez mais caros, pois em sua maioria não se tinha manutenção nos equipamentos médicos e assim foi criando um abismo entre o conhecimento tecnológico e a implementação do mesmo. Para fins de controle de gastos e até mesmo diminuição, a solução encontrada foi a implantação de engenheiros de manutenção para auxílio no uso das tecnologias.

Os equipamentos médico hospitalares podem ser entendidos como as ferramentas que são utilizadas na área da saúde, possuindo finalidade médica, laboratorial, fisioterápica ou odontológica. Ainda levando em conta que a sua utilização pode ser para fins de diagnóstico, reabilitação ou monitorização dos seres humanos, tendo sua inserção feita na categoria de produtos para saúde (ANVISA, 2010).

As principais causas básicas de falhas em equipamentos ocorrem por meio do erro humano, falha no aparelho ou fenômenos externos (DE LIMA, 2011). Essa informação denota o quanto é necessário que seja feito treinamento periódico a fim de minimizar as falhas humanas e assim ter um maior controle dos equipamentos como um todo.

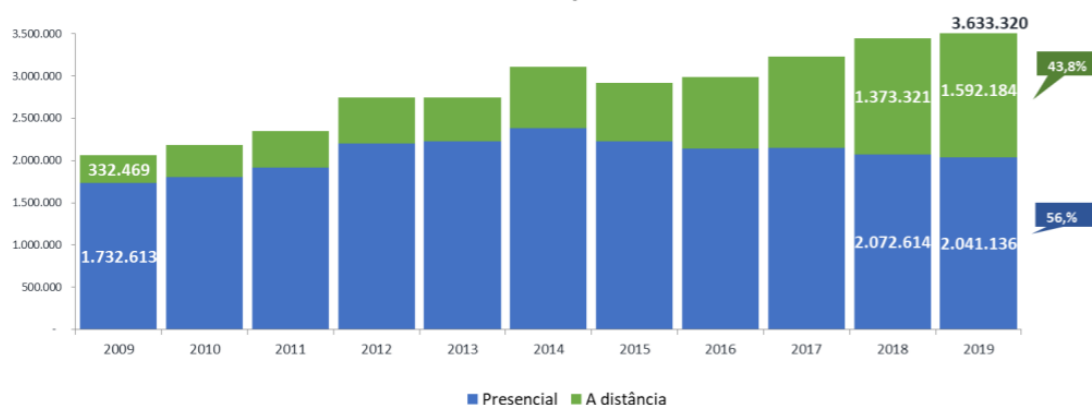
Logo com isso, percebe-se que se faz necessário uma boa gestão de manutenção de qualidade dos equipamentos e a ferramenta que é mais utilizada na atualidade para isso é o Procedimento Operacional Padrão (POP), que nada mais é do que uma sequência de passos que é fornecida para os operadores ou profissionais que manuseiam o equipamento para que haja garantia de qualidade e resultado esperado na realização de uma tarefa (DE PAULA; MILAGRE, 2015).

O uso do POP no setor de Engenharia Clínica (EC) do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) é de suma importância na aplicação de treinamentos para os profissionais que manuseiam os equipamentos médico-hospitalares. Entretanto, havia por muitas vezes poucos usuários a serem ministrados o treinamento. E com a aceitação da educação a distância pelo mercado, a utilização da mesma para gerenciar esse

processo de treinamento pode ser um processo facilitador para o setor de EC de qualquer hospital.

A educação a distância é uma modalidade que permite facilmente a disseminação de informações levando a ter um processo de aprendizagem eficiente, apesar de fatores como tempo e espaço. O censo do ensino superior de 2019, que se encontra disponível no Portal INEP, percebeu-se que o nível de ingressos nas modalidades presenciais e a distância são quase iguais, como mostrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Número de Ingressos por modalidade de ensino



Fonte: Portal INEP (2021)

Diante do exposto, e tendo em vista a crescente no uso da educação a distância, torna-se evidente que o uso dessa ferramenta em diversos ambientes se tornam imprescindíveis. Uma das áreas que podem utilizar essa modalidade é a de treinamentos.

E para que isso ocorra com uma abrangência nacional pode ser utilizado ambientes virtuais de aprendizagem como base, no qual é possível capacitar o profissional e qualificar acerca do treinamento de equipamentos médicos hospitalares.

Atualmente, o sistema de treinamento empregado, por exemplo, no HUOL é o presencial, no qual os técnicos do setor de EC se deslocam para agendar o treinamento e depois de marcado com o setor, ele é executado em uma data posterior. Em sua maioria, os treinamentos são oferecidos a um número abaixo do que se é esperado de profissionais, devido ao fluxo e escala de trabalho dos mesmos que manuseiam o equipamento, dificultando assim o repasse das informações básicas para utilização do mesmo. Visando diminuir a demanda de trabalho, do setor de estudo, e ainda aumentar o número de profissionais que irão receber o treinamento, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de módulo educacional para treinamento de equipamentos médico hospitalares para ser implementado em ambientes virtuais de

aprendizagem. Este projeto apresenta uma solução fácil, rápida e de abrangência nacional para que seja possível a utilização do mesmo em qualquer hospital no país.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Propor o desenvolvimento de um módulo educacional para Treinamento de Equipamentos Médico Hospitalares em ambientes virtuais de aprendizagem(AVA).

### **2.2. ESPECÍFICO**

- Realizar um mapeamento e levantamento bibliográfico sobre os principais assuntos relacionados à construção da proposta de trabalho.
- Definir as ferramentas de uso para construção do curso de treinamento no AVA.
- Definir as características gerais da proposta do sistema.
- Fazer o Procedimento Operacional Padrão(POP) para o equipamento.
- Propor o módulo educacional para implementação em qualquer ambiente virtual de aprendizagem



### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O tópico de revisão bibliográfica foi dividido em seções para melhor entendimento do leitor. Tendo seu início no aprofundamento acerca da temática da engenharia clínica e conseqüentemente os seus desmembramentos. Posteriormente foram destacados temas como equipamentos biomédicos, treinamento de equipamentos biomédicos, educação a distância, no qual será especificado sobre o que é ambiente virtual de aprendizagem, e um exemplo do mesmo, que é o moodle.

#### **3.1 ENGENHARIA CLÍNICA**

##### **3.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA ENGENHARIA CLÍNICA**

Em meados de 1942, na cidade de St. Louis, Estados Unidos da América(EUA), a Engenharia Clínica (EC) teve seus primeiros passos dados por meio de um curso de manutenção de equipamentos médicos ofertado pelas forças armadas do país. Após a inserção significativa dessa formação, foi criada assim a escola de manutenção de equipamentos médicos do exército americano (RAMÍREZ, 2000).

Nas décadas de 1960 e 1970, pode ser visto que a EC conseguiu uma posição distinta de independência com relação à Engenharia Biomédica. Pois, a partir daí foi possível que engenheiros fossem contratados por donos de hospitais, pois se tinha a necessidade de um especialista que regesse o rápido avanço tecnológico dos equipamentos médico-hospitalares. Tudo isso se deu devido ao aumento da complexidade das tecnologias e também muitas vezes os equipamentos permaneceram sem uso, por causa de erros de operação ou até mesmo ausência de manutenção (FERREIRA, 2021).

De acordo com Ramirez (2000), percebeu-se que como a tecnologia estava cada vez mais presente em todos os ramos, inclusive em hospitais, os custos com saúde ficaram cada vez mais caros, visto que em sua maioria não se tinha manutenção nos equipamentos médicos e criou-se um abismo entre o conhecimento tecnológico e a implementação do mesmo. Com isso, uma possibilidade de reduzir os gastos e solucionar esse problema foi a implantação de engenheiros de manutenção para auxílio

no uso das tecnologias aos médicos e assim os mesmo poderiam desempenhar suas atividades clínicas de forma eficaz.

Ao longo dos anos, mais precisamente na década de 70, a EC teve um salto e foi criada na maior parte dos centros médicos setores novos. Responsável por ofertar serviços de saúde pelos EUA, o Departamento de Assuntos de Veteranos (The United States Department of Veterans Affairs), se viu na obrigação da utilização dos engenheiros clínicos, visto que os mesmos se tornaram essenciais para a gerência de um hospital (FIGUEIREDO, 2019).

O primeiro engenheiro clínico certificado foi o Thomas Hargest, na década de 1970, tendo ele e o César Cáceres criado o termo engenheiro clínico que significa o responsável pela gestão de equipamentos hospitalares, por meio de manutenção, treinamento, verificação de segurança e desempenho, e especificações técnicas para aquisição de novos equipamentos (RAMÍREZ, 2000).

Os profissionais responsáveis por esse aparato tecnológico dentro do ambiente hospitalar se viram cada vez mais cheios de trabalho para desempenhar e auxiliar no processo construtivo de uma saúde mais humana e de qualidade.

Tendo em vista isso e o crescente número de equipamentos biomédicos utilizados nos hospitais, a utilização de engenheiros clínicos se torna crucial no processo de gerenciamento de novas tecnologias por meio do corpo clínico (CALIL, 1990).

### 3.1.2 ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL

Por volta da década de 80, notou-se que cerca de 20 a 40% dos equipamentos biomédicos estavam sem funcionamento devido estar quebrado, falta de reparo, faltando peças, ou até mesmo instalação (Wang e Calil, 1991). Com isso, na década seguinte os engenheiros brasileiros começaram a participar de oficinas, tendo sua primeira participação na oficina avançada de EC em Washington, D.C. (FIGUEIREDO, 2019). Em 1992, um termo para técnicos de treinamento de equipamentos médicos foi publicado pelo Ministério da Saúde, tendo em vista a importância do profissional na documentação e também propõe estratégias para qualificação dos mesmos no país (BRITO, 2004).

Em meados da década de 1990, algumas universidades federais e estaduais iniciaram programas para formação de engenheiros clínicos no Brasil. Ademais, Mestrados e Doutorados em Engenharia Biomédica (EB) foram criados e tiveram pelo

menos 4 livros sobre o assunto publicados, além de reuniões e debates sobre a EC (TERRA et al., 2014).

Ainda na década de 90, foram criadas as primeiras regras/normas nacionais de segurança para equipamentos eletromédicos, como a NBR-IEC 601-1 e NBR-IEC 6012, que estabeleceram a certificação compulsória dos equipamentos, consistindo em textos de normas, ensaios em laboratórios credenciados pelo INMETRO (SOUZA et al., 2012).

Com o passar dos anos, novas formas de regulamentação foram criadas, novos cursos surgiram e a EC ficou cada vez mais difundida no Brasil e fazendo grande diferença dentro de uma unidade de saúde/hospital. Então em 2010 a ANVISA adotou a Resolução da Diretoria Colegiada nº 02, com o objetivo de:

estabelecer os critérios mínimos, a serem seguidos pelos estabelecimentos de saúde, para o gerenciamento de tecnologias em saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde, de modo a garantir a sua rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade e segurança e, no que couber, desempenho, desde a entrada no estabelecimento de saúde até seu destino final, incluindo o planejamento dos recursos físicos, materiais e humanos, bem como da capacitação dos profissionais envolvidos no processo destes (ANVISA, 2010, p. 1).

Logo, percebe-se atualmente que o papel do engenheiro clínico mudou bastante considerando as duas últimas décadas, no qual os mesmos trabalham em conjunto com médicos, enfermeiros e até administradores, evidenciando mudanças notórias para o país como um todo (TERRA et al., 2014).

Segundo DEL SOLAR (2017), o Confea confirma que a engenharia clínica está regulamentada como profissão. Entretanto, diante do vasto conjunto de leis, decretos, resoluções e decisões normativas que compõem seu sistema regulatório não se tem uma compreensão integral de forma simples e imediata.

Com isso, torna-se mais difícil o entendimento da profissão de engenheiro clínico e o seu campo de atuação no mercado de trabalho. Por isso, o próximo tópico irá evidenciar as formas de se desenvolver as tarefas por parte do profissional em questão.

### 3.1.3 CAMPOS DE ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO CLÍNICO

Para iniciar a abordagem no tópico é de crucial importância entender o que é um engenheiro clínico e conseqüentemente saber como o mesmo trabalha, conforme definição da ACCE (2021): “Um engenheiro clínico é um profissional que apoia e

aprimora o atendimento ao paciente aplicando habilidades de engenharia e gerenciamento à tecnologia de saúde”.

Tendo em vista a definição do termo de engenheiro clínico, percebe-se o seu vasto campo de atuação e de que formas é possível trabalhar na EC. Segundo Calil (1990) o papel de um engenheiro clínico em uma unidade de saúde vem se tornando cada vez mais crucial para um bom desenvolvimento das atividades no ambiente.

A EC vai ajudar no gerenciamento, planejamento e otimização de equipamentos e tecnologias, além de integrar métodos relativos de modo direto ao que diz respeito ao serviço de saúde (CALIL, 1990).

Segundo Antunes e colaboradores (2002), os principais campos de atuação de um engenheiro clínico dentro de uma unidade de saúde são:

- Administrar o patrimônio gerencial dos Equipamentos Médico Hospitalares (EMH) e seus componentes;
- Ajudar na aquisição e também na aceitação de novas tecnologias para a unidade hospitalar;
- Realização de treinamento para quem presta serviço de manutenção, técnicos, e também para os operadores da máquina, ensinando como deve ser utilizado o aparelho;
- Gerenciamento dos contratos de manutenção preventiva e corretiva;
- Realizar as manutenções preventivas e corretivas quando necessário dos equipamentos da unidade de saúde;
- Acompanhamento e gerenciamento dos serviços externos prestados por outras empresas para manutenção dos equipamentos;
- Determinar medidas de segurança e de controle na unidade de saúde no que diz respeito aos EMH;
- Realização de pesquisas para projetos de equipamentos modernos ou modificação dos já existentes;
- Instituir regras para que seja possível manter os EMH o máximo de tempo possível em uso e assim aumentar a sua vida útil;
- Auxílio nos processo de informatização da unidade de saúde, referentes aos EMH;

- Estabelecer e fiscalizar a qualidade dos equipamentos de inspeção e medição de acordo com o item 4.11 da ISO-9002, relativo aos EMH;
- Calibrar os EMH conforme os padrões reconhecidos na atualidade;
- Examinar a obsolescência dos EMH;
- Exibir os relatórios de produtividade de todo o gerenciamento da EC e também da manutenção dos EMH, que vão servir como indicadores de qualidade do serviço prestado no ambiente.

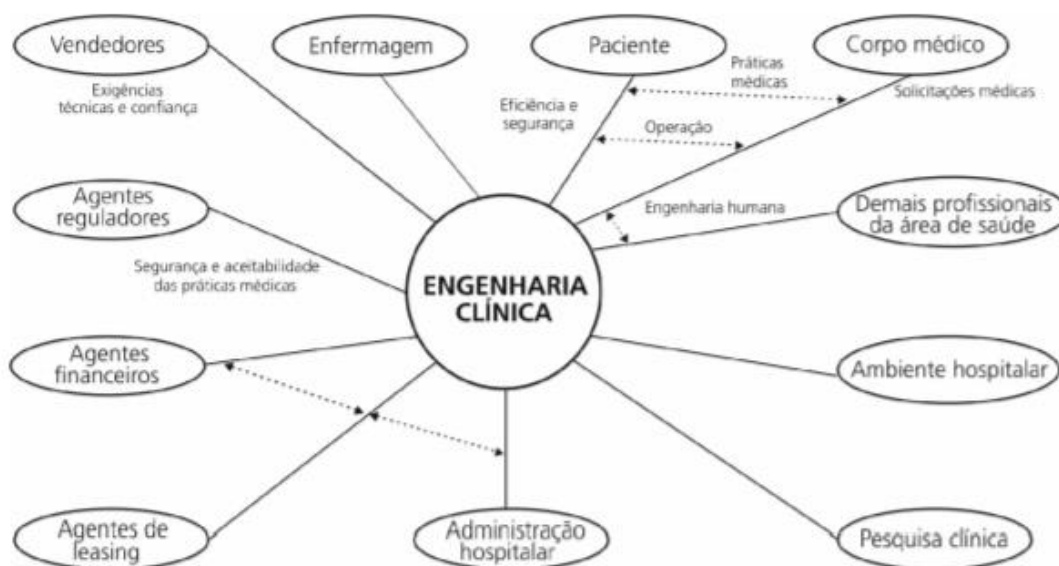
Todos os tópicos abordados acima deram um direcionamento acerca dos campos de atuação de um engenheiro clínico dentro do ambiente hospitalar e mostrando assim a importância de se ter um profissional deste tipo no hospital.

O setor de Engenharia Clínica tem a responsabilidade por todos os procedimentos que dizem respeito aos EMH, por exemplo: as manutenções corretivas ou preventivas; o acompanhamento da vida útil do aparelho; participa também do processo licitatório em ambientes públicos; fornece treinamentos aos usuários e técnicos de manutenção; e avalia a obsolescência dos equipamentos também (FERNANDES et al., 2017).

Mas como surgiu a ideia de se ter um engenheiro clínico para desempenhar tais funções acima relatadas. Segundo Oliveira (2004), o surgimento deste tipo de mão de obra se deu devido ao aumento no número de EMH nos hospitais e também pelo fato do surgimento de novas tecnologias. Com isso, a EC teve seu campo aberto para auxiliar de maneira técnica os médicos e enfermeiros no gerenciamento tecnológico no hospital.

Um adendo sobre o funcionamento das iterações do setor de EC em um ambiente hospitalar é visto na Figura 2, abaixo, no qual é possível observar como acontece toda a estrutura de relacionamentos da EC no hospital como um todo.

Figura 2: Relacionamentos da Engenharia Clínica no âmbito hospitalar



Fonte: ANTUNES ET AL (2002).

### 3.2 EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES

De acordo com a Anvisa (2010) os equipamentos médicos podem ser compreendidos como todas as ferramentas que são usadas na saúde, tendo como finalidade médica, odontológica, laboratorial ou fisioterápica. Ademais também leva-se em consideração a utilização direta ou indiretamente para fins de diagnóstico, reabilitação ou até mesmo monitorização de seres humanos. Tendo sua inserção na categoria de produtos para saúde.

Os EMH são compostos por itens médicos ativos, implantáveis ou não implantáveis. Entretanto, outros podem ser tidos como não ativos que são camas hospitalares, macas, cadeira de rodas, mesas cirúrgicas, entre outros (ANVISA, 2010).

Outro ponto importante para entender sobre os equipamentos médicos é o ciclo de vida, como isso ocorre, pois tudo tem início, meio e fim. Segundo Figueiredo (2019), este processo é feito por 3 fases, que são, incorporação, utilização e renovação. A primeira etapa é definida por meio de procedimentos de especificação, aquisição e treinamento de toda a equipe multiprofissional que compõem a unidade de saúde. A segunda é a fase, no qual ocorrem treinamentos, manutenções, calibrações e contratos dos EMH e por fim a última etapa é composta pela troca do equipamento e acontece também a inserção de novas tecnologias.

Abaixo, a Figura 3 (ANTUNES ET AL, 2002), mostra em resumo esse ciclo de vida dos EMH, expondo a intensidade de uso em função do tempo.

Figura 3: Ciclo de vida das tecnologias/equipamentos médicos



Fonte: ANTUNES ET AL (2002).

Tendo em vista a Figura 3, acima, percebe-se que o bom uso dos equipamentos é de suma importância para o funcionamento adequado do mesmo e da gestão em saúde como um todo. Com isso, segundo Souza (2021) o processo gerencial de equipamentos médicos quando feito de forma correta pode fornecer um maior índice de eficácia em todos os processos no ambiente hospitalar.

Visto que já foi abordado que existem equipamentos médicos ativos e não ativos, outro tipo de forma de classificação para os mesmos é o de baixa, média e alta complexidade. Sendo possível melhor compreensão a partir dos tópicos abaixo.

### 3.2.1 EMH DE BAIXA COMPLEXIDADE

Para entender melhor equipamentos de baixa complexidade é preciso entender que os EMH deste tipo possuem circuitos eletrônicos e, ou mecânicos que não possuem uma grande dificuldade para sua manutenção, tendo um treinamento bem simples para o

manuseio e correção de problemas. Como por exemplo: banho-maria, berço aquecido, balança mecânica (CALIL; GOMIDE, 2002).

A seguir, na Figura 4, um exemplo de equipamento médico de baixa complexidade que é a balança mecânica.

Figura 4: Balança mecânica antropométrica 104 A



Fonte: WELMY (2021)

### 3.2.2 EMH DE MÉDIA COMPLEXIDADE

Para este tipo de equipamento é necessário que o profissional que vai executar o reparo tenha uma formação básica e um treinamento bastante adequado, visto que os processos mecânicos e eletrônicos que os envolvem requerem mais estudo. Com isso, pode ser citado como exemplo: monitor cardíaco, eletrocardiógrafo, centrífuga, incubadora, entre outros (CALIL; GOMIDE, 2002).

Para uma melhor exemplificação, segue abaixo, a Figura 5 que mostra um exemplo de equipamento médico de média complexidade, neste caso, o eletrocardiógrafo.



Figura 5: Eletrocardiógrafo Cardiocare 2000



Fonte: BIONET (2021)

### 3.2.3 EMH DE ALTA COMPLEXIDADE

No último caso, os equipamentos de alta complexidade requerem técnicos bastante qualificados, com treinamento específico e especializado. Em sua maioria, os profissionais possuem nível superior e têm casos de treinamento desenvolvido no exterior, até. Alguns exemplos possíveis são: Tomógrafos, ultra-som(diagnóstico por imagem), ressonância nuclear magnética, entre outros (CALIL; GOMIDE, 2002).

Para servir de exemplo, a Figura 6, constata um tipo de equipamento médico de alta complexidade, chamado de ressonância nuclear magnética.

Figura 6: Equipamento de Ressonância magnética Philips Multiva 1.5T



Fonte: PHILIPS (2021)

### **3.3 TREINAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES**

Os processos que envolvem um bom manuseio dos EMH são diversos, e um dos principais pontos é a parte de treinamento. Por isso, a maioria dos equipamentos precisam ser operacionalizados por profissionais capazes. Devido a isso, segundo Barbosa e Azevedo (2007) se viu a necessidade de treinamento do corpo clínico e com isso foi pensado em um sistema para execução dessa capacitação, no caso em questão em um monitor multiparamétrico.

Para todos os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) o ponto principal é que tenha uma manutenção do seu parque de equipamentos tendo uma alta disponibilidade e, claro, em condições adequadas de se usar. Então, para que isso ocorra se faz necessário uma gestão de manutenção de qualidade e uma das ferramentas que mais vem sendo utilizada na atualidade é o Procedimento Operacional Padrão (POP), que é uma sequência de passos que é fornecida para os operadores ou profissionais para que haja garantia de qualidade e resultado esperado na realização de uma tarefa (DE PAULA; MILAGRE, 2015). No tópico abaixo o assunto será desmembrado e continuam as discussões sobre o POP.

### 3.3.1 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Logo após a revolução industrial, houve o início da mecanização de todos os processos industriais, com isso foi nascendo a padronização dos processos, ficando distante da forma artesanal de como era feito até o momento. Com o Fordismo, já pôde-se notar a busca pela padronização das produções, entretanto atualmente se vê uma normalização de produtos e serviços com foco no cliente e seus interesses (DUARTE, 2005).

Tendo em vista essa situação, torna-se inevitável a utilização de procedimentos operacionais padrões para realização de diversas tarefas no mercado para que fosse possível entregar um bom resultado ao cliente.

Para Duarte (2005), o Procedimento Operacional Padrão (POP), seja gerencial ou até mesmo técnico, é o que serve de base para garantir uma maior padronização das tarefas. Logo será possível garantir para os usuários um serviço de qualidade ou um produto que vai ser livre de variações indesejáveis no quesito final.

Segundo Duarte (2005) o conteúdo que deve ser colocado no POP, assim como sua aplicação, deve ser de fácil entendimento por parte dos profissionais que vão ter participação direta na qualidade final do produto.

Ainda analisando o POP, tem surgido uma pergunta indagável que é a finalidade do mesmo. Com o uso do mesmo, é possível minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais para o trabalho.

O POP ainda tem também a finalidade de ser um ótimo instrumento para gerenciamento da qualidade interna quando se fizer necessário o uso de auditorias internas. Com isso, é possível observar como as tarefas estão sendo executadas em determinados setores (DUARTE, 2005).

Por fim, a De Paula e Milagre (2015) trazem mais uma definição do que seria o POP e agrega ao presente trabalho. O procedimento operacional padrão descreve os passos críticos e sequenciais que devem ser seguidos pelos operadores do aparelho para que seja garantido um resultado satisfatório em cima da tarefa que os foi dado, além de relacionar-se às técnicas de manuseio de aparelhos.

### 3.3.2 USO DO POP PARA TREINAMENTOS EM EQUIPAMENTOS

Por volta de 60 a 80% das falhas em EMH acontecem por causa de erros operacionais ou de mau uso do equipamento. Outro ponto importante é que a falta de qualificação técnica do pessoal que usa os equipamentos é um dos principais fatores de risco, evidenciando assim que a grande maioria dos profissionais da área clínica não operam de forma adequada os equipamentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Com isso, surgiu a necessidade de um setor para acompanhamento desses equipamentos, que atualmente é o setor da EC. Logo, tendo em visto os processos de manutenção dos EMH, surgiu a necessidade de incrementação do POP para que se tenha uma execução e qualidade nas manutenções (DE PAULA; MILAGRE, 2015).

A pesquisa de De Paula e Milagre (2015) mostra como resultado que após serem feitas análises das Ordens de Serviço, foi possível conseguir uma visão real de fato da aplicabilidade dos POPs e quais utilidades os mesmos teriam para os usuários dos equipamentos, sendo possível fazer um direcionamento melhor da aplicação do POP dentro dos EAS.

Por fim, constata-se que os POPs quando usados corretamente, vão garantir o manuseio correto dos equipamentos, diminuindo assim o tempo de atendimento ao paciente e aumentando a qualidade do serviço prestado. Ademais, fica notório também a diminuição nos números de manutenções corretivas para EMH que utilizam POP, e claro, outro ponto importante é a conscientização por parte dos profissionais no uso do Procedimento Operacional Padrão (DE PAULA; MILAGRE, 2015).

### 3.3.3 EXEMPLO DE POP

Segue abaixo nas figuras 7 e 8, um exemplo de Procedimento Operacional Padrão feito no período de estágio (Fevereiro/2021 até Junho/2021) do autor deste trabalho no setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) na cidade de Natal/RN. O POP foi desenvolvido para o Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 e foi escrito a partir do seu manual de instruções.

Figura 7: POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 - Parte 1

## INSTRUÇÕES DE USO

### APARELHO DE ANESTESIA DIXTAL 5020

#### COMO UTILIZAR O EQUIPAMENTO

- Para ligar o aparelho de anestesia DIXTAL 5020, deve colocar a chave geral, localizada na parte de trás do aparelho, na posição "ligada"; Em sequência deve-se pressionar o botão Liga/Desliga do painel frontal por alguns segundos.
- Ao ligar o aparelho de anestesia, a tela de inicialização aparece, apresentando uma listagem de todos os parâmetros correspondentes a testes automáticos que são feitos para assegurar que o sistema está funcionando corretamente.
  - Durante os testes automáticos, os botões giratórios de ajuste de fluxo do sistema de gases frescos devem estar fechados.
  - Caso algum problema seja identificado na inicialização, o aparelho apresentará instruções na tela sobre o que deve ser feito:
    - [Aviso amarelo] - o teste não obteve sucesso, porém é possível iniciar a ventilação. A precaução deve ser tomada ao utilizar o equipamento nesta situação.
    - [Aviso vermelho] - o teste não obteve sucesso e o equipamento não poderá ser utilizado para ventilação controlada se o problema não for resolvido. Contactar a assistência técnica Dixtal.
- A Estação de Trabalho de Anestesia DX 5020 oferece duas formas de seleção de teclas/funcionalidades e ajustes de parâmetros e alarmes:
  - [Botão Rotacional] - ao girar o Botão Rotacional, o parâmetro/tecla é selecionado, para ajustar o valor basta pressioná-lo; girando o mesmo o valor do parâmetro é alterado; pressione novamente o Botão para confirmar o valor ajustado.
  - [Tela Touch Screen] - para selecionar um parâmetro, toque sobre ele. O campo ficará em destaque; use o Botão Rotacional para alterar e confirmar o valor.
- Para desligar o aparelho de anestesia, deve-se pressionar o botão Liga/Desliga do painel frontal por alguns segundos, depois selecionar "Sim" na mensagem de confirmação de desligamento e por fim colocar a Chave Geral na posição "desligada".

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 8: POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 - Parte 2

#### TESTES DE VERIFICAÇÃO



Os procedimentos descritos devem ser executados diariamente, antes da utilização do aparelho. O que oferece a garantia de que o equipamento está funcionando perfeitamente e em estado de prontidão.

**Passo 1:** Verifique se a estação de trabalho de Anestesia DX 5020 está montada com todos os seus componentes e acessórios; verifique se não há algum dano aparente; verifique se a tensão de alimentação da rede elétrica atende aos requisitos; verifique se o sinal luminoso indicador do uso de energia elétrica da rede está aceso.

**Passo 2:** Verificar se o equipamento de ventilação reserva está disponível e funcionando adequadamente.

**Passo 3:** Verificar o sistema de alta pressão.

**Passo 4:** Verificar o sistema respiratório.

**Passo 5:** Verificar os monitores e alarmes.

**Passo 6:** Verificação final do estado da máquina: Substituir o absorvedor de CO<sub>2</sub> se necessário; Vaporizadores devem estar preenchidos e fechados; Cilindros reservas devem estar conectados e com carga; Fluxômetros devem estar marcando fluxo "zero" (válvulas de controle de fluxo fechadas); Verificar se o botão de Oxigênio Direto está funcionando corretamente; Sistema reserva de ventilação está pronto para uso Sistema respiratório atende aos requisitos de higiene.



Se o aparelho de anestesia DX 5020 falhar no teste funcional, contate o suporte urgentemente.

Fonte: Autoria Própria (2021)

O POP acima foi utilizado para realização de treinamento, feito pelo autor deste trabalho, em alguns setores do HUOL que utilizavam o aparelho, a fim de minimizar possíveis falhas que venham a ocorrer futuramente no uso do equipamento.

### 3.4 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

#### 3.4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A crescente evolução das tecnologias desde a primeira revolução industrial foi algo notório nos meios de comunicação. Ao decorrer dos anos, pôde ser visto diversos

meios para se obter ensino, inicialmente dado através de cursos por correspondência em Wisconsin, 1891, por exemplo (SARAIVA, 2008).

Ainda segundo Saraiva (2008), a junção da necessidade de qualificação por parte da sociedade e conseqüentemente a redução do tempo para estudo em si, devido ao progresso da flexibilização do trabalho, foi surgindo uma outra narrativa como alternativa para que fosse possível uma melhor adaptação à vida cotidiana das pessoas. No Brasil, a Educação a Distância (EAD) teve início na década de 1920, por meio da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro.

Por volta da década de 1960, o Ministério da Educação e Cultura criou o Programa Nacional de Teleducação (Prontel), no qual tinha o objetivo de estruturar e apoiar a teleducação no Brasil todo (SARAIVA, 2008). Ainda nessa época foram lançados projetos como o Minerva, que era transmitido através da rádio MEC, e com isso foi possível transmitir o ensino básico para milhares de pessoas. Ademais, as Tvs Educativas tiveram seu início nesse período com o intuito de atingir um número maior de alunos, e duas delas possuíam vínculo com as universidades do Rio Grande do Norte e de Pernambuco (PAIVA, 2013).

Na década seguinte começaram a surgir novos dispositivos, ferramentas, tecnologias e iniciativas que se tornaram pioneiras no mercado, ordenado pela Universidade de Brasília, no qual foi estabelecida parceria com The Open University (VIEIRA, CUNHA e MARTINEZ, 2017). Em meados da década de 1990 a lei de número 403/92 foi instaurada e com isso foi possível a criação da Universidade Aberta do Brasil (UAB) tendo como principal objetivo expandir o conhecimento cultural, através de ofertas de cursos para que todos pudessem ter acesso, com uma educação continuada e abrangendo graduação e pós-graduação (VIANNA, ATAIDE e FERREIRA, 2015).

Para se ter uma ideia melhor da esquematização do EAD, Moore e Kearsley (2007) classifica-a em cinco fases: a primeira como o ensino por correspondência; a segunda pela transmissão por rádio e televisão; terceira fase a busca por novos conhecimentos e sistemas para incluir na área, no caso as Universidades Abertas; a quarta pela teleconferência; e por fim a última fase que diz respeito às aulas virtuais por uso de computadores e internet.

### 3.4.2 CONCEITUAÇÃO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A Educação a Distância pode ser conhecida como uma modalidade que transmite um ensino de maneira não convencional, passando o seu conhecimento sem ser em um espaço físico através dos meios de telecomunicações. A mesma pode ser aplicada para qualquer tipo de curso, não tendo restrições, permitindo uma experiência mais dinâmica e interativa com o aluno. Ademais, o EAD pode ser caracterizado como um modelo de ensino autônomo, pois possibilita liberdade no horário e local de estudo para se obter o aprendizado (FREITAS, 2005).

Outro ponto que facilitou o funcionamento do EAD foi a internet que possibilitou que o processo de aprendizagem não ficasse restrito a sala de aula, ultrapassando assim os limites físicos, gerando assim a possibilidade do estudante construir um conhecimento no ambiente que o mesmo desejar (SANTOS, 2006).

### 3.4.3 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

Para se iniciar os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são softwares que são disponibilizados na internet e incluem ferramentas diversas para criação, tutoria e até mesmo gestão de atividades e na sua maioria se apresentam sob formato de cursos para estudantes (SILVA, 2015).

De acordo com Albuquerque (2018), as ferramentas acima descritas vão permitir interatividade de forma síncrona ou assíncrona entre os professores, tutores e estudantes, mudando assim o paradigma tradicional da educação, no qual é predominante a exposição oral.

Os AVAs são plataformas estruturadas para montagem de cursos acessíveis usando a internet. A criação/montagem dos cursos, geralmente, são feitas por profissionais que trabalham no suporte do sistema e professores. Devido o formato dos ambientes virtuais, é possível acompanhar de forma constante a progressão do estudante e vê como o mesmo está lidando com o ensino, e claro os AVAs também possuem ferramentas diversificadas e acessíveis para gerar qualidade na educação do aluno (MATHIAS e TONET, 2011).



Para entender melhor o AVA Pereira, Scmitt e Dias (2007), afirmam que essas plataformas são formadas por:

- Comunicação: que pode ocorrer de forma síncrona ou assíncrona;
- Recursos de documentação e informação: no qual terão dados dos cursos, materiais para realizar download, entre outros;
- Gerência pedagógica e administrativa: no qual será permitido que os responsáveis pelos cursos e até a equipe da plataforma consiga alterar e/ou verificar informações mais sensíveis, no qual não está disponível para os estudante;
- Produção: promove desenvolvimento de tarefas dentro do sistema/plataforma.

Os softwares que se encontram disponíveis para o desenvolvimento de atividades educacionais, hoje, são diversos. Permitindo um fácil acesso, manuseio e controle de discussões e aulas, entre eles estão o Solar, Sócrate, TelEduc e Moodle (ALBUQUERQUE, 2018).

#### 3.4.4 MOODLE

Um dos exemplos de AVA existentes é o Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). O mesmo foi criado por Martin Douglas, em 1999, no período do seu doutorado, que é educador e cientista profissional. Ademais, o software é gratuito e oferece licença para qualquer pessoa que queira utilizar (SOUZA, 2017).

O Moodle é considerado um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) a distância e é regido pela GLP e o mesmo foi desenvolvido de acordo com a teoria construtivista social, na qual é defendido a construção de conhecimento em grupos sociais colaborativamente, sendo uns para os outros, logo cria-se uma cultura de compartilhamento dos significados (DE SOUZA et al, 2011).

Sendo assim, percebe-se que o moodle é uma plataforma que possui código aberto (Open Source) e ele é utilizado em vários países do mundo todo. O mesmo permite o gerenciamento de dados e controle de todas as informações, logo se torna o software mais completo para esse tipo de aplicação. Podendo ser utilizado em todos os sistemas operacionais que suportam PHP. Ademais, ele está disponível em 223 idiomas

e também disponibiliza uma API que tem vários recursos para manipulação de banco de dados, autenticação do usuário, entre outros (COSTA; LIMA; SILVA, 2015).

Todas as funcionalidades demonstradas acima fazem com que o Moodle seja um sistema de aprendizagem e até mesmo de gestão que vai proporcionar uma interação maior entre os usuários, logo é possível haver uma troca de informações, aprendizado e até mesmo a comunicação acontece de forma mais fácil entre todos os usuários do ambiente, sejam professores ou alunos (LEGOINHA, PAIS e FERNANDES, 2006).

## 4. METODOLOGIA

Com relação aos processos metodológicos que regem essa pesquisa é necessário entender que a pesquisa é aplicada quanto à natureza, pois trata-se de uma proposta de módulo educacional para ser implementado em ambientes virtuais de aprendizagem voltado para treinamento de equipamentos médico hospitalares e que futuramente pode ser colocado em prática. A pesquisa ainda possui uma abordagem qualitativa; quanto aos objetivos é exploratória, pois aumenta o conhecimento do pesquisador sobre os fatos; já quanto aos procedimentos é considerada experimental.

Após definir o tema para aplicação em qualquer ambiente virtual de aprendizagem, sem a criação de um próprio sistema web que regesse os treinamentos, partiu-se para a revisão bibliográfica seguindo o fluxo da sequência metodológica encontrado na figura 9, abaixo.

Figura 9: Fluxograma da sequência metodológica



Fonte: Autoria Própria (2021)

A revisão bibliográfica foi feita através de pesquisas nas bases de dados do Google Scholar e Scielo (Elsevier) sobre todos os temas propostos na junção do escopo deste trabalho, como Engenharia Clínica e seus desdobramentos; equipamentos médico hospitalares, treinamento de equipamentos médico hospitalares; Educação a Distância; e Moodle. Tudo isso gerou a base de dados para prosseguimento na construção da proposta que envolve este trabalho.

As ferramentas escolhidas para o desenvolvimento da proposta deste trabalho foi a utilização de qualquer ambiente virtual de aprendizagem, por meio da construção de uma aba, contendo o seguinte tópico: “Treinamento de Equipamentos Médico Hospitalares”; no qual será possível entrar em vários cursos cada um para um tipo de EMH específico, contendo seu modelo e marca, e o treinamento/curso será construído através do POP daquele equipamento.

Por fim, pode ser montado um questionário avaliativo no final para ser dado a certificação para aquele usuário e posteriormente o mesmo mostrar ao setor de EC do hospital em que o mesmo trabalha, diminuindo o fluxo de trabalho do setor em questão.

As características gerais da proposta deste trabalho estão na simplificação ao se utilizar os ambientes virtuais de aprendizagem podendo ter uma abrangência nacional para o treinamento de EMH e com isso um pequeno desafogo nos setores de Engenharia Clínica dos hospitais que utilizam tal procedimento para a gestão dos EMH.

#### **4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS DA PROPOSTA**

As etapas metodológicas que estruturaram essa pesquisa foram segmentadas em:

Etapa 1: Após escolha do equipamento médico hospitalar para construção do curso e treinamento, será feita a pesquisa do manual de instruções do mesmo. Essa busca, acontece através do site da empresa do equipamento, ou no google mesmo.

Etapa 2: Nesta parte é necessário estudo do manual de instruções para que seja possível a elaboração do Procedimento Operacional Padrão daquele equipamento.

Etapa 3: Através do POP já feito, é possível dimensionar o que é mais importante a se colocar no curso e assim, é feita a construção do mesmo.

Etapa 4: O último passo é migrar as informações para o ambiente virtual de aprendizagem que será utilizado e colocar o treinamento daquele equipamento em uso para os profissionais utilizarem.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização do POP nos treinamentos de equipamentos médico hospitalares ficou evidenciado com o levantamento da revisão bibliográfica e analisando o processo atual que ocorre no Hospital Universitário Onofre Lopes, no qual os treinamentos são executados de forma presencial e por muitas vezes há poucos profissionais participando, percebeu-se que o uso da educação a distância por meio de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), seria uma boa proposta para diminuir o fluxo de trabalho, no que diz respeito aos treinamentos que devem acontecer de forma periódica a depender do equipamento, no setor de Engenharia Clínica de qualquer hospital do país; além de ter a possibilidade de um número maior de profissionais que irão executar o procedimento, visto que eles podem fazer em qualquer horário.

Logo a utilização de treinamento para os equipamentos médico hospitalares reforça o que diz na literatura sobre o assunto. Pois, nota-se que o mesmo é um fator essencial e crucial para o pleno funcionamento dos equipamentos e também ocorra de forma eficiente de acordo com o que é indicado pelos fabricantes. Alguns estudos desenvolvidos, mostram que um dos maiores problemas ocorridos em EMH ocorre por meio de erro operacional ou até mesmo mau uso (ALVES, 2002; COOPER et al., 1978; DONCHIN et al., 1995). Com isso, surge que a maneira de reduzir esses problemas é fazendo com que as equipes operadoras participem do treinamento.

Com todas as informações acerca dos treinamentos, pode-se entender que o mesmo é crucial no ambiente hospitalar. Logo, seguindo a proposta deste trabalho e as etapas metodológicas do mesmo, foi pensado em utilizar três EMH, cuja classificação é de baixa, média e alta complexidade. Inicialmente, foi pensando na Balança Mecânica Antropométrica 104 A como item de baixa complexidade; para média complexidade foi escolhido o Cardioversor Cardiomax Instramed e por fim como EMH de alta complexidade foi utilizado o Aparelho de Anestesia Dixtal 5020.

Tendo escolhido os equipamentos, é necessário que seja feita uma busca para encontrar os manuais de instrução dos mesmos, no qual pode ser utilizado o próprio navegador do google.

A etapa seguinte é o estudo do manual de instruções para elaboração do POP de cada equipamento, que deve ser feito com cuidado e deve mostrar como se deve manusear de forma simples e rápida o equipamento em questão, e também mostra possíveis testes diários a serem feitos.

Conforme feito, abaixo, encontram-se os POP's dos três equipamentos escolhidos, no qual o primeiro mostrará o equipamento de baixa complexidade e é um pouco mais simples. Na figura 10, abaixo, é possível visualizar o POP da Balança Mecânica Antropométrica 104 A.

Figura 10: POP da Balança Mecânica Antropométrica 104 A

**INSTRUÇÕES DE USO  
BALANÇA MECÂNICA ANTROPOMÉTRICA 104 A**

**COMO UTILIZAR O EQUIPAMENTO**

• Para se utilizar, é necessário que uma pessoa suba na balança. Após isso, o operador irá colocar o peso da régua na faixa que a mesma fique estável. Assim, será possível obter o valor do peso do paciente. Conforme pode ser visto na imagem abaixo, no qual a régua está estável.



• Para a verificação da altura é necessário que a pessoa esteja em cima da balança e assim, seja puxado o indicador branco que tem que ficar logo acima da cabeça do paciente. Conforme pode ser visto na figura abaixo.



Fonte: Autorial Própria (2022)

Dando sequência, abaixo, teremos o POP do equipamento médico hospitalar de média complexidade, o Cardioversor Cardiomax Instramed, no qual foi elaborado durante o período de estágio no HUOL. Conforme pode ser visto na figura 11 e 12, com a primeira e segunda parte.

Figura 11: POP do Cardioversor Cardiomax Instramed – Parte 1

## INSTRUÇÕES DE USO

### CARDIOVERSOR CARDIOMAX INSTRAMED

#### COMO UTILIZAR O EQUIPAMENTO

- Utilize a chave seletora para ligar e desligar o cardioversor. Gire a chave no sentido horário ou anti-horário para selecionar o modo de operação. Na posição "Desl" o aparelho é desligado.
- Ao ligar o cardioversor, a tela de inicialização aparece, apresentando uma listagem de todos os parâmetros disponíveis para o CardioMax, demonstrando, ao lado de cada item, o status correspondente:
  - [OK] - Parâmetro instalado e funcionando corretamente.
  - [Falha] - Parâmetro instalado porém, apresentando falha.
  - [Ausente] - Parâmetro não instalado ou removido.
- Para acesso aos menus de configuração e operação do equipamento utilize o botão rotativo e-Jog Control, girando até o item desejado e pressionando para selecionar o item.
- Existem os botões de acesso rápido que facilitam em tais funções:



#### OS CONECTORES



1. Conector SpO2
2. Conector USB
3. Conector PANI
4. Conector ECG
5. Impressora
6. Conector do RCP Maestro
7. Conector para eletrodos de desfibrilação (pás)
8. Conector da exaustão da capnografia
9. Conector para linha de amostragem da capnografia

Fonte: Aatoria Própria (2021)

Figura 12: POP do Cardioversor Cardiomax Instramed – Parte 2



#### TESTE FUNCIONAL



**O teste funcional deve ser realizado diariamente, o que oferece a garantia de que o equipamento está funcionando perfeitamente e em estado de prontidão.**

**Passo 1:** Posicione as pás sobre o suporte localizado na parte superior do equipamento.

**Passo 2:** Selecione a energia de 100 J.

**Passo 3:** Pressione a tecla “carga” e aguarde até que o equipamento emita o sinal de carga pronta.

**Passo 4:** Pressione a tecla “choque”.

**ATENÇÃO:** Se a tela resultante do teste funcional for “**Teste OK!**”, o equipamento foi aprovado no teste funcional. Caso a tela seja “**Falha! Contate Suporte Técnico**”, o equipamento não foi aprovado no teste funcional.



**Se o CardioMax falhar no teste funcional, contate o suporte urgentemente.**

Fonte: Autoria Própria (2021)

Com o POP acima é possível observar que o mesmo tem instruções como utilizar, os botões de acesso rápido estão especificados e também consta os conectores e pra que serve cada um. Outro ponto abordado, que é possível visualizar na figura 12, foi o teste funcional que deve ser executado todo dia antes de utilizar o equipamento. Ademais, foi executado treinamentos em alguns setores do HUOL seguindo o POP acima, e foi percebido o número baixo de participantes.

Foram realizados dois treinamentos em fevereiro de 2021 e foi notado o baixo número de pessoas, conforme figuras 13 e 14, abaixo, que mostra a ata de participantes do treinamento do Cardioversor.



Figura 13: Ata de Treinamento 22/02/2021 – Cardioversor

RQ RH - 24  
REGISTRO DA QUALIDADE  
ATA DE TREINAMENTO OU EVENTO

**EBM** Engenharia Médica **TECSAÚDE** Engenharia Hospitalar

<b>Tipo do Evento</b> Treinamento	<b>TEMÁTICA</b> Treinamento de Cardioversor Instrumetado e Monitor Mindray
<b>Realizado por (Setor/Multiplicador):</b> Engenharia Clínica	
<b>Local</b> Centro Cirúrgico da Oftalmologia	<b>Nº OS</b> 202303002
<b>Data e Hora</b> 22/02/2021 15:00hs	<b>Carga Horária Total</b> 30 min

**Observação**  
Realizado por Kallinan Rennon e Thiago Araujo

	Presenças (Nome Completo)	Setor / Unidade	Assinaturas
1	Fátima da Silva Dantas	CC Oftalmologia	Fátima Dantas
2	Celso Melo de Oliveira	CC Oftalmologia	Celso Melo
3	Roselina M. P. S. Duarte	CC Oftalmologia	Roselina Duarte
4	gori Neteo dos Santos	CC Oftalmologia	gori Neteo
5	Regina Samara Eufrazio Santos	CC Oftalmologia	Regina Santos
6	Marcos Gomes de Souza	CC Oftalmologia	Marcos
7	Thiago Araújo Lima	Eng. Clínica	Thiago Araújo Lima
8	Kira Marianne D. Tunger	Eng. Clínica	Kira Tunger
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 14: Ata de Treinamento 25/02/2021 – Cardioversor

RQ RH - 24  
REGISTRO DA QUALIDADE  
ATA DE TREINAMENTO OU EVENTO

**B.M.** Engenharia Médica **TECSAÚDE** Engenharia Hospitalar

<b>Tipo do Evento</b> Treinamento	<b>TEMÁTICA</b> Cardioversor Cardiomax Instramed e Monitor Multiparamétrico DX2020
<b>Realizado por (Setor/Multiplicador):</b> Engenharia Clínica	
<b>Local</b> CDI - 3º Andar	<b>Nº OS</b> 202503076
<b>Data e Hora</b> 25/02/2021 15:00hs	<b>Carga Horária Total</b> 30 min

**Observação**

	Presenças (Nome Completo)	Setor / Unidade	Assinaturas
1	JOÃO EVANGELISTA DA COSTA	FUNÇAS PULMONAR	
2	Helena Pereira de Saade	Função Pulmonar	
3	Thiago Araújo Lima	Eng. Clínica	
4	Kira Marianna D. Tunger	Eng. Clínica	Kira
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fonte: Autoria Própria (2021)

Com essas atas acima, especificadas por setor de treinamento, nota-se que na figura 13 tinham 6 pessoas que não eram do setor de EC e na figura 14 tinham 2 pessoas que eram de um setor diferente. Então fica evidente o número baixo de participação nos treinamentos presenciais.

Por fim, foi feito o POP para o equipamento de alta complexidade, o Aparelho de Anestesia Dixtal 5020, o mesmo foi produzido também durante o período de estágio no HUOL e consta com duas partes. A seguir, estão as figuras 15 e 16, no qual pode ser visto de fato esse procedimento.

Figura 15: POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 – Parte 1

## INSTRUÇÕES DE USO APARELHO DE ANESTESIA DIXTAL 5020

### COMO UTILIZAR O EQUIPAMENTO

- Para ligar o aparelho de anestesia DIXTAL 5020, deve colocar a chave geral, localizada na parte de trás do aparelho, na posição "ligada"; Em sequência deve-se pressionar o botão Liga/Desliga do painel frontal por alguns segundos.
- Ao ligar o aparelho de anestesia, a tela de inicialização aparece, apresentando uma listagem de todos os parâmetros correspondentes a testes automáticos que são feitos para assegurar que o sistema está funcionando corretamente.
  - Durante os testes automáticos, os botões giratórios de ajuste de fluxo do sistema de gases frescos devem estar fechados.
  - Caso algum problema seja identificado na inicialização, o aparelho apresentará instruções na tela sobre o que deve ser feito:
    - [Aviso amarelo] - o teste não obteve sucesso, porém é possível iniciar a ventilação. A precaução deve ser tomada ao utilizar o equipamento nesta situação.
    - [Aviso vermelho] - o teste não obteve sucesso e o equipamento não poderá ser utilizado para ventilação controlada se o problema não for resolvido. Contactar a assistência técnica Dixtal.
- A Estação de Trabalho de Anestesia DX 5020 oferece duas formas de seleção de teclas/funcionalidades e ajustes de parâmetros e alarmes:
  - [Botão Rotacional] - ao girar o Botão Rotacional, o parâmetro/tecla é selecionado, para ajustar o valor basta pressioná-lo; girando o mesmo o valor do parâmetro é alterado; pressione novamente o Botão para confirmar o valor ajustado.
  - [Tela Touch Screen] - para selecionar um parâmetro, toque sobre ele. O campo ficará em destaque; use o Botão Rotacional para alterar e confirmar o valor.
- Para desligar o aparelho de anestesia, deve-se pressionar o botão Liga/Desliga do painel frontal por alguns segundos, depois selecionar "Sim" na mensagem de confirmação de desligamento e por fim colocar a Chave Geral na posição "desligada".

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 16: POP do Aparelho de Anestesia Dixtal 5020 – Parte 2



#### TESTES DE VERIFICAÇÃO



Os procedimentos descritos devem ser executados diariamente, antes da utilização do aparelho. O que oferece a garantia de que o equipamento está funcionando perfeitamente e em estado de prontidão.

**Passo 1:** Verifique se a estação de trabalho de Anestesia DX 5020 está montada com todos os seus componentes e acessórios; verifique se não há algum dano aparente; verifique se a tensão de alimentação da rede elétrica atende aos requisitos; verifique se o sinal luminoso indicador do uso de energia elétrica da rede está aceso.

**Passo 2:** Verificar se o equipamento de ventilação reserva está disponível e funcionando adequadamente.

**Passo 3:** Verificar o sistema de alta pressão.

**Passo 4:** Verificar o sistema respiratório.

**Passo 5:** Verificar os monitores e alarmes.

**Passo 6:** Verificação final do estado da máquina: Substituir o absorvedor de CO<sub>2</sub> se necessário; Vaporizadores devem estar preenchidos e fechados; Cilindros reservas devem estar conectados e com carga; Fluxômetros devem estar marcando fluxo "zero" (válvulas de controle de fluxo fechadas); Verificar se o botão de Oxigênio Direto está funcionando corretamente; Sistema reserva de ventilação está pronto para uso Sistema respiratório atende aos requisitos de higiene.



Se o aparelho de anestesia DX 5020 falhar no teste funcional, contate o suporte urgentemente.



Fonte: Autoria Própria (2021)

No POP visto anteriormente nas figuras 15 e 16, acima, pode-se notar que existe a etapa de instruções de como se deve utilizar o aparelho ensinando passo a passo, e na sua segunda parte consta os testes de verificação que devem ser executados todos os dias para manter o pleno funcionamento do equipamento. Ademais, durante o período do estágio foi executado o treinamento seguindo o POP das figuras 15 e 16 e mais uma vez o número de participantes foi baixo e ainda foi demorado o período de marcação do

treinamento, visto que era marcado e no momento que se chegava para executar o procedimento, o mesmo era remarcado. Após conseguir realizar o treinamento nos dois setores de endoscopia e ultrassonografia. Conforme figuras 17 e 18, abaixo, que são as atas de treinamento.






Figura 17: Ata de Treinamento 30/04/2021 – Setor de Endoscopia

RQ RH - 24  
REGISTRO DA QUALIDADE  
ATA DE TREINAMENTO OU EVENTO

<b>Tipo do Evento</b> Treinamento Aparelho de Anestesia	<b>TEMÁTICA</b> TREINAMENTO APARELHO DE ANESTESIA DIXTAL 5020
<b>Realizado por (Setor/Multiplicador):</b> Engenharia Clínica	
<b>Local</b> Endoscopia	<b>Nº OS</b> 202102437
<b>Data e Hora</b> 30/04/2021 09:00/14:00	<b>Carga Horária Total</b> 00:30 min

**Observação**  
Realizado por Anderson Thiago

	Presenças (Nome Completo)	Setor / Unidade	Assinaturas
1	Shirley Maria de Brito	CDI/EDA	
2	Marcelo Michelini de Souza	2º andar CDI	
3	Jeniffer Aparecida da Silva	CDI/EDA	
4	Thiago Roberto Corrochete	CDI/EDA	
5	Thiago Augusto Lima	Eng. Clínica	
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Página 1 de 1

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 18: Ata de Treinamento 30/04/2021 – Setor de Ultrassonografia

RQ RH - 24  
REGISTRO DA QUALIDADE  
ATA DE TREINAMENTO OU EVENTO

**EM** Engenharia Médica **TECSAÚDE** Engenharia Hospitalar

<b>Tipo do Evento</b> Treinamento Aparelho de Anestesia	<b>TEMÁTICA</b> TREINAMENTO APARELHO DE ANESTESIA DIXTAL 5020
<b>Realizado por (Setor/Multiplicador):</b> Engenharia Clínica	
<b>Local</b> Ultrassonografia	<b>Nº OS</b> 202302436
<b>Data e Hora</b> 30/04/2021	<b>Carga Horária Total</b> 30 min

**Observação**  
Realizado por Alenon e Thiago

	Presenças (Nome Completo)	Setor / Unidade	Assinaturas
1	Carla Patrícia Barbosa	USG	[Assinatura]
2	Thiago Araújo Lima	Eng. Clínica	[Assinatura]
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Página 1 de 1

Fonte: Autoria Própria (2021)

Mais uma vez através das atas de treinamentos, contendo a lista de presença, é possível notar o baixo índice de pessoas participando do evento, no setor de endoscopia tem apenas 4 pessoas e no de ultrassonografia tem apenas 1 pessoa que não é do setor de Engenharia Clínica.

Com as especificações dos POP's e dos treinamentos presenciais executados durante o estágio, percebe-se o quanto é crucial a implementação de um sistema de treinamento totalmente EAD, para aumento do número de participantes e diminuição do fluxo de trabalho no setor de EC.

Seguindo as etapas da metodologia da proposta, nessa parte é necessário elencar as partes importantes do POP e com isso construir o curso de treinamento para aquele

equipamento. A etapa seguinte passa pela migração das informações para o ambiente virtual de aprendizagem que será utilizado, esboçando todas as características do EMH e assim, dimensionando o treinamento para os profissionais que utilizam o aparelho em questão.

Essas duas etapas devem ser construídas de acordo com o AVA que será utilizado, no caso deste trabalho que não é feita nenhuma especificação quanto ao ambiente virtual de aprendizagem que deve ser utilizado, fica evidente que, as duas etapas devem ser executadas em trabalhos futuros de acordo com o AVA escolhido para isso.

## 6. CONCLUSÕES

O trabalho apresentado teve como objetivo propor um módulo educacional para ambientes virtuais de aprendizagem através do Procedimento Operacional Padrão de qualquer equipamento médico hospitalar. Tudo isso com o propósito de reduzir o tempo gasto do setor de Engenharia Clínica na elaboração periódica de treinamentos, diminuindo assim o fluxo de trabalho, ademais também deve aumentar o número de profissionais participantes, visto que os mesmos poderão fazer o curso/treinamento a qualquer momento e não em uma data marcada pelo setor de EC. Logo, isso vai gerar um melhor manuseio dos EMH e também impactar diretamente na taxa de problemas com os equipamentos, visto que a principal causa de problemas é o uso incorreto ou erro operacional e até mesmo mau uso do aparelho.

Com isso, percebe-se que a utilização de uma ferramenta de cursos online de treinamentos de equipamentos médico hospitalares, por meio da utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, será de suma importância para auxílio no setor de EC e ainda vai ajudar a diminuir os problemas dos EMH.

Para trabalhos futuros, deve ser fixado um ambiente virtual de aprendizagem e assim ser dimensionado os cursos de treinamentos dos equipamentos por meio da ferramenta, a fim de implementar o sistema. Tudo isso por meio da migração das informações do POP construindo anteriormente.



## 7. REFERÊNCIAS

ACCE. Clinical Engineer. Disponível em: <https://accenet.org/about/Pages/ClinicalEngineer.aspx>. Acesso em: 03 nov. 2021.

ALBUQUERQUE, Gabriela de Araújo. Avaliação do desempenho do processo de produção de cursos do avasus. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ALMEIDA, ESF; CÁRIA, J. Formação Acadêmica em Engenharia Clínica e o Mercado de Trabalho Brasileiro—Estudo de Caso em Hospitais Gerais de Grande Porte de Belo Horizonte/MG, 2018.

ALVES, M. A. C. Bombas de infusão: operação, funcionalidade e segurança. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

ANTUNES, E. V. et al. A engenharia clínica como estratégia na gestão hospitalar. Gestão da tecnologia biomédica: Tecnovigilância e engenharia clínica, ANVISA, 2002, cap. 4.

ANVISA. Manual para registro de equipamentos médicos na ANVISA. 2010.

BARBOSA, Andréa Teresa Riccio; DE AZEVEDO, F. M. Para auxiliar o treinamento de uso de equipamento eletromédico: um computador. In: IV Latin American Congress on Biomedical Engineering 2007, Bioengineering Solutions for Latin America Health. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 900-903.

BIONET. Manual do operador eletrocardiógrafo Cardiocare 2000. Disponível em: <http://ebionet.com.br/wp-content/uploads/2019/03/Manual-Cardiocare-1.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Equipamentos médico -hospitalares e o gerenciamento da manutenção – Capacitação a distância. Série F. Comunicação e Educação em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2002.

BRITO, L. F. M. Clinical Engineering in Brazil. In: DYRO, J. (Ed.) Clinical Engineering Handbook. 1 ed. Burlingto: Elsevier Academic Press, 2004. Cap. 20, p. 69-72

BRONZINO, J. D. Clinical Engineering: Evolution of a Discipline. In: BRONZINO, J. D. et al. (Ed.) Clinical Engineering. Boca Raton: CRC Press, 2003. Cap. 1, p. 4-12.

CALIL, S.; GOMIDE, E. T. Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção capacitação a distância. Ministério da saúde, secretaria de gestão de investimentos em saúde, 2002.

CALIL, S. Papel do engenheiro hospitalar nas unidades de saúde. v. 7, n. 1, p. 325–30, 1990.

COSTA, Roberto Douglas da; LIMA, Rommel Wladimir de; SILVA, Thiago Reis da. Ferramenta didática para o moodle. Natal: Ifrn Editora, 2015. 149 p.

COOPER, J. B. et al. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. Anesthesiology, v. 49, n. 6, p. 399-406, 1978.

DE LIMA, M. J. Taxonomia dos modos e causas de falhas aplicadas na tecnovigilância de equipamentos médico-hospitalares. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde ISSN: 2236-1103, v. 4, n. 4, p. 32-41, 2011.

DEL SOLAR, João Gabriel Martin. A engenharia clínica brasileira: objetivos, responsabilidades, requisitos. 2017.

DE PAULA, Jéssica MM; MILAGRE, Selma Terezinha. DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO (POPS) PARA OPERAÇÃO DE

EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES. Anual| n. VIII| ISSN 2358-3568, p. 194. 2015.

DE SOUZA ALENCAR, Andréia et al. O Moodle como ferramenta didática. In: Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre. 2011.

DONCHIN, Y. et al. A look into the nature and causes of human errors in the intensive care unit. *Quality and Safety in Health Care*, v. 12, n. 2, p. 143-147, 2003.

DUARTE, Renato Lima. Procedimento operacional padrão. A importância de se padronizar tarefas nas BPLC. Curso de BPLC. Rio Branco/Acre, 2005.

FERNANDES, Ana Cecília Sá et al. SISTEMA DE GERENCIAMENTO WEB PARA ENGENHARIA CLÍNICA: PROPOSTA DE ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO. *Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde-ISSN: 2236-1103*, 2017.

FERREIRA, Sofia Leal. O papel da Engenharia Clínica no processo de acreditação de uma Unidade de Pronto Atendimento. 2021.

FIGUEIREDO, Ellan Pessoa de. Desenvolvimento de um sistema de gestão de equipamentos médico-hospitalares e leitos para estabelecimentos de assistência à saúde. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FURTADO, Victor Hugo Lourenço Acioly. Sistema de gestão de equipamentos médico-hospitalares para central de equipamentos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FREITAS, K. S. de. Um panorama geral sobre a história do ensino a distância. 2005.

LEGOINHA, P.; PAIS, J.; FERNANDES, J. O Moodle e as comunidades virtuais de aprendizagem. 2006.

MATHIAS, C. V.; TONET, L. G. Ambiente Virtual de Aprendizagem. 2011.

MOORE, M.; KEARSLEY, G. Educação a distância: Uma visão integrada. Tradução por Roberto Galman. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA, Vivian Cardoso de Moraes et al. Metodologia de priorização de equipamentos medico-hospitalares em programas de manutenção 67 preventiva. 2004.

PAIVA, M. M. de. As primeiras iniciativas da Teleducação no Brasil: os Projetos SACI e EXERN. Educação em Perspectiva, v. 4, n. 2, 2013.

PEREIRA, A. T. C.; SCHMITT, V.; DIAS, M. R. A. C. Ambientes virtuais de aprendizagem. AVA-Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, p. 23, 2007.

PHILIPS. Sistema de ressonância magnética. Disponível em: <https://www.philips.com.br/healthcare/product/HC781076/multiva-15t-sistema-de-ressonancia-magnetica>. Acesso em: 05 nov. 2021.

RAMÍREZ, E. F. F.; CALIL, S. J. Engenharia Clínica: Parte I - Origens (1942- 1946). Semina: Ci. Exatas, v. 21, n. 4, p. 27–33, 2000.

SANTOS, Joao Francisco Severo. Avaliação no ensino a distância. Revista Iberoamericana de Educación, v. 38, n. 4, p. 6, 2006.

SARAIVA, T. Educação a distância no Brasil: lições da história. Em aberto, v. 16, n. 70, 2008.

SILVA, Robson Santos da. Ambientes virtuais e multiplataformas online na EAD. São Paulo: Novatec, 2015.

SOUZA, Bruno Rafael Goes de. Avaliação sobre o nível de satisfação dos usuários inativos com a plataforma avasus. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOUZA, D. B.; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. Avaliação Econômica da Implantação de um Serviço de Engenharia Clínica em Hospital Público Brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. v. 28, p. 327-336, 2012.

SOUZA, Luan Santos de. Checkapp - sistema móvel para auxiliar os profissionais de campo responsáveis pelas manutenções dos equipamentos médico hospitalares complexos. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SUASSUNA, Alice de Oliveira Barreto. Treinamento em Equipamento Médico-Hospitalar: Do Curso à Avaliação. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

TERRA, Thiago Gomes et al. UMA REVISÃO DOS AVANÇOS DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL. Disciplinarum Scientia, Santa Maria, p. 47-61, 10 ago. 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.unifra.br/index.php/disciplinarumNT/article/viewFile/1340/127> 2. Acesso em: 29 out. 2021.

VIANNA, L. J.; ATAIDE, C. A.; FERREIRA, M. C. EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL: COTIDIANO, PRÁTICA, AVANÇOS E PERSPECTIVAS. Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, v. 8, n. 1, 2015.

VIEIRA, E. A. O.; CUNHA, D. M.; MARTINEZ, M. L. HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL, ALGUMAS PROVOCAÇÕES. Revista Perspectivas em Políticas Públicas, v. 9, n. 2, p. 121-148, 2017

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

WELMY. Balança mecânica antropométrica 104 A. Disponível em: <http://www.welmy.com.br/site/produtos/tipo/3>. Acesso em: 05 nov. 2021.