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

Trabalho de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DO USO DAS BOMBAS DE INFUSÃO EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À REDE EBSERH

WEDSON BARBOSA DA SILVA DIAS

Natal/RN
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DO USO DAS BOMBAS DE INFUSÃO EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À REDE EBSERH

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: Wedson Barbosa da Silva Dias

Orientador: Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis

Natal/RN

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DO USO DAS BOMBAS DE INFUSÃO EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À REDE EBSERH

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis _____

UFRN - Orientador

Prof. Dr. Josué Vítor de Medeiros Júnior _____

UFRN – Avaliador

Eng. Davidson Rogério de Medeiros Florentino _____

HUOL – Avaliador

Natal/RN

2018

DEDICATÓRIA

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes” Isaac Newton.
Tudo isso é fruto dos gigantes nos quais estive apoiado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por tudo que ele tem feito em minha vida através da motivação e da força que me fez levantar todos os dias e saber que iria começar uma nova batalha. À minha avó Rosa e à minha mãe Rosangela por terem sido presentes em todos os momentos da minha vida, sendo sempre o meu alicerce nos momentos em que mais precisei e ao meu Pai Nazareno e sua mulher Netinha, por terem permitido eu morar em sua casa para estudar para o vestibular e conseguir ingressar na UFRN, onde tive que aprender a lavar prato, fazer comida e lavar banheiro e assim não sofri tanto quando fui morar em Natal.

Aos meus padrinhos Odete e Pedro e ao meu tio Dedé, pelo tempo em que permaneci em suas residências até ir para a Residência Universitária, sem isso eu provavelmente não teria conseguido dar continuidade aos meus estudos e a todos os meus outros tios e tias que davam apoio, financeiro ou não, tio Beto, tio Galego, tia Nívia, tio Nildo e tia Natália.

Aos meus amigos do Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Vínicius e Iuri, pois mesmo indo para cursos diferentes, nunca deixamos de ser amigos e de ir para a casa de Vinícius para jogar vídeo game e comer um monte de besteira e aos meus amigos do curso de Engenharia Biomédica Alice, Amauri, Anaíra, Bruno, Edilson, Jéssica, Jubinha, Marcelo, Pedro, Ruana e Victor, pelas brincadeiras, aperreio na entrega dos trabalhos e apresentações de última hora e pelo compartilhamento das respostas das listas, onde só trocávamos as palavras por sinônimos para não ser plágio. Vocês são top das galáxias!! Melhor turma.

Ao meu professor orientador Hélio, por ter aberto as portas para o desenvolvimento desse trabalho e por ter acreditado em mim e ao meu grande amigo Rogério que conheci no início do projeto e que sempre com sua paciência, profissionalismo, experiência e simpatia foi meu guia para eu me espelhar e me tornar uma pessoa melhor e ao professor Josué Vítor por ter me dado atenção e várias dicas sobre o projeto quando este nem tinha se iniciado.

A todos os meus outros mestres que foram responsáveis por essa jornada, os professores Ronai Lisboa, Gustavo Zampier, Simone Batista, Felipe Martel e Custódio Leopoldino e a todos os meus outros amigos que não citei e que torcem por mim em especial aos da Residência Universitária Rafael, Song Jong e Francisco. Ao HUOL e à toda a equipe que dele faz parte, que me ajudou a desenvolver o projeto, Eng. Rafael, Eng. Ícaro, Enfermeira Marina, Wagner, Diógennes e os chefes dos setores do hospital.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA 12

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA 14

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO 15

1.4 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO 15

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO..... 16

2. REFERENCIAL TEÓRICO 18

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA 18

2.2 GESTÃO HOSPITALAR 24

2.3 BOMBAS DE INFUSÃO 27

3. METODOLOGIA 33

3.1 ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL E IDENTIFICAÇÃO DAS DIFICULDADES 34

3.2 PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES 36

3.3 EXECUÇÃO DAS INTERVENÇÕES 36

3.4 ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES 37

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 38

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL 38

4.2 RESULTADOS PÓS INTERVENÇÕES 44

4.3 COMPARAÇÃO PRÉ E PÓS INTERVENÇÕES 47

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 47

5. CONCLUSÕES 49

REFERÊNCIAS 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura e Apresentação do Projeto 17

Figura 2 – Relacionamento com o setor de engenharia clínica. 19

Figura 3 – Ciclo de vida do equipamento.....20

Figura 4 – Organograma da Gerência Administrativa (HUOL) 22

Figura 5 – Estrutura Funcional da EC do HUOL. 22

Figura 6 – Ciclo PDCA 26

Figura 7 – Cronograma do projeto 26

Figura 8 – Sistemas de controle de infusão 27

Figura 9 – Esquema mostrando o funcionamento pelo mecanismo peristáltico utilizado em bombas de infusão volumétricas.....28

Figura 10 – Funcionamento pelo mecanismo peristáltico..... 28

Figura 11 – Esquema mostrando o funcionamento de infusão com seringa 29

Figura 12 – Comparação da evolução da concentração da droga x tempo, a partir do instante se sua administração, para terapias convencional e ideal 29

Figura 13 – Bombas de infusão volumétricas 30

Figura 14 – Bomba de infusão de seringa 31

Figura 15 – Bomba de infusão ambulatorial 32

Figura 16 – Classificação da pesquisa..... 33

Figura 17 – Desenho da pesquisa 34

Figura 18 – Busca no site SOMASUS.....34

Figura 19 – Cronograma do projeto 36

Figura 20 – Modelo de filtro dos defeitos das bombas de infusão 45

Figura 21 – Processo de gestão das bombas de infusão 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resolução, Requisitos e a sua relação com a Engenharia Clínica 24
Tabela 2 – Resumo dos pontos chaves nas entrevistas estruturadas 35
Tabela 3 – Resultado das buscas nas normas 39
Tabela 4 – Verificação das demandas de bombas de infusão do ECI 40
Tabela 5 – Resultados do levantamento dos setores do HUOL 42
Tabela 6 – Resumo das principais dificuldades encontradas 43
Tabela 7 – Levantamento das Ordens de Serviços pré intervenções 44
Tabela 8 – Levantamento das Ordens de Serviços após as intervenções 45

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BI – Bomba de Infusão

EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde

EBSERH – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

EC – Engenharia Clínica

ECI – Edifício Central de Internação

ECRI – Emergency Care Research Institute

EMH – Equipamento Médico-Hospitalar

HUOL – Hospital Universitário Onofre Lopes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MC – Manutenção Corretiva

MP – Manutenção Preventiva

MPd – Manutenção Preditiva

PDCA – Planejar; Executar; Verificar e Agir

PIB – Produto Interno Bruto

RDC – Resolução de Diretoria Colegiada

SOMASUS - Sistema de apoio à elaboração de projetos de investimentos em saúde

SUS – Sistema Único de Saúde

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

DIAS, Wedson Barbosa da Silva. **Avaliação e Monitoramento do Uso das Bombas de Infusão em um Hospital Universitário conveniado à Rede EBSERH.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 48p., 2018.

RESUMO

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) tem como papel fundamental na oferta dos serviços de saúde com qualidade e segurança. Porém, essa tarefa não é tão simples, pois existe a complexidade de se fazer a gestão dos equipamentos médico-hospitalares. Uma das dificuldades encontradas está relacionada à gestão dos equipamentos de bombas de infusão como, os defeitos associados ao erro humano e também na distribuição e controle das mesmas no hospital. Assim, o objeto do estudo é mapear todo o processo de uso das bombas de infusão desde sua aquisição até o uso final, identificando as principais dificuldades, propor melhorias e aplicá-las. Com relação a metodologia, trata-se de pesquisa qualitativa e quantitativa, os procedimentos foram pesquisa bibliográfica e a pesquisa-ação. Assim, foram aplicados treinamentos, buscas em documentos e entrevistas não estruturadas para se fazer uma análise antes e após as intervenções. Como resultados, verificou-se uma redução de 51% em média nos defeitos operacionais e um maior controle na gestão das bombas de infusão, demonstrando ser uma metodologia que podem ser replicadas para outros EAS.

Palavras chaves: Bombas de Infusão; Engenharia Clínica; Gestão Hospitalar.

DIAS, Wedson Barbosa da Silva. **Evaluation and Monitoring the Use of Infusion Pumps in a University Hospital agreed to the EBSERH Network**. Final Project, Biomedical Enginnering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 48p, 2017.

ABSTRACT

The Health Care Facilities (HCF) has a fundamental role in supplying health services with quality and safety. However, this task is not so simple, because there is the complexity of managing medical-hospital equipment. One of the difficulties is related to the management of infusion pump equipment, as well as the defects associated with human error, as well as their distribution and control in the hospital. Thus, the object of the study is to map the whole process of using infusion pumps from their acquisition to end use, identifying the main difficulties, proposing improvements and applying them. Regarding the methodology, it is qualitative and quantitative research; the procedures were bibliographic research and action research. Thus, training, document searches and unstructured interviews were applied to perform an analysis before and after the interventions. As results, there was a 51% reduction in average in the operational defects and a greater control in the management of the infusion pumps, proving to be a methodology that can be replicated to other HCF.

Keywords: Clinical Engineering; Hospital Management; Infusion Pumps.

1. INTRODUÇÃO

1.1. EXPOSIÇÃO DO TEMA

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) possuem grande relevância diante da sociedade, pois trata-se de um local onde além da atenção especial à enfermidades, com diagnóstico, tratamento, reabilitação e atendimento de emergências, esses locais ainda se ocupam com a prevenção, que é o controle de doenças infectocontagiosas, a saúde ocupacional e a promoção à saúde (SPDM, 2015).

Os EAS se beneficiaram largamente com o desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias na área médica a partir da década de 60, propiciados pela eletrônica, permitindo que uma gama maior de Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH) pudessem ser incorporados às rotinas dos EAS, melhorando a segurança dos procedimentos, diagnósticos e garantindo melhoria dos processos (DYRO, 2004). Com a incorporação, os EAS passaram a ter uma dependência da tecnologia para o cumprimento de suas rotinas e atividades, e sendo um diferencial para valorizar qualquer instituição frente as demais.

Assim, os EAS em seu papel de garantir que todos os procedimentos sejam realizados com segurança e com a máxima efetividade, encontra o desafio de manter essas novas tecnologias funcionando adequadamente com equilíbrio sem que haja comprometimento da saúde financeira da instituição.

De acordo com dados de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015, o consumo final de bens e serviços de saúde no Brasil foi de R$ 546 bilhões (9,1% do PIB). Desse total, R$ 231 bilhões (3,9% do PIB) corresponderam a despesas de consumo do governo, na despesa de consumo do governo, o principal item foi a saúde pública, que representou 3,1% em 2015 (IBGE, 2015). Onde grande parte desse dessas despesas estão relacionadas aos EMH nos EAS (SUASSUNA, 2017).

Dessa forma, sabemos que a garantia de uma gestão eficiente e eficaz dos EMH é o sinônimo de uma maior longevidade do EAS, pois estes estabelecimentos dependem diretamente da tecnologia para que exista um serviço de qualidade e produtivo com a garantia da segurança ao paciente como se preconiza as literaturas. No entanto, garantir o controle de um parque tecnológico não é uma tarefa simples e requer ferramentas e

metodologias para a gestão, assim como a colaboração e integração de todas as partes interessadas (ALVES, 2002).

Dentro desse parque tecnológico, se destaca a bomba de infusão pelo amplo uso nos procedimentos médicos. A bomba de infusão é um equipamento que está presente em muitos setores hospitalares, sendo o equipamento destinado a infusão regular do fluxo de líquidos (drogas ou nutrientes) administrados ao paciente sob pressão positiva gerada por uma bomba. Sendo suas principais aplicações a manutenção dos níveis de fluídos aplicados ao corpo em terapias, como infusão controlada de líquidos por via enteral e parenteral, como também na administração de drogas (ANVISA, 2011; ALVES, 2002).

As BI sofreram incorporação de novos mecanismos de segurança para redução de riscos propiciando um salto nos níveis de segurança no uso desses equipamentos nos últimos anos. No entanto, de acordo com os dados do relatório anual do *Emergency Care Research Institute* (ECRI), *Top* 10 *health technology hazards for* 2017 tais mecanismos ainda não foram suficientes para eliminar todos os erros potenciais, pois grande parte dos erros estão associados à falta de conhecimento e aos sinais não observados pela equipe assistencial que a bomba apresenta durante o uso, gerando o manuseio incorreto durante a programação da bomba, podendo causar danos graves ao paciente. O mesmo foi também discutido na edição publicada em 2014, onde mostra que as bombas de infusão são responsáveis pelas principais causas de falhas e complicações médicas em hospitais (ECRI, 2014; 2017).

Em consequência da sua vasta aplicabilidade e diversidade, esses equipamentos apresentam um desafio para a gestão nos hospitais, devido:

- ✓ Os setores hospitalares não possuírem uma quantidade definida de BI;
- ✓ Problemas de usabilidade;
- ✓ Custos elevados;
- ✓ Elevado número de efeitos adversos;
- ✓ Falta de gestão adequada da tecnologia.

Dessa forma, fazer a gestão da tecnologia das bombas de infusão resulta em: garantir a segurança do paciente, aumentar a disponibilidade, colher resultados eficazes na logística de distribuição e armazenamento, como também, garantem a maior eficiência no atendimento das demandas pelo uso do equipamento (SUASSUNA, 2017).

Para o presente estudo foi utilizada bombas de infusão Infusomat® BBraun, que é uma bomba volumétrica, que tem como sistema de bombeamento peristáltico tipo

dedilhamento e detector de gotas por interrupção de feixe infravermelho. Com equipos Eurofix Compact® utilizados em um sistema fechado de infusão.

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em todos os EAS existe a difícil e contínua tarefa de fazer uma boa gestão do seu parque tecnológico. Isso se deve ao fato de que em grande parte a equipe assistencial não possui o conhecimento necessário sobre tais tecnologias e com isso, oportuniza o aparecimento de defeitos, devido ao manuseio inadequado dos equipamentos.

No Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), filiado a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), também se identificam fragilidades e oportunidades de melhorias no processo de gestão da tecnologia das BI. Os equipamentos são adquiridos através de contrato de comodato, que é um tipo de contrato em que ocorre a compra de insumos e teoricamente o empréstimo gratuito dos equipamentos, em um quantitativo definido no edital que norteia o processo de licitação, sendo também estabelecidos nesse certame obrigações para ambas partes, hospital e fornecedor.

Após algumas observações no processo de uso das BI, já foram suficientes para identificar algumas dificuldades e oportunidades de melhorias, são elas:

- ✓ Elevado número de bombas de infusão quebradas;
- ✓ Falta de controle no conserto dos equipamentos;
- ✓ Setores do hospital com um grande número de equipamentos sem uso;
- ✓ Descontentamento da equipe assistencial com o equipamento;
- ✓ Falta de critérios para distribuição nos diversos setores hospitalares;
- ✓ Ausência de informações, como exemplo o quantitativo, que podem qualificar os processos de aquisições (compras).

Dessa forma, pode-se trazer os seguintes questionamentos sobre o desenvolvimento do trabalho.

Qual a quantidade de bombas de infusão que são necessárias para atender as demandas no HUOL?

Quais são as principais oportunidades de melhorias frente as dificuldades identificadas?

1.3. OBJETIVOS DO ESTUDO

1.3.1 Principal

Mapear o ciclo de vida das BI desde sua aquisição até o uso final, identificando as principais dificuldades, propor melhorias e aplicá-las e realizar o dimensionamento das BI presente no hospital.

1.3.2 Secundários

- ✓ Quantificar a necessidade de bombas de infusão por setores de acordo com as normas, complementando com consulta aos colaboradores de acordo com as demandas/necessidades do hospital.
- ✓ Mapear os defeitos apresentados pelas bombas de infusão;
- ✓ Realizar um levantamento das dificuldades enfrentadas com o uso das bombas de infusão e coletar dados para análise no período de um mês.
- ✓ Elaborar e aplicar treinamento para equipe técnica e assistencial, norteado pelas dificuldades identificadas.
- ✓ Medir e avaliar impacto do desempenho das tarefas a partir das melhorias aplicadas.

1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) dispõe de um vasto, complexo e moderno parque tecnológico de equipamentos médicos hospitalares, sendo destacado como um dos EAS mais bem equipados da região Nordeste, o que o faz ser uma referência na assistência, ensino e pesquisa.

No entanto, no mesmo sentido em que o hospital se transforma em um ambiente com um arsenal de tecnologias complexas, a mesma situação ocorre para garantir o gerenciamento das mesmas. Dessa forma, no intuito de reduzir tais dificuldades, é preciso que se desenvolvam metodologias para reduzir os desperdícios e a ausência na gestão dos EMH. Assim, o estudo é justificado pela possibilidade de melhoria e pelos impactos financeiros e social que ele trará para o hospital.

Para o pesquisador, essa pesquisa trará diversos benefícios que impactam nos custos, na gestão dos EMH, na disponibilidade, na segurança e qualidade dos processos. Assim, pode-se dizer que os benefícios trazidos são para:

- ✓ O HUOL, uma vez que identificando a quantidade necessária que supre todas as demandas do hospital, reduzindo o inventário desses equipamentos, trará consigo resultados positivos nos contratos de serviços e gestão da tecnologia;
- ✓ À equipe assistencial, uma vez que grande parte dos defeitos ocorrem devido à falta de conhecimento durante o uso, assim reduzindo os níveis de defeitos do mesmo;
- ✓ Aos pacientes do hospital, através da segurança dos processos e com o aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Para o campo acadêmico, o estudo fornecerá a possibilidade de ampliar conceitos da área de engenharia clínica, pois descreve um processo que pode ser replicado para outros EAS que pretendem solucionar às mesmas dificuldades, uma vez que traz consigo formas de maximizar a disponibilidade e a segurança do equipamento no uso do paciente, a minimizar os custos relacionados às compras e manutenções do equipamento e garantir um maior controle do mesmo.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se divide em 5 (cinco) capítulos. No presente capítulo, está presente a exposição do tema, a definição do problema, os objetivos do estudo, a justificativas do estudo e a estrutura do trabalho. No capítulo 2, encontra-se o referencial teórico como os seguintes tópicos: Gestão Hospitalar, Engenharia Clínica, Central de Equipamentos e Bombas de Infusão. No capítulo 3, encontra-se a metodologia do trabalho, com os tópicos análise do cenário atual, identificação dos gargalos, planejamento das intervenções, execução das intervenções, análise das intervenções, limitações e as propostas futuras. No capítulo 4, aborda os resultados e discussões do trabalho com os tópicos resultados do cenário atual, resultados da intervenção, resultados pós-intervenção e discussão dos resultados e no último capítulo encontra-se a conclusão. A representação do projeto pode ser verificada na figura 1.

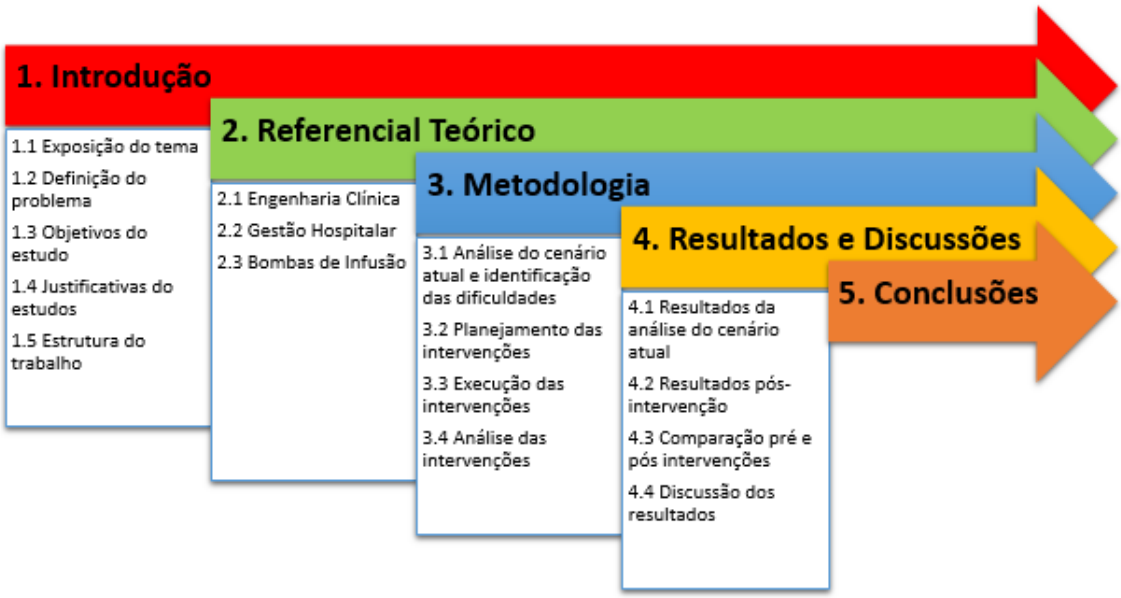

Figura 1 – Estrutura e Apresentação do Projeto

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo busca-se, evidenciar os aspectos teóricos relacionados à pesquisa desenvolvida. Buscou-se uma pesquisa mais aprofundada sobre os temas que envolvem a Engenharia Clínica, Gestão Hospitalar e Bombas de Infusão.

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA

2.1.1 Histórico e Definição

A partir da década de 60, devido ao desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias na área da saúde, a necessidade da gestão do parque tecnológico tem aumentado cada vez mais. Surgindo então o desenvolvimento de uma nova área que realizasse esse trabalho de melhoria da gestão do parque tecnológico, denominada Engenharia Clínica (EC) (ANTUNES et al, 2002).

No Brasil, a EC teve uma defasagem de 30 anos em relação aos Estados Unidos e à Europa e ocorreu devido a necessidade de gerenciar os altos custos de manutenção com os equipamentos médicos, desde então têm se demandado cada vez mais profissionais para atuar nessa área uma vez que os gestores estão percebendo o valor do Engenheiro Clínico para o ambiente hospitalar, além de novas leis que surgiram para regulamentar as suas atribuições (DOMINGOS, 2017; ANTUNES et al, 2004).

Algumas definições surgiram para descrever o papel do Engenheiro Clínico dentro do ambiente hospitalar. De acordo com a definição da Association pour la Coopération et Développement des Structures Sanitaraies “São responsabilidades do Engenheiro Biomédico, dentro do ambiente hospitalar: compra, recebimento dos equipamentos, instalação, formação dos usuários, manutenção preventiva, controle de performance, manutenção corretiva, gestão do inventário”.

2.1.2 Gerenciamento do Parque Tecnológico

a) Atribuição

O Engenheiro Clínico é um profissional que possui características multidisciplinares e transdisciplinares, por estar em constante interação com diversos

setores internos do EAS como, as equipes assistenciais (profissionais de saúde), equipe técnica (técnicos de manutenção em equipamentos médico-hospitalares) e agentes externos ao EAS (vendedores e agentes reguladores) (SOUZA, 2017), essa relação pode ser visualizada na figura 2 como segue.

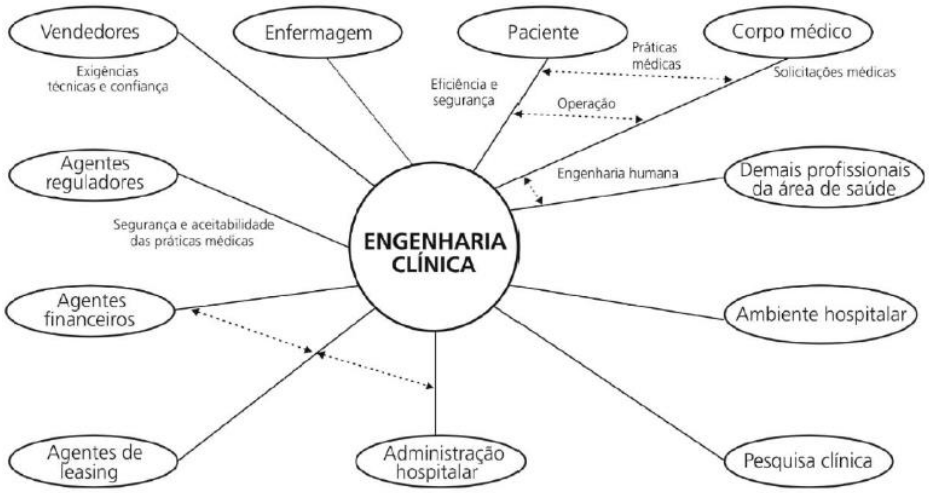

Figura 2 - Relacionamento com o setor de engenharia clínica. Adaptado de (ANTUNES et al., 2002)

Dentro de suas atribuições, encontram-se a incorporação do EMH, que consiste na especificação dos requisitos necessários do equipamento, aquisição que se dá através da compra, análise da estrutura física para instalação do equipamento, treinamento da equipe técnica e assistencial para o uso correto do equipamento; a utilização, que consiste no treinamento contínuo dos colaboradores, nas manutenções corretivas e preventivas para garantir o pleno funcionamento do equipamento no momento em que se necessita, assim como as calibrações dos mesmos e análises dos contratos para possíveis renovações ou não; por último a renovação ou alienação, onde ocorre a substituição do equipamento quando ele não apresenta as condições necessárias para uso adequado e assim, preparar para uma nova incorporação de um novo equipamento, assim o Engenheiro deve garantir que que todo o clico de vida do equipamento seja realizado de forma efetiva a fim de garantir a redução de despesas e a segurança do paciente (ANTUNES, et al., 2002). Todas essas etapas do ciclo de vida do equipamento podem ser visualizadas na figura 3.

Figura 3 – Ciclo de vida do equipamento. Adaptado de (ANTUNES et al., 2002)

b) Manutenção

As manutenções em equipamentos médico-hospitalares possuem diversas formas e características, contudo, todas se assemelham por se tratarem do mesmo objetivo, que é manter e/ou recolocar os equipamentos nas condições desejadas de bom funcionamento (GODOI, 2016). Partindo-se dessa definição básica de manutenção, existem três tipos de manutenção: Manutenção Corretiva (MC), Manutenção Preventiva (MP) e Manutenção Preditiva (MPd).

- Corretiva

Quando um equipamento apresenta algum tipo de falha ou qualquer comportamento fora do esperado, é necessário realizar uma intervenção no mesmo a fim de trazer de volta a sua função, essa intervenção dar-se o nome de manutenção corretiva.

Algumas definições surgiram partindo dessa situação para tornar o entendimento melhor. Segundo Ramirez, Caldas e Santos (2002) é “a manutenção feita para restabelecer um sistema técnico, um bem ou um serviço cujo desempenho tenha sofrido uma queda depois deste ter saído de um estado específico”.

Existem vantagens e desvantagens associadas a esse tipo de manutenção. Segundo Azevedo (2010) as vantagens são: não exige acompanhamento e inspeções periódicas nos sistemas ou equipamentos; a substituição de peças acontece somente no término do seu clico de vida. As desvantagens são diminuição da confiabilidade do equipamento; não é planejada; aumenta o risco de incidentes; reduz a vida útil do equipamento;

possibilita ociosidade de mão de obra devido à paralização do equipamento; paradas inconvenientes e demoradas.

- Preventiva

Para Pinto e Xavier (2001) a Manutenção MP é definida como uma atividade a ser realizada de forma que se possa prevenir ou reduzir a falha ou queda no funcionamento do equipamento, obe decendo a um plano antecipadamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

A MP surgiu com a necessidade de se criar uma forma que pudesse prevenir ou reduzir as falhas (ALBORNOZ, 2000). De acordo com Azevedo (2010) existem algumas vantagens associadas à aplicação desse tipo de manutenção nos EAS, são elas: aumento da confiabilidade/atenuação de falhas; prolongamento da vida útil do equipamento/aumento da disponibilidade; programação da mesma. Já as desvantagens são: maior número de interferências em relação a MC; parada para execução das atividades; troca das peças antes do seu fim da vida útil.

- Preditiva

Segundo Godoi (2016), a manutenção preditiva é definida como sendo um método que se baseia na verificação da situação do equipamento, sendo que para isso é fundamental que os equipamentos sejam periodicamente acompanhados. Nela é realizada a inspeção e o acompanhamento dos parâmetros e das variáveis de desempenho dos equipamentos, a fim de identificar o momento ideal para que haja uma intervenção.

Da mesma forma que as outras manutenções, ela possui suas vantagens e desvantagens. Sendo suas vantagens descritas segundo Godoi (2016): aumento da vida útil dos equipamentos; controle eficaz de peças de reserva; reparos a um custo menor; aumento da produtividade. E as seguintes desvantagens: grande investimento inicial; mão de obra qualificada.

2.1.3 Engenharia Clínica HUOL

A Engenharia Clínica no Hospital Universitário Onofre Lopes faz parte da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar, o qual faz parte da Gerência Administrativa, conforme organograma mostrado na figura 4:

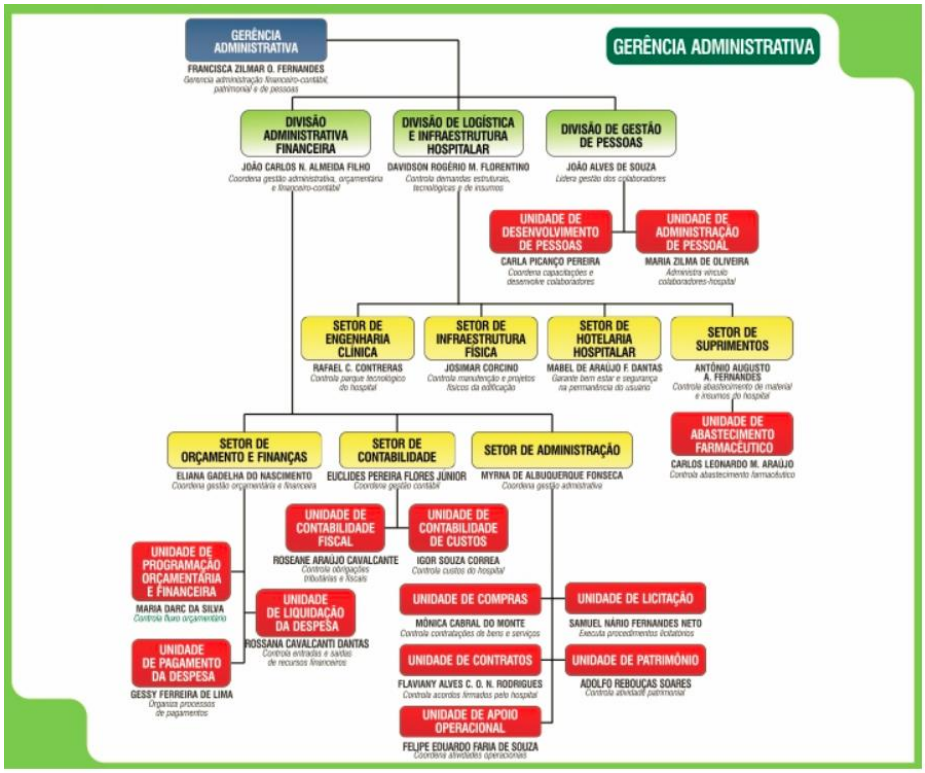

Figura 4 – Organograma da Gerência Administrativa (HUOL)

A estrutura funcional que compõe o setor de Engenharia Clínica do HUOL está subdividida da seguinte forma: Chefia de Engenharia Clínica, Oficina de Manutenção onde ficam os técnicos em equipamentos médicos e a Central de Equipamentos, como mostrado na figura 5 (SOUZA, 2017).

Figura 5 – Estrutura Funcional da EC do HUOL. Adaptado de CONTRERAS, 2015.

2.1.4 Atribuições da Engenharia Clínica no HUOL

Segundo o Plano de Gerenciamento de Equipamentos e Procedimentos Operacionais da Engenharia Clínica definido por Contreras (2015). As atribuições de cada uma das subdivisões do setor são, mas não se limitam a:

a) Chefia do setor de Engenharia Clínica

- ✓ Coordenar os serviços de manutenção relacionados ao EMH
- ✓ Garantir o funcionamento adequado e seguro das instalações físicas e dos equipamentos instalados no hospital
- ✓ Elaborar e garantir o plano de manutenção preventiva nos equipamentos críticos conforme programados

b) Oficina de Engenharia Clínica

- ✓ Executar as manutenções corretivas e preventivas no âmbito da Engenharia Clínica
- ✓ Executar todas as ações de segurança e biossegurança no decorrer das atividades
- ✓ Informar à chefia de Engenharia Clínica os casos em que ocorrerem eventos adversos/quebras por utilização inadequada dos equipamentos

c) Central de Equipamentos

- ✓ Realizar empréstimos de equipamentos disponíveis aos diversos setores solicitados do hospital
- ✓ Executar todas as ações de segurança e biossegurança no decorrer das atividades
- ✓ Informar à chefia de Engenharia Clínica os casos em que seja necessário atendimento técnico especializado

2.1.5 Normas em Engenharia Clínica

Ao longo dos anos várias regulamentações foram surgindo a fim de padronizar os processos e atividades no âmbito da saúde. No Brasil a principal instituição com papel de fiscalização é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), criada pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro 1999, é uma autarquia sob regime especial, que tem sede e foro no Distrito Federal, e está presente em todo o território nacional.

Dentro da Engenharia Clínica, algumas publicações da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC), publicações da ANVISA, estão diretamente relacionadas ao setor, sendo elas RDC Nº 7, de 24 de fevereiro de 2010, RDC Nº 50, de 21 fevereiro de 2002, RDC Nº 2, de 25 de janeiro de 2010. A tabela 1 mostra a relação dessas normas com o setor de EC:

Tabela 1: Resolução, Requisitos e a sua relação com a Engenharia Clínica.

Resolução	Requisitos	Relação
RDC Nº 7, DE 24 DE FEVEREIRO DE 2010	Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências	Planejamento e avaliação dos impactos e das necessidades de instalação dos equipamentos para UTI.
RESOLUÇÃO-RDC Nº 2, DE 25 DE JANEIRO DE 2010	Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde	Planejamento e gerenciamento de todo o parque tecnológico.
RDC Nº 50, DE 21 DE FEVEREIRO DE 2002	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde	Avaliação dos requisitos necessários que envolvem todas as etapas dentro do ciclo de vida dos equipamentos.
RDC Nº 63, DE 25 DE NOVEMBRO DE 2011	Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Saúde	Gerenciamento dos recursos humanos, tecnológicos e processos dentro do EAS.

2.2 GESTÃO HOSPITALAR

O Estabelecimento Assistencial de Saúde, assim como demais organizações, necessita de desenvolver práticas de gestão efetivas para garantir o pleno funcionamento das operações. No entanto, por se tratar de um ambiente de alta complexidade e diversidade das operações, é preciso que se tenha boas ferramentas de gestão, como

também a aplicação de boas práticas de gestão para apoiar esse processo e se tornar mais competitivo. Assim, com o trabalho foi desenvolvido como o apoio das seguintes ferramentas:

2.2.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA também conhecido como ciclo de Deming é uma ferramenta amplamente utilizada no planejamento de atividades de projetos de diversas organizações. Ele tem por princípio tornar os processos mais claros durante a execução das atividades, dividindo-se em quatro passos principais. O PDCA pode ser aplicado em qualquer organização como forma de garantia de melhoria contínua e assim, garantindo o sucesso nos projetos (DEMING, 1982). Ele possui quatro fases sendo cada uma delas definidas da seguinte forma segundo Campos (2004):

- ✓ 1ª Fase: Plan (Planejamento): Compreende na identificação do problema, análise do fenômeno, análise do processo e plano de ação.
- ✓ 2ª Fase: Do (Execução): Esta fase tem como objetivo executar o plano feito de forma a bloquear as causas fundamentais.
- ✓ 3ª Fase: Check (Verificação): Esta fase tem como objetivo verificar se o bloqueio às causas a partir do plano realizado foi efetivo ou não.
- ✓ 4ª Fase: Act (Ação): Esta fase é realizada a fim de prevenir contra o reaparecimento do problema e recapitular todo o processo de solução do problema.

Cada uma dessas fases está representada como segue na figura 6.

Tabela 9.2: Método de Solução de Problemas.

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	ANÁLISE DO FENÔMENO	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista. Desdobrar o problema em problemas menores que podem ser mais facilmente resolvidos.
	3	ANÁLISE DO PROCESSO	Descobrir as causas fundamentais de cada problema menor.
	4	PLANO DE AÇÃO	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais de cada problema menor.
D	5	EXECUÇÃO	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	VERIFICAÇÃO	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	N ? S	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
A	7	PADRONIZAÇÃO	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	CONCLUSÃO	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalhos futuros.

* Ver detalhamento deste método no Anexo E.

Figura 6 - Ciclo PDCA (CAMPOS, 2004).

2.2.2 Gerenciamento do Projeto

O tempo de execução das atividades do projeto é gerenciado através do cumprimento das entregas dos pacotes de trabalho nos prazos propostos. Para isso, utilizar uma ferramenta de gestão das atividades para identificação do cronograma é de extrema importância.

No presente trabalho, foi utilizado o software livre ProjectLibreTM para realizar o registro das atividades e acompanhamento do cronograma do projeto.

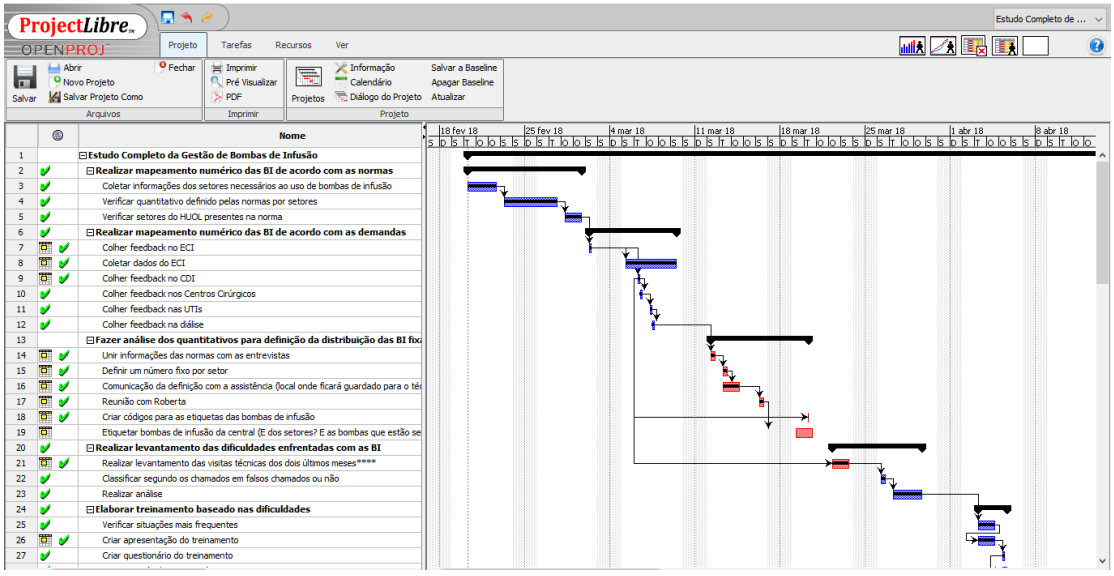

Figura 7 – Cronograma do projeto

2.3 BOMBAS DE INFUSÃO

Um sistema de infusão consiste tipicamente, de três componentes: um reservatório de fluido, um dispositivo (equipo) que transporta o líquido do reservatório para o paciente e um dispositivo para regular ou gerar o fluxo. Esse sistema pode ser composto de três formas, o que utiliza controle manual de fluxo, que é o mais simples de todos; o que utiliza um controlador de infusão (automático ou semiautomático) para estabelecer o fluxo determinado pelo operador; e a bomba de infusão, que gera, monitora e controla o fluxo (CALIL, 2002). A figura 8 a seguir ilustra os sistemas de controle de infusão usados nos estabelecimentos assistenciais de saúde.

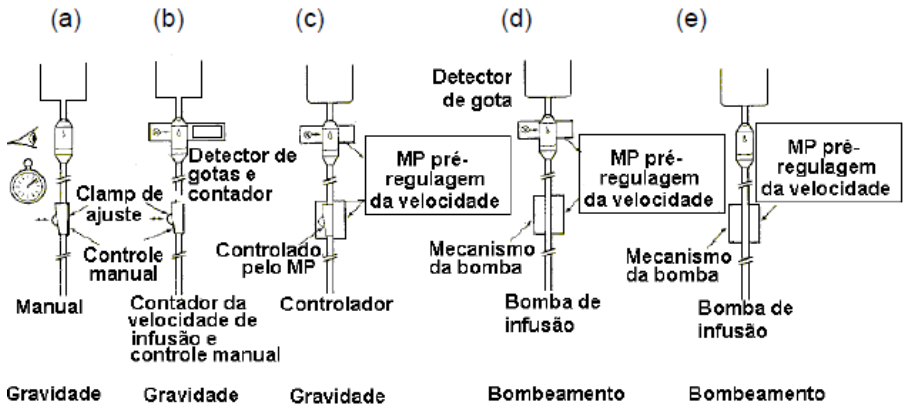

Figura 8 - Sistemas de controle de infusão: (a) controle manual, (b) controle manual com detector de gotas, (c) controle ajustado através de microprocessador, (d) controle ajustado através do microprocessador utilizando sensor detector de gotas com ajuste no mecanismo da bomba e (e) controle através do microprocessador com ajuste no mecanismo da bomba. (MOYLE & DAVEY, 2000).

2.3.1 Mecanismos de Infusão

a) Peristáltico

No sistema peristáltico, o equipo é ritmicamente comprimido por uma série de roletes rotatórios ou por uma série de pulsos, conforme mostrado na figura 9. Um microcontrolador é usado para controlar o motor de passo que direciona esses mecanismos. (ALVES, 2002).

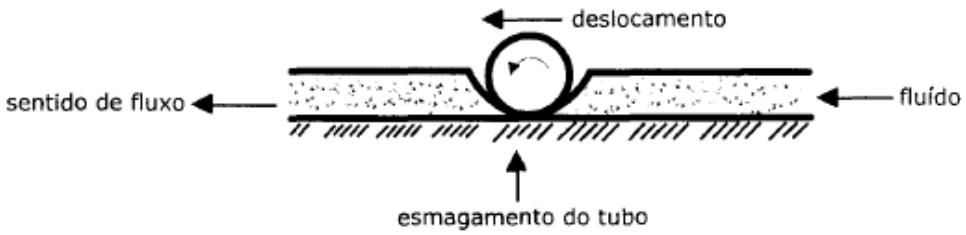

Figura 9 – Esquema mostrando o funcionamento pelo mecanismo peristáltico utilizado em bombas de infusão volumétricas (CALIL, 2002)

O mecanismo de infusão peristáltico pode ser feito de duas formas: rotativo e linear. O rotativo é composto por um rotor que pressiona pequenos rolos contra um tubo flexível, onde o fluxo é estabelecido de acordo com o grau de esmagamento no tubo e o motor de passos é responsável pela rotação do conjunto. Já o mecanismo peristáltico linear é composto por uma série de hastes, que pressionam o equipo contra um batente. Um movimento ondulatório é gerado por um fuso (rosca sem fim) deslocando o fluido através da compressão aplicada ao tubo (equipo) em posições consecutivas (CALIL, 2002).

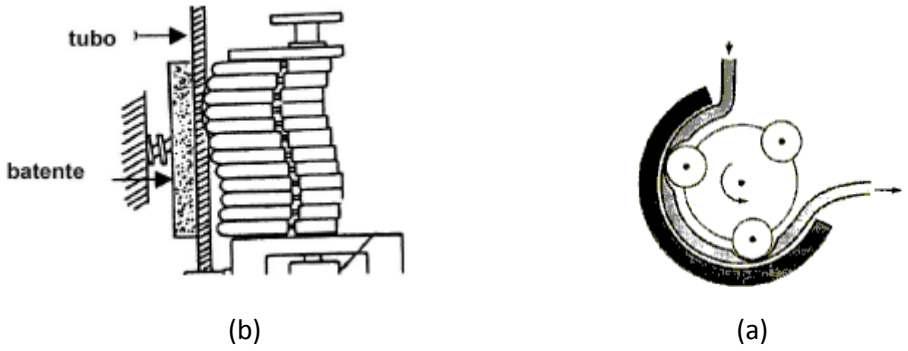

Figura 10 – Funcionamento pelo mecanismo peristáltico (a) peristáltico linear e (b) peristáltico rotativo (MOYLE & DAVEY, 2000)

b) Seringa

No mecanismo de infusão com seringa ou bomba de seringa utiliza-se uma seringa como um reservatório da droga, esses equipamentos garantem um fluxo constante para pequenos volumes de medicamentos (menores que 100 ml), dessa forma, são muito utilizadas para aplicações pediátricas e terapia intensiva (CALIL, 2002).

Neste mecanismo, a rotação do motor de passo é transmitida a um fuso (rosca sem fim) que empurra o êmbolo da seringa. É comum, nestes mecanismos, a utilização de

um sistema com molas ou gás para empurrar o êmbolo da seringa com força constante, produzindo uma pressão de infusão constante (SILVA JR, 2004).

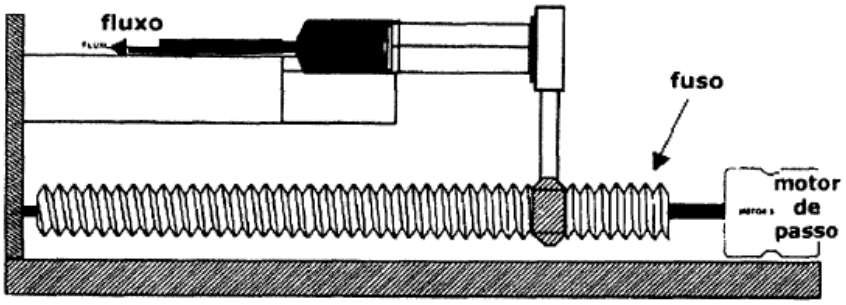

Figura 11 - Esquema mostrando o funcionamento de infusão com seringa (SILVA JR, 2004)

2.3.2 Funcionamento

O gráfico abaixo ilustra o funcionamento da administração de drogas, onde mostra que durante a injeção, existem flutuações ao longo do tempo da concentração da droga. Para reduzir as flutuações, é preciso aplicar a infusão contínua com uma taxa de infusão correta, do contrário poderá cair na região tóxica (excesso de medicamento) ou a região não efetiva (carência de medicamento) (CALIL; GOMIDE, 2002).

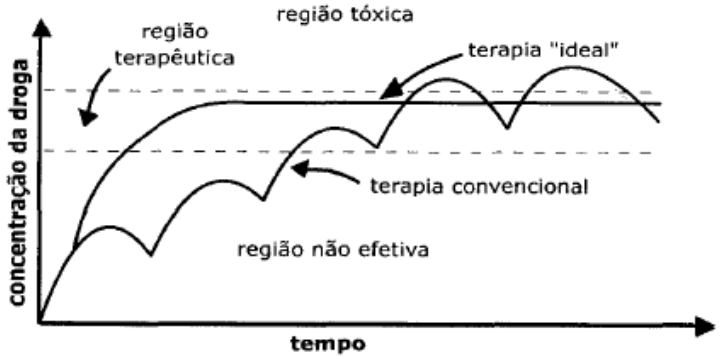

Figura 12: Comparação da evolução da concentração da droga x tempo, a partir do instante se sua administração, para terapias convencional e ideal - (CALIL; GOMIDE, 2002)

2.3.3 Tipos de Bombas de Infusão

Nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde são utilizados três tipos de bombas de infusão, sendo elas: bombas de infusão volumétrica, bombas de seringa e bombas de infusão ambulatorial (ALVES, 2002).

a) Bomba de Infusão Volumétrica

Segundo a ABNT (1999), a bomba de infusão volumétrica é uma bomba na qual a vazão é selecionada pelo operador e indicada pelo equipamento em volume por unidade de tempo. O mecanismo de infusão nesse tipo de equipamento pode ser peristáltico rotativo ou linear, como citado anteriormente (SUASSUNA, 2017).

As bombas de infusão volumétricas são utilizadas em situações que exigem pequenos ou grandes volumes de infusão de drogas, com taxas que variam de 0,1 a 2000ml/h e administram volumes de até 2000ml (DAVIS, 2018).

Por essas características, elas têm se mostrado eficazes em unidades neonatais, pediátricas e em unidades de cuidado intensivo de adultos, pois são indicadas altas doses de drogas potentes ou por existirem infusões críticas de pequenos volumes (PHILLIPS, 2001).

(a) (b)

Figura 13 – Bombas de infusão volumétricas (a) Bomba de infusão volumétrica peristáltica rotativa e (b) Bomba de infusão volumétrica peristáltica linear (Samtronic)

b) Bomba de Seringa

A bomba de seringa é um equipamento destinado para infusão de líquidos administrados ao paciente de forma controlada por meio de ação simples de uma ou mais seringas ou de um reservatório similar no qual a vazão é selecionada pelo operador e indicada pelo equipamento em volume por unidade de tempo (ABNT 1999).

Figura 14 – Bomba de infusão de seringa (Samtronic)

As bombas de seringa são muito indicadas em unidades neonatais e de terapia intensiva, pois elas possuem uma grande exatidão, um fluxo contínuo para pequenos volumes de até 100 ml e taxas de infusão que variam de 0,1 a 99,9 ml/h. Elas também são mais precisas e possuem um maior controle do que a bombas de infusão volumétrica e assim garantem uma maior segurança para o paciente (ECRI, 2001; DAVIS, 2003).

c) Bomba de Infusão Ambulatorial

A bomba de infusão ambulatorial é um equipamento destinado à infusão controlada de líquidos administrados ao paciente por meio de uma sequência programada de vazões (ABNT, 1999).

Elas utilizam o mesmo mecanismo de infusão das bombas de seringa (ALVES, 2002) e existem cinco tipos de bombas de infusão ambulatoriais:

- ✓ Tipo I: somente fluxo contínuo de infusão,
- ✓ Tipo II: somente fluxo não-contínuo,
- ✓ Tipo III: administração discreta de bolus,
- ✓ Tipo IV: fluxo contínuo com administração de bolus ou uma combinação do Tipo I e Tipo II,
- ✓ Tipo V: bomba de perfil de fluxo programável.

Figura 15 – Bomba de infusão ambulatorial (CAAD-Legacy)

Por possuírem dimensões bastantes reduzidas, as bombas de infusão ambulatoriais permitem que o equipamento seja levado pelo paciente e assim realizar o tratamento em sua própria residência (JÚNIOR, 2004).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa. De forma sintética, a figura abaixo representa as abordagens adotadas neste estudo, representada pelas áreas pontilhadas, já as áreas com contorno linear e completo, não fazem parte do escopo do projeto. Assim, a pesquisa se classifica quanto à finalidade como aplicada, quanto à abordagem como quali-quantitativa, quanto aos objetivos como exploratória e descritiva e quanto aos procedimentos como bibliográfica e pesquisa-ação.

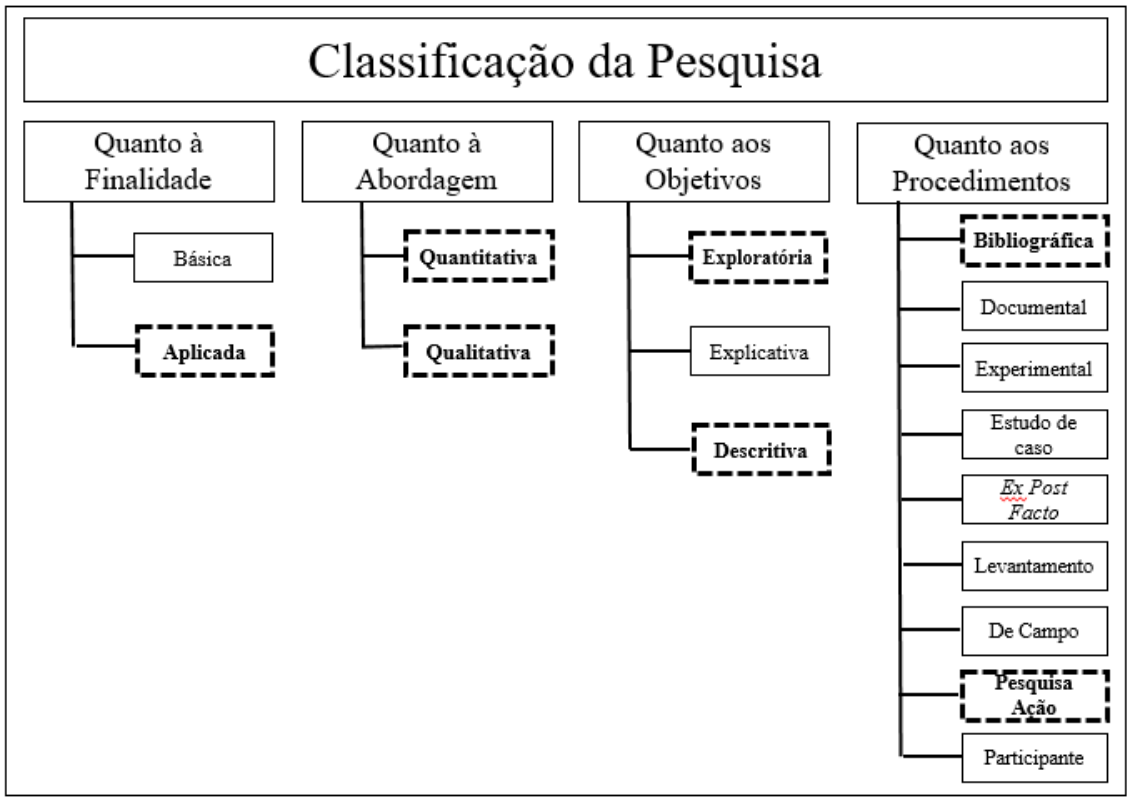

Figura 16 - Classificação da pesquisa

Sendo assim, no desenho da pesquisa foram realizadas algumas etapas de planejamento, execução, verificação dos resultados e uma ação. As etapas estão descritas como análise do cenário atual e identificação das dificuldades, planejamento das intervenções, execução das intervenções, análise das intervenções através dos resultados obtidos e padronização dos processos. O presente estudo foi realizado no setor de Engenharia Clínica do HUOL no período de janeiro a julho, utilizando o software ProjectLibre para gestão do projeto e tendo como equipamento de análise a BI volumétrica.

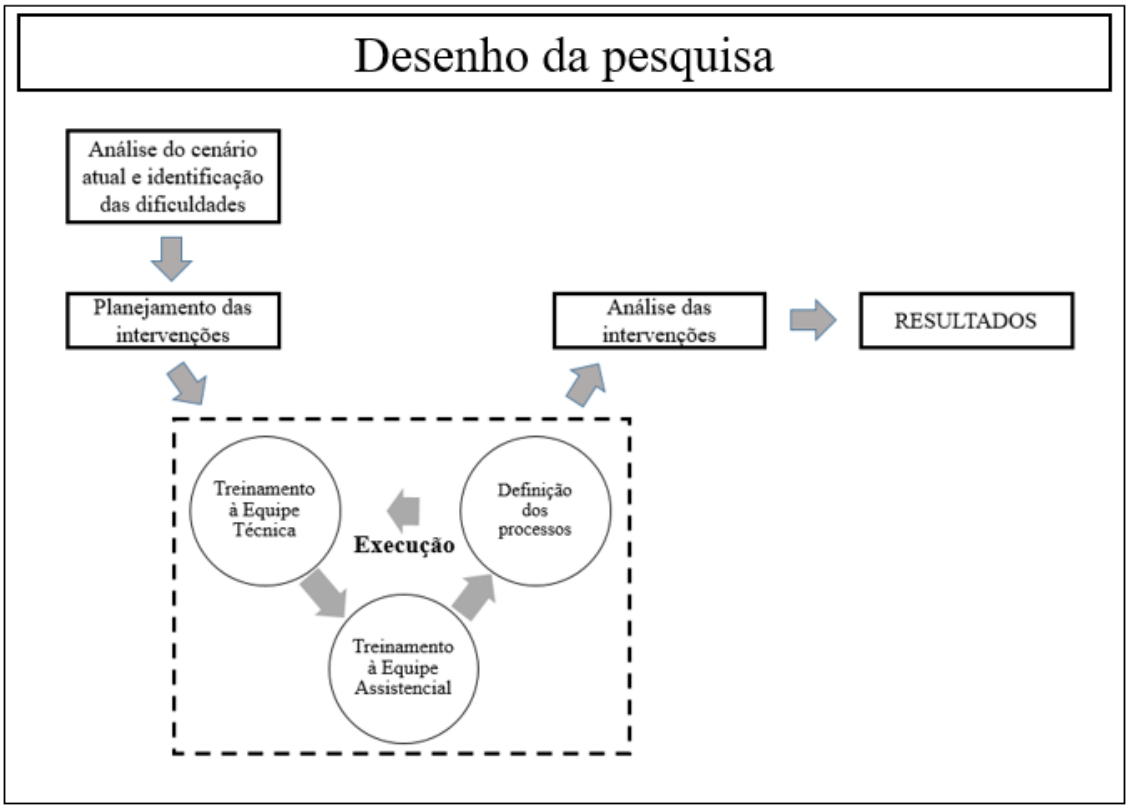

Figura 17 – Desenho da pesquisa

3.1 ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL E IDENTIFICAÇÃO DAS DIFICULDADES

Nessa etapa, busca-se identificar qual o panorama no qual se encontra o hospital em relação à gestão das bombas de infusão. Para tanto, foi preciso consultar alguns materiais para realizar a pesquisa como a busca na página SOMASUS e RDC Nº 07 de 24 de fevereiro de 2010, acompanhar os processos e realizar entrevistas não estruturadas.

Figura 18 – Busca no site SOMASUS (http://somasus.saude.gov.br/somasus/redirect!tamanhoTela.action)

No site SOMASUS, foi realizada uma pesquisa por atribuição e uma pesquisa por equipamentos, como indicado na figura 18, para se fazer um levantamento dos setores que usam a bomba de infusão como equipamento para o apoio às equipes assistenciais. A partir disso, foi feita uma comparação com os setores do HUOL para identificar quais destes contemplavam a norma. Alguns setores que não puderam ser identificados dentro do SOMASUS, como a Unidade de Terapia Intensiva (UTI), puderam ser complementados pelas RDC Nº 07 de 24 de fevereiro de 2010, que dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências.

As atividades para identificar os processos do cenário atual consistiram em realizar observações das rotinas dos processos de uso das bombas de infusão, através do acompanhamento dos chamados solicitados como também entrevistas não estruturadas com todos os envolvidos no processo. As principais atividades encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 - Resumo dos pontos chaves nas entrevistas estruturadas.

Público alvo da entrevista	Objetivos da entrevista
Técnicos da Central de Equipamentos	Identificar inconformidades no processo e entender como são feitas as execuções das solicitações.
Técnicos da fabricante	Identificar como são realizadas as manutenções para saber os erros mais frequentes e conhecer quais erros poderiam ser corrigidos pela equipe técnica da Central de Equipamentos, pela equipe da assistência e pelo técnico da fabricante.
Engenheiros	Conhecer o processo de solicitação do chamado para manutenção nas BI, processo de distribuição e controle das mesmas e conhecimento sobre os seus defeitos frequentes.
Equipe da Assistência	Identificar o quantitativo de bombas de infusão presentes no setor e se essas atendiam as necessidades ou não.

Além disso, foi feita uma verificação dos históricos dos chamados de manutenção que foram executados nos meses de janeiro a abril com o objetivo de identificar quais foram os erros mais frequentes, a taxa de falsos chamados, que são erros que ocorrem devido à falta de conhecimento no uso do equipamento e o quantitativo de BI de que foram feitas a manutenção dentro do mês recorrente.

3.2 PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES

Na etapa de planejamento busca-se traçar um plano para reduzir as dificuldades encontradas no processo e trazer as melhorias. Para isso, foi realizado o planejamento de todas as etapas que iriam compor o projeto: as entregas e atividades, os prazos, os recursos envolvidos (humanos e físicos) e o sequenciamento das atividades. A ferramenta utilizada para realizar o acompanhamento das atividades foi *ProjectLibre*$_{TM}$ como mostra na figura 19:

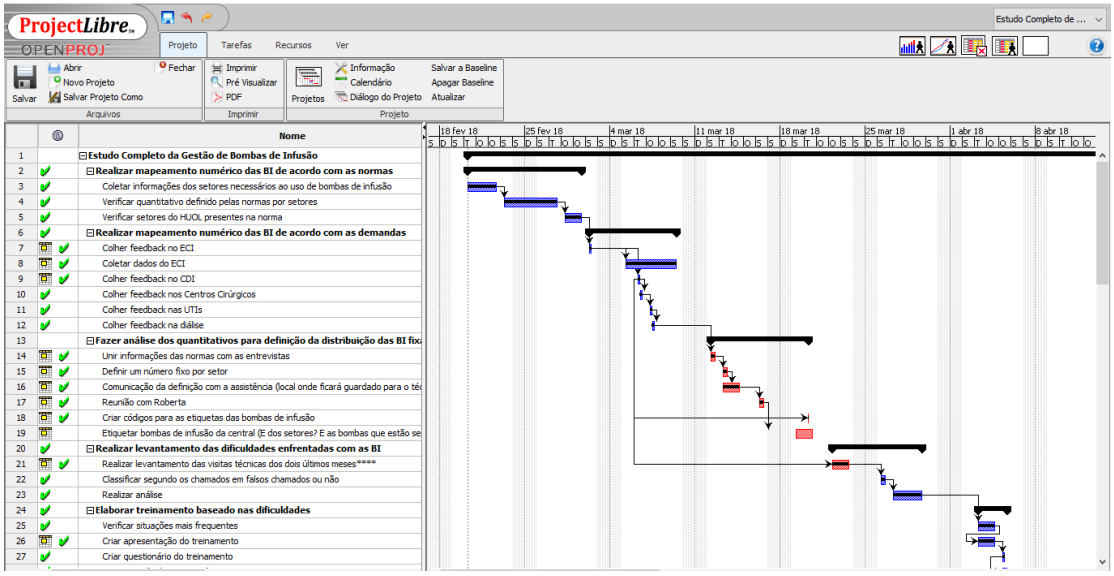

Figura 19 - Cronograma do projeto.

3.3 EXECUÇÃO DAS INTERVENÇÕES

A partir do planejamento das intervenções, as ações puderam ser desenvolvidas para reduzir as dificuldades de gestão dos EMH. Essas ações consistiram em:

- ✓ Aplicação de treinamento técnico com a equipe técnica da Central de Equipamentos;
- ✓ Aplicação de treinamento operacional com a equipe assistencial do hospital;
- ✓ Definição dos processos de gestão das bombas de infusão.

Nas etapas de treinamentos foram utilizados materiais para conhecimento teórico, pequeno livro de bolso e um guia com instruções rápidas para a equipe técnica e a equipe assistencial, e prático, bombas de infusão do hospital e seus insumos. O treinamento técnico foi realizado na oficina de manutenção da Engenharia Clínica e o treinamento da equipe assistencial foi feito para todos os setores que usam o

equipamento em uma única sala específica distribuídos em 3 dias e em 5 horários diferentes.

3.4 ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES

Essa etapa consistiu em realizar as análises a partir cenário antes e após as intervenções. Dessa forma, foram analisados os treinamentos aplicados, os processos para reduzir os desperdícios e aumentar a disponibilidade dos equipamentos. Foi levantado os dados nos meses de junho a setembro para verificar os impactos das intervenções.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão discutidos os resultados da análise do cenário atual (pré-intervenções), resultados pós intervenções e comparação pré e pós intervenções.

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL

Com a buscas nas normas, foi possível fazer um levantamento todos setores que utilizam as bombas de infusão e assim fazer uma comparação com os setores que se encontram no HUOL. O resultado se encontra na tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Resultado das buscas nas normas

Atribuição	Centros	Sigla	Ambientes relacionados ao equipamento - Bomba de Infusão Volumétrica (E082)	Quantidade mínima de Bombas
Apoio ao diagnóstico e terapia	Centro Cirúrgico e Obstétrico	CCO03	Área de indução anestésica - **Centro Cirúrgico**	2 a cada dois leitos (macas)
		CCO05	Sala pequena de cirurgia (oftalmologia, endoscopia, otorrinolaringologia, etc.) - **Centro Cirúrgico**	2 por leito (maca)
		CCO06	Sala média de cirurgia (geral) - **Centro Cirúrgico**	2 por leito (maca)
		CCO07	Sala grande de cirurgia (ortopedia, neurologia, cardiologia, etc.) - **Centro Cirúrgico**	4 por leito (maca)
		CCO11	Área de recuperação pós-anestésica - **Centro Cirúrgico**	1 a cada dois leitos (macas)
	Hemoterapia	HEM16	Sala de transfusão	4 a cada 3 leitos
	Medicina Nuclear	MNU03	Box para coleta de material - Medicina Nuclear	1 por leito
	Quimioterapia	QUI02	Sala de aplicação de quimioterápicos	8 a cada 3 leitos (macas)
	Imagem	IMG37	Área para atendimentos de emergências - Ressonância Magnética	2 por leito
	Diálise	DIA03	Sala de recuperação de pacientes - Diálise	1 por leito (maca)
Atendimento Imediato	Emergência e Urgência	EME12	Sala de observação	1 a cada 3 leitos
		EME13	Posto de enfermagem e serviços - Atendimento Imediato	
		EME17	Sala coletiva de observação de pediatria	2 a cada leito
		EME18	Salas coletivas de observação de adulto masculina e feminina	2 a cada 3 leitos
		EME21	Sala de emergências (politraumatismo, parada cardíaca, etc)	1 a cada 2 leitos
		EME23	Sala de Urgência - UPA	4 a cada 2 leitos
		EME30	Posto de enfermagem e serviços - UPA	1 por sala
Internação	**Internação Geral**	INT21	Berçário de cuidados intermediários - Internação de recém-nascido	
		INT22	Berçário de cuidados intensivos - Internação de recém-nascido	
RDC Nº 07 de 24 de fevereiro de 2010			UTI Adulto	4, com reserva operacional de 1 para cada 3 leitos
			UTI Pediátrica	4, com reserva operacional de 1 para cada 3 leitos

Em seguida, foi preciso fazer um levantamento de todos os setores do hospital que fazem uso das bombas de infusão. Indicando a sua quantidade segundo as normas. Existiram algumas limitações da pesquisa nesse sentido, pois alguns setores do hospital não estão presentes nas normas e para isso, foi necessário realizar um levantamento in loco no setor para se identificar a quantidade que poderia atende-lo, como foi o caso do Edifício Central de Internação (ECI), onde foi coletado dados em um período de uma semana para descobrir essa quantidade, como mostra na tabela 4.

Tabela 4 - Verificação das demandas de bombas de infusão do ECI.

Leitos Ocupados										
Setor	Leitos Ativos	Sala de Procedimento	Dia 1 (05/03)	Dia 2 (06/03)	Dia 3 (07/03)	Dia 4 (08/03)	Dia 5 (09/03)	Média de ocupação	Arredondado	Taxa média de ocupação
ECI 2 subsolo - Neurologia e Saúde Mental	32	1	26	24	21	22	22	23	23	71,88%
ECI 1 subsolo - Pediatria	31	1	22	22	23	23	24	22,8	23	74,19%
ECI térreo - Clínica Cirúrgica	31	1	22	25	24	28	20	23,8	24	77,42%
ECI 1 andar - Clínica Médica	32	1	26	27	27	26	25	26,2	27	84,38%
ECI 2 andar - Desativado	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
ECI 3 andar - Oncologia	26	1	22	24	26	25	21	23,6	24	92,31%
ECI 3 andar - Unacon	12	0	5	4	4	3	3	3,8	4	33,33%
ECI 4 andar - Cardiologia	32	1	31	26	30	32	30	29,8	30	93,75%
ECI 5 andar - Transplante e Urologia	32	1	25	27	28	29	28	27,4	28	87,50%

Quantidade de Bombas de Infusão Volumétricas										
Setor	Quantidade sugerida	Sala de Procedimento	Dia 1 (05/03)	Dia 2 (06/03)	Dia 3 (07/03)	Dia 4 (08/03)	Dia 5 (09/03)	Quantidade média de BI	Arredondado	Taxa de distanciamentodo valor medido
ECI 2 subsolo - Neurologia e Saúde Mental	16	1	6	5	7	8	10	7,2	8	50,00%
ECI 1 subsolo - Pediatria	40	1	9	10	8	12	16	11	11	72,50%
ECI térreo - Clínica Cirúrgica	13	1	7	7	6	8	9	7,4	8	38,46%
ECI 1 andar - Clínica Médica	13	1	9	6	7	7	8	7,4	8	38,46%
ECI 2 andar - Desativado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
ECI 3 andar - Oncologia	22	1	15	15	15	12	17	14,8	15	31,82%
ECI 3 andar - Unacon	10	0	5	3	3	2	4	3,4	4	60,00%
ECI 4 andar - Cardiologia	14	1	11	3	5	2	4	5	5	64,29%
ECI 5 andar - Transplante e Urologia	13	1	5	5	3	5	6	4,8	5	61,54%
TOTAL	141	7	67	54	54	56	74	61	64	54,61%

Além disso, alguns setores tiveram que ser considerados dentro do parâmetro dado na norma, através de uma analogia segundo as suas demandas, como por exemplo, “Hemodinâmica pré e pós operatório” não está presente nas normas, mas foi considerado que ela se enquadra em “Sala de recuperação pós anestésica”.

Com isso e a partir da quantidade leitos ativos no HUOL, foi definida a quantidade total segundo às normas que poderiam atender o hospital e assim ter uma base para realizar a entrevista não estruturada. Essa etapa consistiu em identificar se o quantitativo de bombas de infusão usado no hospital atenderia a demanda e dessa forma, realizar o dimensionamento das BI no hospital realizando através dos seguintes questionamentos para os chefes de cada setor do HUOL:

- ✓ A quantidade de bombas de infusão segundo as normas é suficiente?
- ✓ A quantidade de bombas de infusão presente no setor atende as necessidades?
- ✓ Se não, qual a quantidade que você imagina?
- ✓ Qual a frequência de uso de bombas no setor?

A partir dessa análise, foi definida a proporção de bombas de infusão por setores como mostrado na tabela 5 e a quantidade real total presente para cada setor, totalizando 239 bombas de infusão para o hospital. É interessante notar que o hospital apresenta hoje um contrato de 450 bombas de infusão com a fabricante. Sendo então, esse número, muito superior às necessidades reais do hospital.

Tabela 5 - Resultados do levantamento dos setores do HUOL

Setores do HUOL	Quantidade segundo as normas	Quantidade de leitos ativos	Quantidade total segundo as normas	Quantidade segundo análise	Quantidade real total do Hospital
CDI (1 andar - Ecocardiograma)	-	2	-	1 por leito	2
CDI (1 andar - Hemodinâmica) - Sala de Procedimentos	-	1	-	3 por leito	3
CDI (1 andar - Hemodinâmica) - Pré e Pós Operatório	1 a cada dois leitos	16	8	3 a cada 8 leitos	6
CDI (2 andar - Endoscopia e Colonoscopia) - Salas de Exames	-	4	-	2 a cada 19 leitos	2
CDI (2 andar - Endoscopia e Colonoscopia) - Sala de recuperação	-	8			
CDI (2 andar - Ultrassonografia, Eletroencéfalo e Eletroneuro) - Salas de exames	-	7	-		
CDI (3 andar - Pulsoterapia/Central de Infusão de Medicamentos)	-	6	-	4 a cada 3 leitos	8
CDI (Térreo - Tomografia e Ressonância)	2 por leito	8	10	1 a cada 2 leitos, reserva de 1 a cada 3 leitos	6
Centro Cirúrgico (Geral) - Sala Recuperação Pós Anestésica	1 a cada dois leitos	6	3	1 a cada 3 leitos	2
Centro Cirúrgico (Geral) - Salas Cirúrgicas	4 por leito	7	28	5 a cada 7 leitos	20
Centro Cirúrgico (Geral) - Salas de Indução Anestésica	2 a cada dois leitos	0	0	0	0
Centro Cirúrgico (Oftalmologia) - Salas Cirúrgicas	2 por leito	3	4	1 a cada 3 leitos	1
Centro Cirúrgico (Oftalmologia) - Sala de recuperação	1 a cada 2 leitos	1	1	0	0
Diálise	1 por leito	4	4	1 por leito	4
ECI 2 subsolo - Neurologia e Saúde Mental	-	32	-	13 a cada 32 leitos	8
ECI 1 subsolo - Pediatria	-	31	-		11
ECI térreo - Clínica Cirúrgica	-	32	-		8
ECI 1 andar - Clínica Médica	-	32	-	1 a cada dois leitos	8
ECI 2 andar - Desativado	-	22	-	11 a cada 16 leitos	0
ECI 3 andar - Oncologia		10			15
ECI 3 andar - Unacon	-	32	-	7 a cada 16 leitos	4
ECI 4 andar - Cardiologia	-	32	-	13 a cada 32 leitos	5
ECI 5 andar - Transplante e Urologia	-	31	-	13 a cada 32 leitos	5
Sala de Infusão (Pediatria)	-	6	-	1 por leito, com reserva de 1 para cada 6 leitos	7
UTI Adulta	4, com reserva de 1 para cada 3 leitos	19	83	4 por leito com reverva de 2 para cada 3 leitos	90
UTI Pediátrica	4, com reserva de 1 para cada 3 leitos	5	22	3 por leito, reserva de 1 para cada 3 leitos	17
TOTAL		357	163		239
QUANTIDADE PRESENTE NO HUOL					450
QUANTIDADE PARA ESTOQUE NA CENTRAL					211

Foram realizadas entrevistas não estruturadas também com os engenheiros e técnicos do setor de Engenharia Clínica e acompanhamento dos processos para entender como estes funcionavam. Foram realizados alguns questionamentos que consistiram basicamente em:

- ✓ Como funciona o processo de empréstimo e devolução das bombas de infusão?
- ✓ Quais os setores que mais solicitam as bombas de infusão?
- ✓ Qual o critério para distribuição das bombas de infusão?
- ✓ Qual o critério utilizado para solicitar a manutenção das bombas de infusão?

A partir dessa análise, identificou-se as principais dificuldades e seus riscos associados conforme indicadas na tabela 6:

Tabela 6: Resumo das principais dificuldades encontradas.

Dificuldades encontradas	Riscos Associados
Solicitação do pedido de manutenção quando estivesse com cerca de 10 BI restantes.	Tempo que o técnico da fabricante demora para chegar para consertar a BI. Risco de indisponibilidade dos equipamentos nos setores.
Equipe assistencial não colocam as BIs para carregar.	Bateria descarregada. Diminuição da vida útil. Diminuição da disponibilidade do equipamento.
Grande número de BIs para fazer a solicitação de manutenção.	Técnico possui limitação em consertar as bombas. Causando acúmulo contínuo das BIs.
Execução dos serviços sem solicitação do pedido através do sistema de gerenciamento usado pelo hospital.	Falta de identificação dos defeitos e perda de dados, gerando descontrole no processo.
Grande número de equipamentos no hospital que não estão em uso, porém que estão em plenas condições de uso.	Aumento no contrato de manutenção das bombas de infusão e indisponibilidade de equipamento para outros setores.
Falta de critérios para distribuição nos diversos setores do hospital.	Indisponibilidade de equipamentos para outros setores.

Por último, foi realizada uma entrevista não estruturada com o técnico da fabricante através dos seguintes questionamentos:

- ✓ Qual o defeito mais frequente nas bombas de infusão?
- ✓ Dentre esses defeitos quais poderiam ter sido realizados pela equipe assistencial e pela equipe técnica da Engenharia Clínica?

Em seguida, foi feita uma busca pelas ordens de serviços que foram executadas nos meses de janeiro a abril. E com isso foi levantado os dados presentes na tabela 7. Sendo a taxa de defeitos operacionais, a quantidade de defeitos que poderiam ser resolvidos sem a intervenção do técnico da fabricante, ou seja, são defeito que ocorrem devido à falta de conhecimento dos profissionais que fazem uso do equipamento. Sendo os principais defeitos relatados tanto pelo técnico da fabricante quanto observado nas OS foram o "Ar na linha" e o "Sensor Obstruído".

Tabela 7: Levantamento das Ordens de Serviços pré intervenções.

Mês de análise	Quantidade de OS	Taxa de defeitos operacionais (%)
Janeiro	25	84
Fevereiro	35	71
Março	25	44
Abril	35	68
	Média: 30	Média: 68%

Como um exemplo, no mês de janeiro, 84% das bombas de infusão que foram feitas a manutenção, não possuíam qualquer defeito, sendo algo que poderia ter sido evitada a manutenção pelos técnicos da Engenharia Clínica ou Equipe Assistencial.

4.2 RESULTADOS PÓS-INTERVENÇÕES

Com a identificação dos defeitos mais frequentes e a razão pela qual eles ocorrem, foi aplicado um treinamento, no mês de maio, inicialmente para a equipe técnica e em seguida para a equipe assistencial de forma a filtrar as ordens de serviços para o técnico da fabricante apenas o defeito que cabem à empresa a execução e também para reduzir o número de bombas de infusão com defeito. Essa filtragem foi realizada através de checklists, aplicados em cada nível como representado na figura 20. Sendo:

- ✓ 1º Nível: Checklist aplicado pela equipe assistencial de forma a identificar defeitos mais básicos e que estão envolvidos na rotina dos setores;

- ✓ 2º Nível: Checklist aplicado pela equipe técnica da Engenharia Clínica de forma a identificar defeitos mais abrangentes aos da equipe assistencial;

✓ 3º Nível: Checklist aplicado pelo técnico da fabricante, de forma a realizar a manutenção das bombas de infusão apenas com os defeitos que devem ser realizados pela empresa.

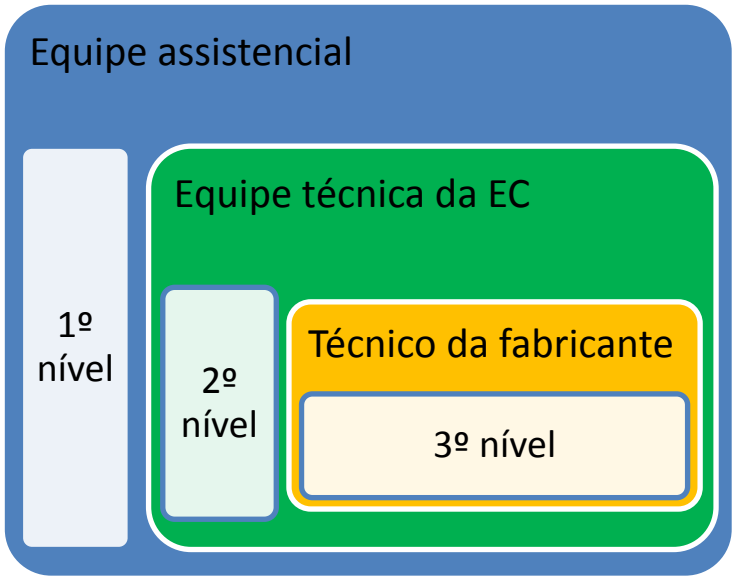

Figura 20 - Modelo de filtro dos defeitos das bombas de infusão.

Dessa forma foi realizado um novo levantamento após os treinamentos, os resultados são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Levantamento das Ordens de Serviços após as intervenções.

Mês de análise	Quantidade de OS	Taxa de defeitos operacionais (%)
Junho	19	26
Julho	25	40
	Média: 22	Média: 33%

Com isso, foi definido um novo processo para padronizar as atividades que envolvem a gestão das bombas de infusão. Como mostrado a seguir na figura 21.

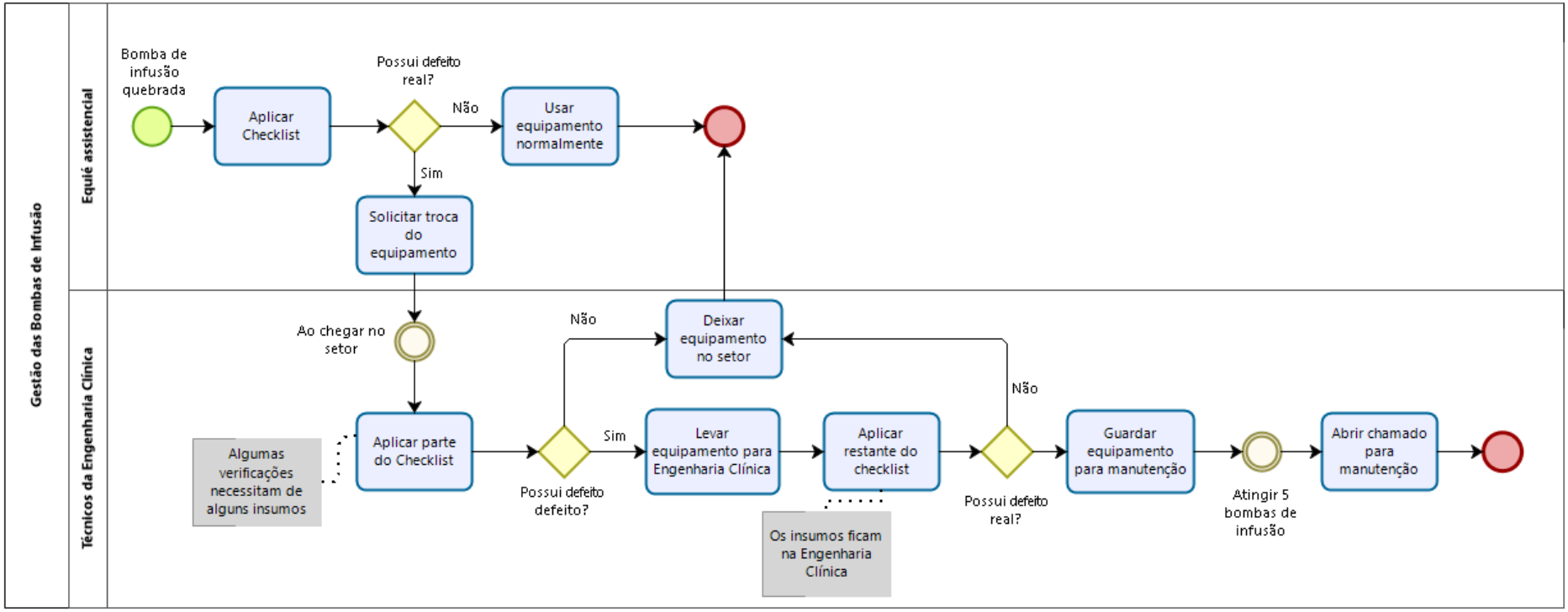

Figura 21 – Processo de gestão das bombas de infusão.

4.3 COMPARAÇÃO PRÉ E PÓS INTERVENÇÕES

Pode-se perceber que de acordo com o gráfico 1, houve uma redução do número de manutenções nas bombas de infusão após as intervenções. Além disso, pode-se perceber que dentre estas solicitações, o número de defeitos que cabem ao técnico da fabricante resolver também foram reduzidos, nos primeiros meses.

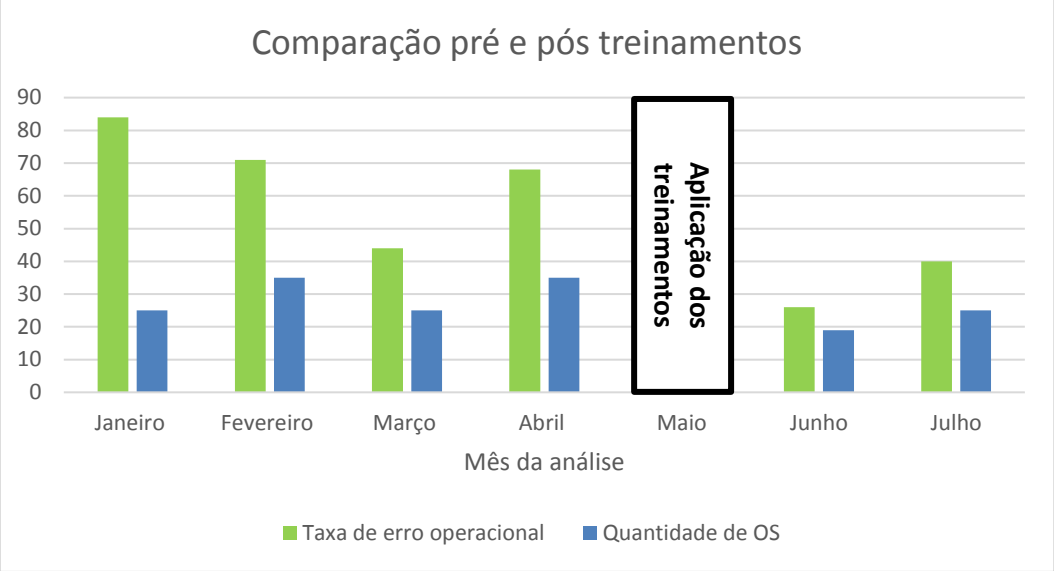

Gráfico 1 – Comparação pré e pós treinamentos

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo mostrou que do total de 450 bombas de infusões presentes no hospital, são necessárias cerca de 240 bombas que podem atender as demandas do hospital, usando um fator de risco para o advento de situações não controladas, chegando a um número de 300 bombas de infusão. Reduzindo, dessa forma, em 33% a quantidade bombas de infusão no hospital. Porém, apesar dessa redução, ela não trará ainda reduções nos valores dos contratos para o hospital, pois este já foi definido anteriormente à pesquisa. No entanto, para um próximo contrato de licitação com um novo fornecedor o hospital saberá o quantitativo ideal para atender as suas necessidades, portanto, servindo como ente norteador para as próximas aquisições de bombas de infusão.

Algumas limitações foram encontradas, principalmente se tratando na dificuldade em aplicar a metodologia devido o processo já estar em andamento, pois a bombas de

infusão é o equipamento que está em maior quantidade no hospital e dessa forma o equipamento que está mais em uso. Além disso, a pesquisa foi aplicada com as bombas de infusão já distribuídas nos setores, sendo estas escolhidas sem controle adequado, levando a alguns setores terem mais bombas de infusão do que o necessário, enquanto em outros setores, faltando os equipamentos, podendo isto ser corrigido apenas em um próximo contrato de licitação com um novo fornecedor.

Suassuna (2017) identificou que a maior parte dos erros associados aos equipamentos de bombas de infusão têm uma relação com os erros operacionais, podendo estes serem reduzidos a níveis significativos quando aplicado um treinamento à equipe operacional, confirmando com os estudos de (ALVES, 2002) que mostram resultados semelhantes.

Os dados mostram que a aplicação desse estudo trouxe impactos positivos na gestão desses equipamentos, uma vez que grande parte dos defeitos que foram encontrados se tratavam de causas relacionadas à falta de conhecimentos dos stakeholders do processo de uso das bombas de infusão. É importante notar que os resultados trouxeram uma redução de 27% em média nas manutenções das bombas de infusão e desses, uma redução de 51% em média na taxa de erros operacionais. Pelo fato do processo não ter sido acompanhado, os impactos maiores foram percebidos nos primeiros meses após a aplicação do treinamento, motivo pelo qual há um aumento entre os meses de junho e julho.

Dessa forma, percebe-se a importância de capacitar todos os colaboradores de forma contínua para trazer benefícios aos serviços de saúde para a sociedade com mais segurança e qualidade, refletindo nos ganhos para a instituição através da redução nos contratos de licitação na compra dos insumos para esses equipamentos, aumento significativo da sua disponibilidade e melhor gestão dos processos que envolvem a BI.

5. CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido tentou mostrar a importância de se desenvolver a melhoria dos processos dentro de um EAS relacionada aos equipamentos de bombas de infusão. Para isso, foi preciso identificar as principais dificuldades presentes no hospital e trata-las da melhor maneira possível. Através das intervenções aplicadas foi percebido uma redução de 51% em média nas taxas de erros operacionais como também foi identificado que o hospital apresenta uma quantidade bastante superior ao necessário, atingindo então o objetivo proposto do trabalho. Assim, é preciso que sempre existam incentivos e apoio a esses tipos de trabalhos para que os EAS possam se desenvolver continuamente a fim de oferecer o melhor serviço para os pacientes e usuários.

Algumas limitações estiveram presentes no trabalho, como o fato da não devolução das bombas desnecessárias no HUOL, pois estas já tinham sido previstas em contrato e para devolver é necessário realizar um novo processo licitatório. Além disso, o processo de verificação dos resultados durou apenas dois meses, sendo necessário um acompanhamento contínuo do processo através de dados.

Como sugestões de trabalhos futuros, pode-se verificar a aplicação da metodologia para outros equipamentos que fazem parte da Engenharia Clínica como, Ventilador Pulmonar e Monitor Multiparâmetros. Também poderá ser feita uma nova pesquisa para identificar se as condições que foram propostas ainda permanecem sendo executadas pela equipe assistencial e técnica do hospital.

REFERÊNCIAS

ALBORNOZ, L. J. C. **Determinação do Ciclo de Vida Útil de Equipamentos Eletromédicos**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

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, A. N. DE V. S. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC Nº 4 de Fevereiro de 2011**, 2011.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/institucional>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 1999. **Equipamento eletromédico – Parte 1 – Prescrições particulares para segurança de bombas e controladores de infusão**. Norma NBR IEC 60601-2-24. Rio de Janeiro.

AZEVEDO, F. S. **Gestão de Equipamentos Médico-Hospitalares em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. 2010. 98p. Dissertação. (Mestrado em Gestão dos Serviços de Saúde). Instituto Universitário de Lisboa. Lisboa.

BUTTON, V. L. S. N. **Dispositivos de infusão**.

CALIL, S. J.; GOMIDE, E. T. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção**. Brasília: [s.n.].

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia**. Belo Horizonte: INDG, 8ª ed. 2004.

CANELAS, D. O; H.HERMINI, A.; JR, A. C. **Metodologia para Avaliação de Desempenho Essencial de Bombas de Infusão**. Sociedade Brasileira de Metrologia, p. 1–6, 2003.

CONTRERAS, R. C. **Setor de Engenharia Clínica: Plano de Gerenciamento de Equipamentos e Procedimentos Operacionais**. Natal, 2015.

DAVIS. W.O.M. **Infusion devices training tutorial**. Disponível em <https://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/infusion-devices-training-tutorial>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

DEMING, W. Edwards. **Quality, productivity and competitive position**. Boston: MIT Press, 1982.

DOMINGOS, D. C. L. **Análise dos Indicadores Referentes aos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico de um Hospital Privado da Cidade de Natal**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 50p., 2017.

DYRO, J. F. (Org.). Clinical Engineering Handbook. 2011. Elsevier Academic Press, 2004.

ECRI, E. C. R. I. **Top 10 Health Technology Hazards for 2014**. v. 42, n. 11, 2014.

ECRI, E. C. R. I. **Top 10 Health Technology Hazards for 2017**, 2017.

EMERGENCY CARE RESEARCH INSTITUTE; 2001. **Infusion pumps, syringe. Healthcare product comparison system**.

GODOI, C. M. **Análise da disponibilidade de equipamentos médico-hospitalares após reestruturação da programação de manutenção preventiva em um hospital público de grande porte e alta complexidade**. Uberlândia, 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Conta-satélite de saúde 2010 - 2015. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101437.pdf >. Acesso em: 19 de agosto 2018.

JÚNIOR, A. M. S. **Sistema Para Avaliação Da Funcionalidade de Bombas de Infusão**. Florianópolis, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

MANSO, J. M. D. **Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz**. 2012. 83p. Dissertação. (Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa.

MEDEIROS, C. B. S de. **A Engenharia Clínica e seus indicadores no Hospital Universitário Onofre Lopes.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 50p., 2015.

MOYLE, J.T.B.; DAVE, A.; 2000. **Equipamentos em anestesia**. 4.ed. Porto Alegre, editora: ARTMED.

PHILLIPS, L. D;. 2001. **Manual de Terapia Intravenosa**. 2a ed. Porto Alegre: Artmed.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001.

RAMIREZ, E. F. F.; CALDAS, E. C.; SANTOS, P. R. **Manual Hospitalar de Manutenção Preventiva**. Editora da Universidade Estadual de Londrina – Londrina, 2002. 180p.

SILVA JR., A. M.; **Sistema para avaliação da funcionalidade de bombas de infusão**. 2004.

SOUZA, B. L. **Análise dos Processos Internos do Setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL/UFRN**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 48p., 2017.

SPDM, Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina. **A importância social do Hospital vai muito além do atendimento médico.** Disponível em: < https://www.spdm.org.br/imprensa/noticias/item/1746-a-importancia-social-do-hospital-vai-muito-alem-do-atendimento-medico>. Acesso em 19 agosto de 2018.

SUASSUNA, A. DE O. B. **Treinamento em Equipamento Médico- Hospitalar: Do Curso à Avaliação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.