



Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Graduação em Engenharia Biomédica

**ELLYESÂNIA SILVA COUTINHO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA  
MANUTENÇÃO PREVENTIVA DAS INCUBADORAS FANEM VISION 2286 DO  
HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
UBERLÂNDIA**

Uberlândia  
2019

**ELLYESÂNYA SILVA COUTINHO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA  
MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA INCUBADORAS FANEM VISION 2286 DO  
HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
UBERLÂNDIA**

Trabalho apresentado como requisito parcial de avaliação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Profª Drª Selma Terezinha Milagre

---

Assinatura do Orientadora

Uberlândia  
2019

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por sempre estar ao meu lado, à minha família e amigos, que me apoiaram durante essa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por todas as bênçãos, por todos os sonhos realizados e por mais essa vitória que me concedeste. Agradeço aos meus pais Elias e Maria de Jesus que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e amparando em todos os momentos, sem vocês eu não conseguiria. Agradeço a minha irmã Ellyenaya pelos conselhos, por todo o apoio e paciência durante esse tempo. Agradeço ao meu namorado Thiago por sempre ser meu ombro amigo onde sempre me escutou e aconselhou. A minha sobrinha Cecília por ser minha fonte de alegria.

Agradeço ainda a minha orientadora Professora Dr. Selma Terezinha Milagre pela dedicação, paciência e auxílio no desenvolvimento desse trabalho e por torná-lo possível. A chefe do setor de humanização do HCU - UFU, Leda Viana por me proporcionar uma oportunidade e aprendizado sobre a importância da humanização dentro dos hospitais. Aos técnicos da Bioengenharia do HCU - UFU, em especial os técnicos Carol e Victor Hugo por sempre me apoiarem e por todo o conhecimento compartilhado. Agradeço pelas amizades construídas durante esses anos, vocês são peça fundamental dessa conquista.

## RESUMO

Enfatiza-se a incubadora neonatal um equipamento médico-assistencial capaz de manter o recém-nascido prematuro (RNPT) em um ambiente termoneutro semelhante ao útero da mãe. Introduzida pela primeira vez na história de assistência neonatal, na Maternité de Paris, em 1881, sendo um dos mais importantes avanços no cuidado aos recém-nascidos prematuros (PINHEIRO, 2011). Desde então, a Neonatologia vem sendo melhorada com o intuito de proporcionar melhores cuidados ao RNPT. São essenciais os cuidados e a atenção para algumas anormalidades que podem alterar a saúde dos recém-nascidos, sem os quais, a incubadora pode ser bastante perigosa para eles. Inspeções periódicas nos equipamentos podem apontar defeitos que trazem sérios riscos, daí a importância de serem submetidas à inspeção e manutenção preventiva. Este presente trabalho teve como objetivo criar o POP para auxiliar na manutenção preventiva das incubadoras neonatais FANEN VISION 2286 do Hospital de Clínicas de Uberlândia. Deste modo, as etapas e atividades contempladas no POP foram estabelecidas juntamente com os técnicos responsáveis que direcionaram e atribuíram os testes a serem executados. Após serem definidas, as atividades da manutenção preventiva foram cadastradas no sistema SisBiE. Os procedimentos relatados pelo POP foram baseados no manual técnico da incubadora, nas necessidades do setor e nas normas vigentes no Brasil. Todos os procedimentos foram descritos detalhadamente e cada ação executada foi fotografada a fim de torná-lo objetivo, claro e lógico para melhor compreensão do executor, buscando minimizar assim a ocorrência de falhas durante a manutenção. Ao realizar as manutenções preventivas foi possível notar o quanto foi benéfico para os equipamentos a implantação desta atividade e quão é importante a elaboração do POP para a realização da mesma, devido às diversas etapas da manutenção das incubadoras conterem muitos detalhes que se passarem despercebidos pelo executor podem provocar danos ao equipamento e consequências ao paciente e até aos que o operam, podendo resultar em eventos adversos. O POP mostrou-se uma ferramenta importante no gerenciamento feita pela Engenharia Clínica nos EASs, pois ressaltou a importância das MPs e também da existência de uma ferramenta padronizada para sua execução e, no caso do POP desse trabalho, contribuindo para o bom funcionamento das incubadoras neonatais elevando a qualidade do cuidado com o recém-nascido prematuro.

## ABSTRACT

The neonatal incubator is emphasized a medical-assistance equipment capable of maintaining the premature newborn (PTNB) in a thermoneutral environment similar to the mother's uterus. First introduced in the history of neonatal care at the Maternité de Paris in 1881, it is one of the most important advances in the care of premature newborns (PINHEIRO, 2011). Since then, Neonatology has been improved in order to provide better care to the PTNB. Care and attention to some abnormalities that may alter the health of the newborn are essential, without which the incubator can be quite dangerous for them. Periodic inspections in the equipment can point out defects that bring serious risks, hence the importance of being submitted to inspection and preventive maintenance. This present work had the objective of creating the POP to assist in the preventive maintenance of the neonatal incubators FANEN VISION 2286 of Hospital de Clínicas de Uberlândia. In this way, the stages and activities contemplated in the POP were established along with the responsible technicians who directed and assigned the tests to be executed. After being defined, the preventive maintenance activities were registered in the SisBiE system. The procedures reported by the POP were based on the technical manual of the incubator, on the needs of the sector and on the standards in force in Brazil. All procedures were described in detail and each action performed was photographed in order to make it objective, clear and logical for a better understanding of the executor, in order to minimize the occurrence of failures during maintenance. When carrying out preventive maintenance it was possible to note how beneficial it was for the equipments to implement this activity and how important the elaboration of the POP for the accomplishment of the same one, due to the several stages of the maintenance of the incubators contain many details that go unnoticed by the executor can cause damage to the equipment and consequences to the patient and even those who operate it, which may result in adverse events. The POP was an important tool in the management of the Clinical Engineering in the EASs, since it emphasized the importance of the MPs and also of the existence of a standardized tool for its execution and, in the case of POP of this work, contributing to the good functioning of the incubators neonates raising the quality of care with the premature newborn.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Incubadora neonatal Vision Advanced 2286 ..... | 22 |
| Figura 2 – Cabeçalho do POP .....                         | 36 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CF- Corrente de Fuga

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EMA - Equipamento médico-assistencial

HCU-UFU - Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia

MEC - Ministério da Educação

MP - Manutenção Preventiva

POP - Procedimento Operacional Padrão

RN - Recém-nascido

RNPT - Recém-nascido prematuro

UTINEO - Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

SUS - Sistema Único de Saúde

T/UR – Temperatura e Umidade Relativa

## SUMÁRIO

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.INTRODUÇÃO .....                                                     | 12 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL .....                                               | 13 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                        | 13 |
| 2. DESENVOLVIMENTO .....                                               | 14 |
| 2.1 Fundamentação Teórica .....                                        | 14 |
| 2.1.1 Recém Nascido Prematuro .....                                    | 14 |
| 2.1.2 Perda de calor entre o Recém Nascido e o Ambiente .....          | 15 |
| 2.1.2.1 Perda de calor por evaporação.....                             | 15 |
| 2.1.2.2 Perda de calor por condução.....                               | 15 |
| 2.1.2.3 Perda de calor por convecção .....                             | 15 |
| 2.1.2.4 Perda de calor por radiação .....                              | 16 |
| 2.1.3 Unidade de Terapia Intensiva Neonatal .....                      | 16 |
| 2.1.4 A Incubadora Neonatal .....                                      | 17 |
| 2.1.4.1 Características .....                                          | 18 |
| 2.1.4.2 Funcionamento da Incubadora Microprocessada .....              | 19 |
| 2.1.4.3 Sistema de Monitoração .....                                   | 19 |
| 2.1.4.4 Sistema de Controle de Temperatura.....                        | 20 |
| 2.1.4.5 Sistema de Controle de Umidade .....                           | 20 |
| 2.1.4.5.1 Sistema de Umidificação do Tipo Passivo .....                | 20 |
| 2.1.4.5.2 Sistema de Umidificação do Tipo Ativo.....                   | 20 |
| 2.1.4.6 Sistema de Controle de Circulação de Ar.....                   | 21 |
| 2.1.4.7 Sistema de Controle de Gases .....                             | 21 |
| 2.1.4.8 Incubadora FANEM VISION ADVANCED 2286 .....                    | 21 |
| 2.1.5 Desafios no Ambiente com Equipamentos Médico-Assistenciais ..... | 15 |
| 2.1.6 Manutenção .....                                                 | 23 |
| 2.1.6.1 Manutenção corretiva .....                                     | 23 |
| 2.1.6.2 Manutenção Preditiva .....                                     | 25 |
| 2.1.6.3 Manutenção Preventiva .....                                    | 25 |
| 2.1.7 Procedimento Operacional Padrão .....                            | 26 |
| 2.1.8 Engenharia Clínica .....                                         | 27 |
| 2.1.9Hospital de Clínicas de Uberlândia .....                          | 28 |
| 2.1.9.1 Bioengenharia .....                                            | 29 |
| 2.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....                                          | 30 |
| 2.2.1 Teste inicial de Funcionamento.....                              | 30 |
| 2.2.2 Limpeza Geral do Equipamento.....                                | 31 |
| 2.2.3 Verificação do Estado Geral do Equipamento .....                 | 32 |
| 2.2.4 Teste de Funcionamento .....                                     | 33 |
| 2.2.4.1 Sistema de Pesagem.....                                        | 33 |
| 2.2.4.2 Unidade Relativa.....                                          | 33 |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 2.2.4.3 Temperatura do Ar e Pele .....  | 34 |
| 2.2.4.4 Calibração do Oxigênio .....    | 35 |
| 2.2.5 Substituição de Peças .....       | 35 |
| 2.2.6 Teste de segurança elétrica ..... | 35 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....       | 37 |
| 3. CONCLUSÃO .....                      | 37 |
| 4. REFERÊNCIAS .....                    | 39 |
| ANEXO A .....                           | 42 |

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico hospitalar tem permitido ao profissional da saúde a realização de serviços mais confiáveis, tornando-o cada vez mais exigente e criterioso no que se trata de manutenção e preservação da vida, resultando em serviços com mais qualidade e segurança, fazendo com que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs) busquem aprimorar seus sistemas de gestão do parque tecnológico para um maior controle das estratégias de manutenção dos equipamentos (COSTA, 2009).

Neste contexto, os equipamentos médico-hospitalares tem se tornado cada vez mais sofisticados e importantes no auxílio de diagnósticos e suporte à vida.

Dentre estes, destaca-se a incubadora neonatal um Equipamento Médico-Assistencial (EMA) capaz de manter o recém-nascido prematuro (RNPT) em um ambiente termoneutro semelhante ao útero da mãe. Introduzida pela primeira vez na história de assistência neonatal, na Maternité de Paris, em 1881, sendo um dos mais importantes avanços no cuidado aos recém-nascidos prematuros (PINHEIRO, 2011). Desde então, a Neonatologia vem sendo melhorada com o intuito de proporcionar melhores cuidados ao RNPT.

Desenvolvidas para oferecer um ambiente controlado, as incubadoras neonatais são responsáveis por manter a temperatura e umidade relativa do ar favorável para que o RNPT produza o mínimo possível de calor, mantendo sua temperatura corporal normal contribuindo para o desenvolvimento deste, com menor índice de doenças. Assim, as incubadoras proporcionam a sobrevivência de neonatos com idades gestacionais abaixo de 37 semanas, que apresentam ou não baixo peso (SANTOS, 2012).

O bom funcionamento deste equipamento em suas devidas funções garante a qualidade e segurança ao RNPT, deste modo, é necessário que ações sejam tomadas, sejam essas por meio de manutenções periódicas ou revisões regulares (SILVA, 2018).

O portal ANVISA aborda o alerta 2721 (BRASIL, 2010) onde foram detectados problemas de segurança na incubadora de marca Giraffe, problemas tais que podem ocorrer se as vedações de dossel não forem limpas adequadamente de acordo com as diretrizes de limpezas e manutenção adequadas. O acúmulo de detritos ao redor da borda da vedação pode levar a uma fonte de infecção de alta severidade.

A recomendação para este problema é ter cuidado em sempre realizar uma limpeza para remoção da vedação de dossel a fim de alcançar o acúmulo visível de detritos. A atenção à técnica de limpeza pelo pessoal envolvido no processo de limpeza reduz a probabilidade de ocorrência da condição mencionada.

Por outro lado, as falhas em equipamentos representam grandes perdas econômicas e humanas, comprometendo a imagem institucional da empresa, ou no caso de EASs comprometendo a sobrevivência dos pacientes (NUNES, 2001).

Um importante e necessário fator para o bom funcionamento dos equipamentos é a manutenção, sendo ela uma ferramenta de grande valia na obtenção de serviços eficientes e resultados confiáveis, o que garante a segurança e funcionalidade do equipamento. Antes vista apenas como o conserto após a falha, a manutenção tem hoje a responsabilidade de manter padrões de qualidade estabelecidos abrindo espaço para a manutenção preventiva (MP), atividade desenvolvida com o intuito de evitar falhas do equipamento (LUCATELLI, 1998, SILVA, 2018).

São essenciais os cuidados e a atenção para algumas anormalidades que podem alterar a saúde dos recém-nascido, sem os quais, a incubadora pode ser perigosa para eles. Inspeções periódicas nos equipamentos podem apontar defeitos que trazem sérios riscos, daí a importância de serem submetidas à inspeção e manutenção preventiva.

A manutenção preventiva corrige falhas antes mesmo que elas aconteçam, em intervalos de tempo pré-definidos garantindo a segurança e confiabilidade do equipamento. A manutenção preventiva é necessária para aumentar o desempenho, a segurança no uso e ampliar a vida útil do equipamento, consequentemente reduzindo os custos com o mesmo (VILHENA et al., 2017).

### **1.1 Objetivo Geral**

Este presente trabalho teve como objetivo criar o Procedimento Operacional Padrão (POP) para auxiliar na manutenção preventiva das incubadoras neonatais FANEN VISION 2286 do Hospital de Clínicas de Uberlândia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Levantar as necessidades apresentadas pelas incubadoras neonatais para a qualidade e bom funcionamento das mesmas dentro do setor UTINEO;
- Levantar as necessidades e dificuldades dos técnicos do setor de Bioengenharia do HCU-UFU, em relação ao grande número de manutenção corretiva das incubadoras;
- Estudar o manual da incubadora analisada;

- Criar um procedimento capaz de instruir o técnico a realizar a manutenção preventiva das incubadoras FANEM VISION 2286 de forma correta;
- Desenvolver uma ferramenta de gestão de manutenção que gere um maior conforto e segurança ao RNPT.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Fundamentação Teórica**

#### **2.1.1 Recém Nascido Prematuro**

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) o recém-nascido é considerado prematuro quando nasce antes de 37 semanas completas de gestação, sendo classificados de acordo com a idade gestacional. O bebê prematuro é biologicamente mais vulnerável devido a sua imaturidade orgânica. Quanto mais o recém-nascido for prematuro maior são os riscos de vida, pois seus órgãos e sistemas não estão completamente desenvolvidos (ROLIM, 2010).

Do mesmo modo, os RNPT podem apresentar uma regulação inadequada de sua temperatura. Sendo vários os fatores que interferem na sua regulação térmica, como a falta de mecanismos de produção de suor, de vasoconstrição e de exercícios musculares para equilibrar a temperatura (OLIVEIRA, 2007).

Por isso, o desafio do neonato em controlar a temperatura inicia-se ao nascer, por estar habituado à temperatura uterina, praticamente constante em torno dos 37,9°C. Sendo que a variação da temperatura no meio externo dificulta a termorregulação. Devido à alta taxa energética necessária para o seu crescimento e à elevada razão superfície/massa corporal, os RN de baixo peso possuem uma taxa metabólica maior que os RNs normais (GONZÁLEZ, 2001).

Portanto, os recém-nascidos internados em uma unidade de terapia intensiva neonatal (UTINEO) merecem atenção, pois possuem maiores riscos de instabilidade térmica, devido a condições como prematuridade, anomalias congênitas, septicemia, asfixia, hipóxia, comprometimento do sistema nervoso central, aporte nutricional inadequado, diminuição de movimentos voluntários, imaturidade do sistema de controle térmico e quantidade de tecido adiposo deficiente (COSTA, 2016).

### **2.1.2 Perda de Calor entre o Recém-nascido e o Ambiente**

A temperatura do corpo é influenciada pela variação com que o calor é perdido pelo corpo. Como o calor somente pode ser perdido de um objeto mais quente para um objeto mais frio, a incubadora deve oferecer ao recém-nascido um ambiente termicamente neutro, para evitar sua perda de calor. O calor transfere-se do RN para o ambiente através de quatro princípios descritos pela termodinâmica e termometria.

#### **2.1.2.1 Perda de Calor por Evaporação**

A perda de calor por evaporação está relacionada à diferença entre os níveis de pressão parcial exercida pela água em cada uma das estruturas da interface, da pele, com o ambiente. Imediatamente após o parto, enquanto o recém-nascido encontra-se envolto com o líquido amniótico, acredita-se que a perda de calor do recém-nascido ocorra principalmente por evaporação: a pressão parcial de água no líquido amniótico sobre a pele do recém-nascido é maior que a pressão parcial da água no ar ambiente (CALIL, 2002).

Assim, a perda de calor por evaporação ocorre quando fluidos (água insensível, perspiração visíveis e fluidos pulmonares) se tornam vapor no ar seco. Quando mais seco o ambiente, maior a perda de calor por evaporação a perda acentuada de calor por evaporação que ocorre como parto pode ser minimizada secando-se imediatamente o recém-nascido e removendo-se os campos molhados.

#### **2.1.2.2 Perda de Calor por Condução**

Ocorre quando o recém-nascido está em contato físico com uma superfície sólida mais fria que ele. Dependem da diferença de temperatura entre os dois corpos (CALIL, 2002).

Esta forma de perda de calor ocorre quando a pele entra em contato direto com um objeto mais frio, por exemplo, uma bancada ou balança fria, portanto qualquer superfície metálica sobre a qual o recém-nascido será colocado deve ser forrada.

#### **2.1.2.3 Perda de Calor por Convecção**

A convecção ocorre quando o recém-nascido é exposto as correntes de ar mais frias que ele. A perda por convecção depende da diferença de temperatura e do fator "vento gelado", que é introduzido pela velocidade com que o ar está fluindo ao redor do

recém-nascido. É independente da condução, que ocorre quando não há movimento de ar (CALIL, 2002).

A perda de calor da superfície corporal para o ar circunjacente mais frio ocorre através de convecção, ela é maior em ambientes resfriados assim a sala de parto resfriada para o conforto da equipe de saúde pode causar perda significativa de calor convectivo no recém-nascido.

#### **2.1.2.4 Perda de Calor por Radiação**

Todo corpo dotado de temperatura diferente do zero absoluto perde calor por emissão de radiação eletromagnética de espectro predominantemente infravermelho. O recém-nascido perde calor na região do espectro infravermelho para objetos sólidos mais frios na sua circunvizinhança, mas não em contato com sua pele. Portanto, o recém-nascido tem um coeficiente de transferência térmica maior que um adulto e portanto, perde calor corporal mais rapidamente que um adulto quando exposto a um ambiente mais frio (CALIL, 2002).

Uma superfície sólida mais fria sem contato direto com o neonato pode causar perda de calor através de radiação. Fontes comuns de perda de calor radiante incluem as paredes e janelas da incubadora, ocorrendo mesmo a temperaturas quentes, a perda de calor radiante pode ser minimizada através do uso de uma cobertura de calor termoplástica.

#### **2.1.3 Unidade de Terapia Intensiva Neonatal**

A Neonatologia teve início no século XIX, na Europa e Estados Unidos, através do médico e obstetra Dr. Pierre Budin e do médico pediatra Dr. Julius Hess que diante das altas taxas de mortalidade entre os recém-nascidos (RNs), chegaram conclusão que estes necessitavam de maior atenção e cuidados para que então aumentasse a taxa de sobrevivência entre eles (COSTA et al., 2009).

Neste contexto, a Neonatologia tem se transformado nos últimos anos, no ponto de vista tecnológico, e no que se trata de evidências científicas melhorando significativamente a dedicação ao recém-nascido prematuro (RNPT). Com esse avanço, surge também a preocupação com os cuidados ao RN de modo a considerar não somente os aspectos biológicos e mensuráveis, mas também com sua qualidade de vida. Faz-se necessário um local que possua recursos tecnológicos, humanos e

terapêuticos especializados a fim de este tenha cuidados mais complexos quando o RNPT nasce (COREN, 2018).

Entretanto, o ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTINEO) propicia uma experiência ao recém-nascido bastante diferente daquela do ambiente uterino, uma vez que este é o ideal para o crescimento e desenvolvimento fetal, pois possui características distintas, como temperatura agradável e constante, aconchego, e os sons extrauterinos são filtrados e diminuídos (REICHERT, 2007).

Dessa forma, o intuito da UTINEO é de promover a sobrevivência do RN, e sua adaptação à vida extrauterina. Sendo ela responsável por sustentar e restaurar as condições de vida do RN, prevenir e diminuir a mortalidade. O setor é capacitado para receber o RNPT que necessita de cuidados especiais, proporcionando o crescimento e recuperação do RN de forma satisfatória e contribui para uma boa qualidade de sobrevivência do bebê. Constitui-se de um ambiente terapêutico apropriado para tratamento de recém-nascidos de risco, sendo considerada de alta complexidade.

#### **2.1.4 A Incubadora Neonatal**

Logo após o nascimento, a temperatura interna e a temperatura da pele dos de suporte térmico é crítica para os neonatos, pois a fadiga por frio pode causar: falta de oxigênio, hipoglicemia (nível baixo de açúcar no sangue), acidose metabólica (diminuição do pH do sangue), queda nos níveis de glicogênio (polissacarídeo de reserva).

Para aumentar a taxa de sobrevivência dos recém-nascidos prematuros, coloca-se os mesmos em câmaras fechadas, com temperatura mantida em uma faixa específica, o que diminui os requisitos de consumo de oxigênio e os mantém aquecidos. O mesmo procedimento também é indicado para bebês nascidos a termo, mas que estejam doentes.

A incubadora é um dispositivo com uma câmara fechada e transparente, que mantém o recém-nascido em um ambiente controlado de modo que seja favorável ao seu crescimento, desenvolvimento, resistências às doenças e finalmente a sua sobrevivência.

Este equipamento é capaz de controlar o ambiente em relação a temperatura, umidade, circulação de ar, oxigênio e luz.

Em 1900, o francês Pierre Constant Budin foi talvez o primeiro neonatologista a registrar a taxa de sobrevivência em pacientes neonatos onde observou que 10% destes

pacientes sobreviviam se fossem mantidos a uma temperatura entre 32,5°C e 33,5°C, e que 77% sobreviviam caso a temperatura fosse mantida entre 36°C e 37°C, comprovando a importância da função principal da incubadora que é sustentar um ambiente termicamente adequado ao recém-nascido, isto é, que não promova a perda de calor do mesmo. (CALIL, 2002)

#### **2.1.4.1 Características**

As incubadoras neonatais possuem diversos tipos e características que podem ser descritos como: (CALIL, 2002)

- Incubadora desprotegida onde faça com que o recém-nascido perca calor por condução, convecção, evaporação e radiação;
- Um aquecedor radiante onde elimina as perdas por radiação e condução, mas não causada por convecção e evaporação;
- Uma incubadora aquecida por convecção e não umidificada, elimina as perdas por convecção e condução, mas não as causadas por radiação e evaporação;
- A umidificação de uma incubadora aquecida por convecção elimina a maioria das perdas, exceto as perdas por radiação;
- Utilizando um aquecedor radiante para aquecer uma incubadora ventilada por convecção e umidificada eliminaria todas as fontes de perda de calor da pele do recém-nascido;
- A temperatura normal do recém-nascido pode ser assegurada pela adição de um controlador, de modo a acionar um aquecedor radiante sempre que a temperatura da pele do recém-nascido caia abaixo de certo valor.

#### **2.1.4.2 Funcionamento da Incubadora Microprocessada**

A incubadora neonatal inicia seu funcionamento quando ligada em uma tensão alternada, alimentando seus circuitos de controle e o elemento aquecedor. O ar do ambiente externo ao entrar na incubadora atravessa o filtro de ar que barra qualquer partícula sólida ou de germes que prejudique o RN ou o motor. Este ar é forçado a passar pela ventoinha sendo conduzido ao elemento aquecedor e uma vez aquecido passa pelo reservatório com água destilada para então circular pelo compartimento do RN. O reservatório de água é usado no modo de umidificação visto que o ar ao passar pelo aquecimento perde grande parte de sua umidade (COSTA et al., 2009).

Nas incubadoras atuais o aquecimento do RNPT ocorre por meio de um ambiente de circulação e distribuição controlada do ar. Também contam com sistema de controle da temperatura, uma para a pele do RNPT e outra para temperatura do ar interno. O controle da circulação do ar permite um isolamento efetivo do prematuro de agentes contaminantes por meio do fornecimento de ar filtrado.

A balança incorporada ao leito permite realizar manipulação mínima no RNPT. O excesso de manipulação pode gerar estresse no prematuro que podem repercutir em modificações comportamentais e fisiológicas.

A umidificação proporcionada pela incubadora por meio de um reservatório que deve ser preenchido com água bidestilada auxilia a manter a integridade da pele do RNPT e controlar sua temperatura. Outros dispositivos que auxiliam são: display de LCD colorido giratório de melhor visibilidade; inclinação elétrica do leito opcional, entrada para oxigênio circulante e ampla linha de acessórios como gavetas, suporte de soro, bandejas, iluminação auxiliar.

Faz-se necessário ressaltar a estrutura externa com rodas e de fácil manipulação e travas para maior segurança do paciente e da equipe que manipula o equipamento.

#### **2.1.4.3 Sistema de Monitorização**

O sistema de monitorização é responsável por comandar todos os outros sistemas. É composto por alarmes audiovisuais que alerta caso seja necessário ajustar o sistema de controle da incubadora. Um alarme audiovisual é acionado quando houver subtemperatura, sobretemperatura. Do mesmo modo, pode se monitorar o sistema de umidificação para que a umidade relativa do ar permaneça entre 40% a 60%, do mesmo modo monitora os sistemas de gases e o sistema de ar (COSTA et al., 2009).

#### **2.1.4.4 Sistema de Controle de Temperatura**

Existem dois modos em que este sistema opera, sendo eles: ATC onde se controla a temperatura do ar e o modo ITC que é o controle da temperatura da pele do recém-nascido. No modo ATC a variável controlada é a temperatura do ar controlada dentro da incubadora que é medida e mantida automaticamente no valor desejado. E no modo ITC a temperatura da pele do RN que é controlada e medida por meio de um sensor próprio para esta função (COSTA et al., 2009).

As incubadoras que utilizam o modo ITC são as servocontroladas, cuja variável controlada é medida e comparada com a temperatura do ar no interior da incubadora

(temperatura de referência) e essa diferença é utilizada como meio de controle. Caso a temperatura do ar ou da pele do RN seja diferente da temperatura desejada é gerado um sinal no qual alimenta um o atuador (termostato), que produz o sinal que age no processo, fornecendo ao elemento aquecedor energia para corrigir a diferença entre a temperatura medida e a selecionada (COSTA et al., 2009).

#### **2.1.4.5 Sistema de Controle de Umidade**

O sistema de controle de umidade pode apresentar-se sob dois aspectos: sistema de umidificação do tipo passivo e sistema de umidificação do tipo ativo.

##### **2.1.4.5.1 Sistema de Umidificação do tipo Passivo**

O sistema de umidificação do tipo passivo consiste em um reservatório com água cuja superfície é atravessada por parte do fluxo de ar gerado pela ventoinha. Regulando o fluxo de ar pode se obter uma maior ou menos umidificação do ar. Essa umidificação do ar ocorre pela difusão passiva da água para que o ar passe pelo reservatório, não existindo um mecanismo de controle de malha fechada da umidade relativa. Sendo o controle da umidade do ar no interior da cúpula da incubadora de suma importância, tendo em vista que a umidade é um dos fatores considerados para a obtenção de um ambiente termoneutro (COSTA et al., 2009).

##### **2.1.4.5.2 Sistema de Umidificação do tipo Ativo**

Este sistema é formado por um vaporizador ultrassônico, onde o vapor é controlado por um sistema de controle que possui um sensor de umidade, o que acarreta um controle de malha fechada. A umidade relativa do ar é medida e comparada com um valor de referência e essa diferença é usada como meio de controle (COSTA et al., 2009).

Desse modo, a vaporização da água ocorre pela transmissão de energia acústica proveniente de um cristal piezoelétrico. Quando o cristal piezoelétrico é submetido a uma pressão, este vibra emitindo elétrons a uma taxa aproximada de 2 MHz. Sendo a umidade produzida por meio das vibrações de alta frequência proveniente das cerâmicas piezoelétricas que induz ondas capilares sobre a superfície estéril da água (IAIONE, 1999).

#### **2.1.4.6 Sistema de Controle de Circulação de Ar**

O sistema de controle de circulação de ar é formado por um motor elétrico juntamente com uma ventoinha cuja função é aspirar o ar do ambiente externo, mantendo a temperatura uniforme dentro da cúpula e renovando o ar no interior da mesma. Desta forma, o ar aspirado não só renova o ar interno, mas também gera um diferencial de pressão entre o interior e exterior da incubadora, de modo que, o ar externo seja bloqueado quando as portinholas estiverem abertas para acesso ao RN ou qualquer abertura que exista para a passagem de drenos, cabos dos sensores de monitoramento, entre outros (IAIONE, 1999).

#### **2.1.4.7 Sistema de Controle de Gases**

A entrada de oxigênio é feita por uma conexão com uma válvula limitadora, podendo ser oxigênio puro ou misturado com o ar externo. Uma entrada de emergência abre-se automaticamente para admitir de 6 a 8 litros de ar por minuto, caso o fluxo de oxigênio seja interrompido acidentalmente (COSTA et al., 2009).

#### **2.1.4.8 Incubadora FANEM VISION ADVANCED 2286**

A incubadora FANEM VISION ADVANCED 2286 incorpora inovações tecnológicas para cuidar do RN. (FANEM, 2018). É o modelo mais moderno usado atualmente no HCU – UFU e para a qual foi desenvolvido esse trabalho.

Esta incubadora dispõe de uma cúpula de acrílico com uma parede dupla de acesso frontal e posterior, o que possibilita uma visão completa do RNPT e facilita o acesso de enfermeiros e médicos para interferências clínicas (RAMOS, 2017). A Vision Advanced 2286 é uma incubadora com alta tecnologia e equipada com uma balança integrada ao leito, oxímetro de pulso, controle de umidade e servo controle de O<sub>2</sub> entre outros (FANEM, 2018).

Além disso, os controles da temperatura, umidade e concentração do oxigênio são obtidos por meio do sistema de circulação de ar forçado, onde uma quantidade controlada do ar ambiente é absorvida para o motor, através do filtro de entrada de ar e repartido igualmente para o ambiente de controle da cúpula. Tal sistema fornece a circulação de um ar microfiltrado e aquecido, onde este fluxo de ar passará diretamente junto aos sensores de temperatura, oxigênio e umidade (FANEM, 2018).

Portanto, a incubadora Vision Advanced 2286 foi projetada para oferecer ao RN um microclima uniforme. E oferece uma estabilidade em toda a área do colchão

incorporando inovações tecnológicas para tratar e monitorar o bebê (COSTA et al., 2009). Na Figura 1 é possível visualizar a incubadora Vision Advanced 2286.

**Figura 1 - Incubadora Neonatal Vision Advanced 2286**



Fonte: (FANEM, 2018).

### **2.1.5 Desafios no Ambiente com Equipamentos Médico-Assistenciais**

Os equipamentos médico-assistenciais foram concebidos originalmente para operar de forma independente, ou serem integrados com equipamentos de mesmo fabricante usando protocolos proprietários ou ainda de fabricantes distintos através de interfaces customizadas caso a caso.

Com o aumento da complexidade no ambiente da saúde, equipamentos independentes ou inseridos em soluções de integração proprietários ou customizados já não fornecem uma solução aceitável por reduzir a utilidade e flexibilidade do sistema. A fim de melhorar a segurança do paciente, e a adoção de novas tecnologias deve ser incorporada no atual parque tecnológico dos EASs de forma transparente (CHEN, 2006).

Melhorias na segurança dos pacientes e na eficiência da saúde exigem soluções de integração de EMAs que possam ser implementadas utilizando padronização de

interfaces. Sociedades clínicas endossam o potencial de uso de padrões para levar melhorias na segurança do paciente e na eficiência clínica (CHEN, 2006).

A adoção de padrões abertos na área da saúde passa pela superação de algumas barreiras, tais como barreiras de natureza tecnológica e conceitual. As barreiras conceituais se relacionam com as diferentes informações sintáticas e semânticas a serem trocadas. Essas barreiras dizem respeito à modelagem com alto nível de abstração, tal como o nível de programação. As barreiras tecnológicas são relativas à incompatibilidade das tecnologias da informação naquilo que diz respeito às normas de apresentação, armazenamento, processamento e comunicação de dados (CHEN, 2006).

Superar esses desafios somente pode ser realizado com os padrões abertos de saúde, especificações que permitam a interoperabilidade.

Padrões abertos não pertencem a um determinado fabricante. Eles representam a informação em formatos comuns, executam funções como detecção e correção de erros, ou fornecem estruturas de endereçamento ou de segurança comuns. Todas essas funções, no seu conjunto, permitem o compartilhamento confiável de informações entre os EMAs que se comprometem a aderir a estas normas comuns, através de redes de comunicação (ITU, 2012).

Padrões de interoperabilidade são essenciais para fornecer dados de saúde de forma rápida entre, com segurança e com custo mais baixo. A falta de interoperabilidade também dificulta prestação de cuidados médicos. Se esses equipamentos capturam, simultaneamente, dados de um único paciente, mas não podem se comunicar uns com os outros ou com um sistema centralizado, tendências de alarmes ou correlações podem não ser notadas pelo corpo clínico.

### **2.1.6 Manutenção**

A manutenção passou por diversas mudanças desde sua criação. Em tempos de intensa competição e de sobrevivência entre mercados globalizados a manutenção vem recebendo uma atenção especial dos mais diversos setores de atuação das empresas, especialmente a partir das últimas décadas do século passado (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993). Sendo que o processo de gerenciamento da manutenção, sofreu importantes transformações em seus métodos no decorrer de sua evolução.

Dessa forma, quando se trata de um EAS e seus equipamentos a manutenção é fundamental para a qualidade e atendimento das atividades assistenciais oferecidas à população. A manutenção de qualquer sistema tem um papel relevante no seu uso de forma eficiente, especialmente em termos de custos, disponibilidade e segurança (PENTÓN & MARTÍNEZ, 2001).

O planejamento de manutenção é a melhor alternativa e nenhuma empresa, seja de qual porte for, pode se dar ao luxo de ter máquinas ociosas por conta da falta de manutenção de ativos adequada, que gera redução da produtividade, além do aumento dos custos operacionais.

Os três tipos principais de manutenção são:

- Manutenção Corretiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Preventiva

#### **2.1.6.1 Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva foi o primeiro tipo de manutenção existente, visto que desde o início dos tempos industriais, quando começou a se usar equipamentos tecnológicos, foi necessário esse tipo de intervenção. Sendo esta manutenção a responsável por exercer a correção da falha do equipamento (OLIVEIRA, 2017).

Desse modo, Nunes 2001, define manutenção corretiva como todo trabalho de manutenção realizada após a falha do equipamento, visando restabelecê-lo à sua função requerida, eliminando o estado de falha.

A manutenção corretiva é apenas utilizada quando algum equipamento apresenta quebra ou falhas. Esse método não utiliza planejamentos de manutenção, o que acarreta a necessidade de estoque de peças e disponibilidade de profissionais, uma vez que as falhas não são previstas e ocasionam a ociosidade das máquinas e da mão de obra. Portanto, a manutenção corretiva tradicionalmente é a mais utilizada, sendo sempre empregada em praticamente todos EASs (SILVA, 2018).

É também conhecida como “reparo” ou “conserto” onde se caracteriza na realização de procedimentos em um equipamento para encontrar a causa de uma falha e efetuar a substituição ou ajuste de componentes ou subsistemas, conservando o potencial do equipamento para o seu funcionamento normal e garantindo parâmetros de segurança, desempenho e confiabilidade (BRONZINO, 1992).

Compreende a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane ou falha, onde um item é reparado para ter condições de executar sua função requerida.

#### **2.1.6.2 Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é definida como um método que se baseia na situação do equipamento tendo por finalidade reparar defeitos antes da quebra. Seu intuito é prevenir possíveis falhas nos equipamentos observando diversos critérios, permitindo o funcionamento do equipamento pelo maior tempo possível. Assim, a manutenção preditiva visa a maior disponibilidade do equipamento, para que não haja a necessidade de intervenção no mesmo, uma vez que as verificações são realizadas com o equipamento em uso (OLIVEIRA, 2017).

A manutenção preditiva tem como objetivos: prever a ocorrência de uma falha ou degradação, determinar, antecipadamente, a necessidade de correção em uma peça específica, eliminar as desmontagens desnecessárias para inspeção, aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos para operação, reduzir o trabalho de emergência e urgência não planejada, impedir a ocorrência de falhas e o aumento dos danos, aproveitar a vida útil total de cada componente e de um equipamento, aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento e de seus componentes, determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos, redução de custos de manutenção, aumento da produtividade e consequentemente da competitividade.

Portanto, esta manutenção é conhecida como uma técnica de manutenção com base no estado que se encontra o equipamento, onde se faz o acompanhamento periódico baseando-se na análise de dados coletados por meio de monitoramentos ou inspeções em campo. A preditiva verifica pontualmente os equipamentos a fim de antecipar eventuais problemas que possam causar gastos maiores com manutenções corretivas (OLIVEIRA, 2017).

#### **2.1.6.3 Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva (MP), por sua vez, é definida como a prevenção de uma falha antes mesmo que ela aconteça. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de

ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha (NUNES, 2001).

A manutenção preventiva deve ser realizada seguindo os critérios uma MP onde é necessário um sistema de gestão em manutenção incluindo todos os dados dos equipamentos, tais como: nome, marca, modelo, número de série, identificação (número de patrimônio, quando houver) ano de fabricação, data aquisição e setor, ou seja, todos dados pertinentes ao equipamento que foi levantado através de formulário próprio para esta coleta de dados. Neste sistema também é incluindo os itens de checklist a serem realizados no EMA durante a MP. Além disso, para uma correta execução de MP são necessárias: documentações, ferramentas adequadas e equipamentos de testes e aferição.

Portanto, a manutenção preventiva adota uma sequência de ações de cunho periódico para evitar problemas futuros. A periodicidade da manutenção é definida pelo fabricante do equipamento e adaptadas de acordo com a necessidade observadas pelo executor responsável no EAS. (BORGES, 2014).

### **2.1.7 Procedimento Operacional Padrão**

A padronização de processos nasceu logo após a revolução industrial com o início da mecanização dos processos industriais. Com isso tem se hoje, uma padronização de serviços e produtos com foco no cliente, seus interesses e desejos de satisfação tem caráter prioritário (DUARTE, 2005).

Neste contexto, um problema enfrentado pelos EASs tem sido a falta de roteiros elaborados pelos fabricantes dos equipamentos para auxiliar na realização das manutenções preventivas com qualidade. Assim, o procedimento operacional padrão (POP) tem sido adotado com o intuito de melhorar a qualidade na execução das manutenções dos EMAs, visando a melhoria na qualidade e segurança do cuidado com o paciente (VILHENA et al., 2017).

Por sua vez, o POP tem a finalidade de se padronizar e minimizar as ocorrências de desvios na execução de tarefas fundamentais para a qualidade da manutenção preventiva, independente de quem as faça. Sendo um documento fundamental para a realização de qualquer manutenção com qualidade, eficiência e eficácia (DUARTE, 2005).

O POP obedece aos critérios técnicos impostos pelo fabricante observando normas e legislações das áreas pertinentes ao procedimento. Sendo um meio de se

obter informações necessárias dos mais diversos processos de manutenção preventiva com segurança ao executor. O documento trata-se de uma sequência de etapas e testes que devem ser executadas pelo profissional visando garantir o rendimento esperado em determinada tarefa (VILHENA et al., 2017).

Segundo (DUARTE, 2005) o conceito de POP pode ser definido como o procedimento Operacional Padrão (POP), seja técnico ou gerencial, é a base para garantia da padronização de suas tarefas e assim garantirem a seus usuários um serviço ou produto livre de variações indesejáveis na sua qualidade final.

Desta forma, o POP auxilia o executor na análise para detecção de falhas, na manutenção preventiva e na obtenção da qualidade e confiabilidade, uma vez que uma manutenção inadequada poderá colocar em risco a vida do paciente. O documento por sua vez, deve ser instrutivo e de completo entendimento por parte dos funcionários que realizarão a manutenção preventiva, devendo conter informações como o passo a passo das operações e a periodicidade de execução, especificando todos os equipamentos, peças e materiais usados no procedimento (DUARTE, 2005). Recomenda-se que o POP um padrão desenvolvido por cada instituição.

### **2.1.8 Engenharia Clínica**

A Engenharia Clínica surgiu em 10 de janeiro de 1942, na cidade de St. Louis, com o início de um curso de manutenção de equipamentos médicos, com duração de 12 semanas, oferecido pelas forças armadas dos Estados Unidos. Este curso deu origem a uma escola de manutenção de equipamentos médicos do exército na cidade de Denver, Colorado e na ala de treinamento da força aérea na base aérea de Sheppard, Texas (GORDON, 1990).

Na década de 70, Thomas Hargest, o primeiro Engenheiro Clínico certificado da história, e César Cáceres criaram o termo Engenheiro Clínico, para denominar o engenheiro responsável pelo gerenciamento de equipamentos de um hospital, através de consertos, treinamento de usuários, verificação da segurança e desempenho, e especificações técnicas para aquisição (GORDON, 1990). Assim, começou a se estabelecer a profissão de Engenheiro Clínico nos Estados Unidos, país pioneiro da Engenharia Clínica mundial.

A partir da década de 80 começou a se pensar no Engenheiro Clínico como um elemento que poderia ter participação ativa nas áreas de transferência de tecnologia, avaliação tecnológica e gerenciamento tecnológico. Apesar de ter relação com cada

uma destas atividades, a Engenharia Clínica se aproximou delas de maneira não sistemática. Isto limitou o impacto e o papel do engenheiro clínico nestas áreas (GOODMAN, 1991).

Então, a Engenharia Clínica nada mais é do que um campo de conhecimento derivado da engenharia biomédica, visando à gestão de tecnologias da saúde, através de técnicas gerenciais buscando sempre a melhoria nos cuidados dispensados aos pacientes. Algumas organizações interpretaram a definição de Engenharia Clínica:

Associação Americana de Hospitais (AHA – American Hospital Association): “Engenheiro Clínico é a pessoa que adapta, mantém e melhora o uso seguro dos equipamentos e instrumentos de um hospital” (BRONZINO, 1992), (DYRO, 2004).

Colégio Americano de Engenheiros Clínicos (ACCE – American College of Clinical Engineering): “Engenheiro Clínico é o profissional que auxilia no tratamento do paciente aplicando suas habilidades em engenharia e gerenciamento nas tecnologias aplicadas à saúde” (BAULD, 1991), (BRONZINO, 1992), (DYRO, 2004).

Neste contexto, outro papel fundamental do Engenheiro Clínico é o planejamento de um hospital estabelecendo a segurança e a qualidade no ambiente hospitalar. Analisando todas as opções de tecnologias existentes no mercado, definindo suas especificações técnicas para aquisição destes equipamentos. Por sua vez, o Engenheiro Clínico é peça fundamental na gestão hospitalar, agindo nas causas dos eventos adversos antes mesmo que eles aconteçam (EBSERH, 2018).

### **2.1.9 Hospital de Clínicas de Uberlândia**

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) foi inaugurado em 26 de agosto de 1970, construído para ser hospital-escola, teve suas atividades iniciadas no mês de outubro contando somente com 27 leitos. Quando a constituição de 1988 foi sancionada o hospital passou a ser uma importante ferramenta do Sistema Único de Saúde (SUS), pois realizava o atendimento de alta complexidade, urgência e emergência, além de realizar atendimento de 24 horas (HCU-UFU, 2018).

Atualmente o HCU-UFU teve sua quantidade de leitos aumentada, sendo de 520 e uma área de mais de 50 mil metros quadrados construídos. Com sua robusta estrutura, é um dos maiores prestadores de serviços do SUS em Minas Gerais, pois atende a Uberlândia e cerca de 86 a cidades do entorno. Sendo o terceiro no ranking dos maiores hospitais universitário da rede de ensino do Ministério da Educação (BRASIL, 2018). O Hospital possui um serviço de Neonatologia referência em alta

complexidade, composto por quinze leitos na Unidade de terapia intensiva neonatal (UTIN) e 32 leitos destinados a cuidados intermediários (SILVA, 2018).

Por ser um hospital de referência, tem-se uma alta demanda de serviços médicos, que para serem realizados é necessário haver os recursos necessários para que os procedimentos sejam de qualidade. Então o HCU-UFU conta com uma ampla quantidade de pecúlios, como matérias para a realização de cirurgias, exames e procedimentos médicos.

#### **2.1.9.1 Bioengenharia**

Visto que o corpo clínico depende da disponibilidade confiabilidade da infraestrutura hospitalar, foi criado o setor de Bioengenharia no ano 2000, com eixo de atuação em engenharia hospitalar, Engenharia Clínica, ensino e pesquisa. Seu objetivo principal é desenvolver os conhecimentos de engenharia no ambiente hospitalar para então proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados aos pacientes, manter a infraestrutura hospitalar, desenvolver projetos entre outros.

O setor é responsável pela manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos médicos do hospital, gerenciar o processo de aquisição de novos equipamentos, planejar capacitação técnica, entre outros processos administrativos pertinentes a função de engenharia no ambiente hospitalar. O gerenciamento do parque tecnológico e de todas as manutenções, é realizado através do software Sistema de Bioengenharia (SisBiE) implantado no setor em 2014. Quando se faz necessária manutenção nos equipamentos, se abre o chamado pedido de serviço de manutenção (PSM) onde o usuário acompanha todo o processo da manutenção, desde o recolhimento do equipamento até o encerramento do PSM e sua entrega.

A Bioengenharia conta com engenheiros (eletrônico, eletricista, mecânico, civil), arquitetos e técnicos (eletrônica, mecânico, eletricista, refrigeração), pedreiros, serralheiros, encanadores, operadores de caldeira, pintores, secretárias e operacional, subdivididos em setores, cada qual equivalente a sua função. O setor também é responsável pela manutenção do sistema de gases do HCU-UFU e oferece estágios em todas as áreas que atua.

## **2.2 MATERIAIS E MÉTODOS**

A execução deste trabalho se deu em várias etapas:

- Levantamento das necessidades apresentadas pelas incubadoras neonatais para a qualidade e bom funcionamento das mesmas dentro do setor UTINEO;
- Levantamento das necessidades e dificuldades dos técnicos do setor de Bioengenharia do HCU-UFU, em relação ao grande número de manutenção corretiva das incubadoras;
- Criação da manutenção preventiva de 365 dias das incubadoras FANEM VISION ADVANCED 2286;
- Criação do POP das incubadoras FANEM VISION ADVANCED 2286 com o intuito de auxiliar os técnicos a realizarem a manutenção de forma correta.

O trabalho foi desenvolvido no período de 10 de setembro de 2018 a 20 de dezembro de 2018. As etapas e atividades contempladas no POP foram estabelecidas juntamente com os técnicos responsáveis que direcionaram e atribuíram os testes a serem executados. Após serem definidas, as atividades da manutenção preventiva foram cadastradas no sistema SisBiE.

Assim, as atividades foram descritas de forma clara e objetiva, visando ser um manual seguido para futuras preventivas. Os procedimentos definidos para execução da manutenção consistiram em:

- Efetuar o teste inicial de funcionamento da incubadora;
- Realizar uma limpeza geral do equipamento;
- Verificar o estado geral do equipamento;
- Realizar o teste de funcionamento;
- Substituir a bateria de 9v, mangueira de silicone e célula de oxigênio;
- Realizar o teste de segurança elétrica;
- Elaborar o POP.

### **2.2.1 Teste Inicial de Funcionamento**

Inicialmente é necessário realizar todos os testes de funcionamento a fim de verificar se o funcionamento dos parâmetros controlados pelo equipamento, que são a temperatura de ar, temperatura de pele, oxigênio, umidade relativa e sistema de

pesagem. Trata-se de uma garantia de que a incubadora esteja funcionando adequadamente antes de realizar a limpeza do equipamento, uma vez que esta será desmontada para execução da atividade.

### **2.2.2 Limpeza Geral do Equipamento**

A limpeza de um equipamento médico assistencial é classificada em três tipos, sendo elas limpeza concorrente, limpeza terminal e limpeza de manutenção. A concorrente consiste em uma limpeza enquanto o paciente está no leito. A limpeza terminal é realizada após alta, óbito ou transferência do paciente. E a limpeza de manutenção que mantém o padrão de limpeza do equipamento ou ambiente, sendo ela realizada entre a limpeza concorrente e limpeza terminal (COREN, 2018).

Assim, por se tratar de um equipamento médico assistencial é de suma importância a realização de uma limpeza profunda no equipamento tanto externamente, quanto internamente. Sendo a limpeza e desinfecção do equipamento necessária toda a vez que um RN é retirado da incubadora, sempre que o equipamento for recebido, quando estiver em desuso ou for desligada, para segurança do RNPT uma vez que, previne contra agentes infecciosos e ainda previne o mal funcionamento do equipamento.

Para obter uma limpeza eficaz, faz-se necessário desmontar todas as partes integrantes da cúpula e base, e agrupar as partes em categorias. Sendo elas, portinholas, manga íris, abafadores, guarnições, conjunto do leito, barras de inclinação, ventoinha, irradiador da resistência, dobradiças, entre outros. Não se faz necessário separar a cúpula da base da incubadora, pois a mesma oferece a opção de levantar a cúpula para retirada das peças da base e limpeza interna do equipamento.

Os produtos de limpeza não devem possuir nenhum agente que danifique o equipamento. Não deve-se usar esponjas ou palhas de aço, pois podem tirar a transparência da cúpula e danificar outras partes do equipamento. Sendo assim, utilizam-se duas compressas macias, sendo uma para limpeza e a outra para secagem. Os produtos usados variam entre desinfetante, sabão neutro ou detergente enzimático.

Portanto, a limpeza da incubadora é realizada por dentro e por fora, desde a cúpula até os rodízios, e em todas as partes retiradas da mesma com todo cuidado para que não haja nenhum dano ao equipamento.

### 2.2.3 Verificação do Estado Geral do Equipamento

Conforme a Norma ISO 13485 orienta, na área da saúde é sempre bom ter a certeza da qualidade do equipamento, para conforto e segurança do paciente, pois falhas podem ser fatais. A ISO 13485 é uma norma específica para equipamentos médicos e que fornece requisitos específicos para segurança e qualidade dos dispositivos médicos. A fim de melhorar os processos e passar confiabilidade ao paciente (BRASIL, 2010).

Sendo assim, torna-se de fundamental importância a verificação do estado em que se encontra o equipamento. A qualidade do equipamento deve ser prioridade no requisito de manutenção preventiva, visando sempre o bem estar do paciente. Na atividade a ser realizada deve-se olhar minuciosamente todos os componentes da cúpula, base e suporte do equipamento.

Em relação à cúpula deve ser observado se há rachaduras na parte acrílica e se é possível total visualização do RN através da transparência das portas de acesso traseiro e frontal. É necessário verificar se a cúpula contém cinco portinholas em perfeito estado de funcionamento. A manga íris deve estar transparente, sem nenhum rasgo, os oito passa tubos conhecidos como abafadores devem estar sem nenhum dano facilitando assim a passagem e posicionamento dos cabos, circuitos de ventiladores ou outras aplicações diversas. As duas paredes internas não devem conter nenhuma parte quebrada ou rachada, pois devem estar em bom estado para melhora e otimização do controle das temperaturas no interior da cúpula.

As bases superior e inferior da incubadora deverão estar em bom estado, a ventoinha deve conter a presilha para impedir barulho intenso quando a mesma girar. O sensor de calor deve estar fixado na base, posteriormente ao irradiador da resistência de aquecimento. As hastes do trendelenburg devem estar inteiras, movimentando quando acionadas e suportando o peso do conjunto do leito com o RNPT.

Em relação ao display da incubadora deve ser verificado se todas as teclas são acionadas quando clicadas, se a película não está rasgada e o contraste regulado. No suporte da incubadora deve-se verificar se os rodízios estão gastos e os freios funcionando, para que uma vez acionados realizem sua função perfeitamente.

Dessa forma, deve-se verificar atenciosamente cada peça e parte da incubadora, para uma boa qualidade do equipamento e assim possibilitando uma assistência efetiva e segura para o RNPT.

## **2.2.4 Teste de Funcionamento**

Como qualquer outro equipamento médico-assistencial, as incubadoras podem apresentar mau funcionamento. Assim, neste processo são realizados testes funcionais de todas as funções da incubadora, a fim de verificar se o equipamento está operando de forma confiável e otimizada.

Ao realizar o teste de funcionamento da temperatura do ar e umidade relativa é utilizado o dispositivo Thor Multitester para medição da umidade e temperatura. É inserida dentro da cúpula a sonda de T/UR para que sejam comparados os parâmetros medidos pelo mesmo e os parâmetros da incubadora.

### **2.2.4.1 Sistema de Pesagem**

Para aferição do sistema de pesagem da incubadora, primeiramente é realizado a nivelção do conjunto de leito do equipamento garantindo que o mesmo esteja no mesmo nível dos dois lados e que não esteja apoiado na cúpula, pois isso pode interferir no processo de pesagem.

Primeiramente é acionada no display a opção de balança, e pressionado a tecla tara para zerar a balança, quando a opção “Coloque o RN sobre o leito” aparece então é colocado no quadrante do meio do leito o peso padrão, logo após verifica-se o peso no display.

Em seguida o peso é retirado e a operação é repetida mais duas vezes, sendo para os quadrantes das laterais. A operação é repetida pelo menos com mais dois pesos padrão distintos. Variações de +/- 2 gramas são permitidas. (FANEM, 2018).

### **2.2.4.2 Umidade Relativa**

Para o teste de funcionamento da umidade primeiramente é necessário adicionar a água destilada no reservatório de umidade através de sua tampa superior. Só deve ser usada água destilada para este procedimento, uma vez que água de torneira pode conter organismos que podem proliferar na água aquecida do umidificador.

Em seguida, deve-se retirar a mangueira de drenagem do niple de espera superior e com o auxílio de uma seringa sem agulha impulsionar o ar contido na seringa na mangueira de drenagem, a operação é repetida pelo menos por mais duas vezes. Este procedimento é necessário para retirar qualquer vestígio de bolhas de ar

contidas dentro da mangueira de umidificação, responsável por conduzir a água destilada prevenindo falhas na umidificação do equipamento.

No próximo passo, por meio do painel de controle é necessário ajustar a umidade. Assim, utilizando-se as teclas de decréscimo e acréscimo é possível selecionar a umidade desejada que varie entre 30 a 95% de umidade relativa (UR). Inicialmente é acionada a opção de 95% UR, pois é necessário utilizar níveis de umidade altos para verificar a capacidade de condensação nas paredes internas da cúpula, uma vez que esta condensação está relacionada com a temperatura e umidade dentro da incubadora, em seguida realiza-se o teste selecionando 80% e 70% URs.

Quando um valor da UR é ajustado, o próprio sistema seleciona automaticamente os pontos de alta e baixa umidade, sendo assim possível realizar o teste de funcionamento do alarme. Assim, um alarme audiovisual será acionado automaticamente toda vez que ocorrer uma condição de alta ou baixa umidade e ainda de nível baixo de água. A indicação do alarme será mostrada no display junto à opção de UR.

As guarnições da cúpula da incubadora devem estar em perfeito estado e instaladas corretamente, pois qualquer abertura da incubadora irá fazer com que a UR diminua (FANEM, 2018).

#### **2.2.4.3 Temperatura do Ar e Pele**

No modo de operação Ar, por meio do painel utilizando as teclas de Acréscimo e Decréscimo é possível selecionar a temperatura que varia de 20 a 37°C ou 37 a 39°C acionando a opção >37°C. Inicialmente a opção 36° é acionada, em seguida é utilizada a temperatura de 35°C.

Quando um valor da temperatura do ar é ajustado, o próprio sistema seleciona automaticamente os pontos de alta e baixa temperatura, sendo possível realizar o teste de funcionamento do alarme. E quando ocorrer alta ou baixa temperatura a incubadora irá acionar o alarme audiovisual que poderá ser visto junto à opção de temperatura do ar no painel de controle. E se houver alta temperatura o fornecimento de potência para a resistência de aquecimento é desligado automaticamente.

Uma vez selecionada a temperatura do ar desejada, a incubadora iniciará o processo de aquecimento. No primeiro ciclo a temperatura do ar aumentará sucessivamente ultrapassando 1°C da temperatura selecionada, em seguida irá se igualar com a temperatura selecionada. Quando igualadas o próprio sistema ficará controlando entre 0 a 10% da potência.

No modo de operação pele, a temperatura varia entre 34 a 37°C ou de 37 a 38° acionando-se a opção >37°C. O modo de teste da temperatura da pele é semelhante ao modo de temperatura do ar, exceto que o responsável pelo monitoramento da temperatura da pele é o sensor de pele conectado na incubadora.

Mesmo quando a opção do modo pele está selecionada, aparece no display a temperatura do Ar para informação. Da mesma forma acontece quando o modo Ar estiver selecionado e o sensor de pele ainda estiver conectado na incubadora, o display continuará informando a temperatura da pele atual, mas não o controlará. A temperatura seja no modo pele ou modo Ar, não pode diferir da temperatura apresentada mais que 0,5°C (FANEM, 2018).

#### **2.2.4.4 Calibração do Oxigênio**

Para a calibração das células de oxigênio é necessário rotacionar o compartimento para a parte externa da incubadora até sua total abertura. No display selecione a tela de calibração do oxigênio, pressione então a tecla “calibrar” e aguarde a opção “calibração concluída com sucesso” aparecer na tela.

#### **2.2.5 Substituição de Peças**

Conforme o manual da incubadora sugere, algumas peças da incubadora devem ser substituídas como parte da realização da manutenção preventiva. São elas, mangueira de silicone, células de oxigênio e bateria recarregável de 9v.

Para substituição da mangueira de silicone primeiramente é necessário que se abra a unidade controladora da incubadora, em seguida é necessário retirar a tampa traseira do reservatório de água, retirar o lacre da mangueira e assim retirar a mangueira de silicone. Com a unidade controladora aberta é possível realizar a troca da bateria recarregável de 9v que se encontra dentro da base inferior da incubadora.

Em seguida, faz-se necessário abrir o compartimento da célula de oxigênio, para retirada das células vencidas e substituí-las por novas células.

#### **2.2.6 Teste de Segurança Elétrica**

A garantia da segurança elétrica na utilização da tecnologia médico-hospitalar depende basicamente de três fatores: rede elétrica, conformidade do equipamento com as normas e a regularidade dos testes do equipamento. Sendo assim os testes de

segurança elétrica são aplicados conforme a classe do equipamento e o grau de proteção contra choque elétrico.

Por sua vez, a incubadora neonatal sendo um EMA é alimentada por uma fonte externa sendo classificada como classe II com grau de proteção do tipo CF. A classe II é composta por todo equipamento no qual a proteção contra choque elétrico não se fundamenta apenas na isolação básica, mas incorpora precauções de segurança adicionais, como isolação dupla ou reforçada. E o equipamento é do tipo CF pois fornece um maior grau de proteção ao paciente, onde a isolação é alcançada pelo aumento das partes aterradas, limitando ainda mais a intensidade da possível corrente fluindo através do paciente.

O teste de segurança elétrica assegura a correta funcionalidade e segurança das incubadoras, verifica a resistência do aterramento do equipamento, previne fuga de corrente elétrica ou falhas, que causam risco ao RNPT e ao profissional.

O teste de segurança elétrica é realizado utilizando-se o analisador de segurança elétrica do laboratório de qualidade da Biengenharia do HCU-UFU. Sendo realizado em duas etapas, sendo a primeira etapa teste de resistência do aterramento da incubadora e a segunda o teste de corrente de fuga da mesma.

O analisador é conectado em um ponto de aterramento da incubadora e ligado no plug de energia. Na primeira etapa é analisa-se a resistência do aterramento do equipamento. Para que o equipamento seja aprovado nessa etapa é necessário que o mesmo fique abaixo de 0.200 Ohms. Vale ressaltar que caso o equipamento não passe no primeiro teste não é possível prosseguir com o teste.

Assim, o teste de corrente de fuga é realizado automaticamente, e o analisador mostrará se o equipamento foi aprovado ou não.

Conforme a norma NBR IEC 62353, o teste de segurança elétrica em equipamentos médicos hospitalares, faz se necessária toda vez que um equipamento passa por manutenção sendo ela, corretiva ou preventiva, ou quando o equipamento é adquirido. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

### **2.2.7 Elaborar o POP**

Para desenvolvimento do POP utilizou-se o layout do setor como padrão, onde o cabeçalho do mesmo é demonstrado pela Figura 2. Os procedimentos relatados pelo POP foram baseados no manual técnico da incubadora, nas necessidades do setor e nas normas vigentes no Brasil. Todos os procedimentos foram descritos

detalhadamente e cada ação executada foi fotografada a fim de torná-lo objetivo, claro e lógico para melhor compreensão do executor, buscando minimizar assim a ocorrência de falhas durante a manutenção.

**Figura 2 - Cabeçalho do POP**

|                                                                                                                                 |                                                    |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  <b>Hospital de Clínicas<br/>De Uberlândia</b> | <b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL<br/>PADRÃO</b>         |                            |
| <b>Título: Protocolo de<br/>Manutenção Preventiva<br/>Incubadora FANEM<br/>Vision Advanced 2286</b>                             | <b>Elaborado por:</b><br>Ellyesânia Silva Coutinho | <b>Data:</b><br>12/09/2018 |
|                                                                                                                                 | <b>Versão:</b> 1.0                                 | <b>Data:</b><br>12/09/2018 |
|                                                                                                                                 | <b>Periodicidade: 365 dias</b>                     |                            |

Fonte: (da Autora).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente, o HCU-UFU possui no setor de UTINEO quinze incubadoras do modelo FANEM VISION ADVANCED 2286. Sendo assim, após a elaboração do POP (ANEXO A) foi realizado no próprio setor de Bioengenharia a manutenção preventiva de todas as incubadoras, sendo uma de cada vez e seguindo cuidadosamente o passo a passo das atividades descritas no POP.

O POP foi testado pelos técnicos e estagiários da Bioengenharia. À medida que as manutenções eram realizadas o POP era modificado e aperfeiçoado de acordo com as necessidades de adequação, ou por dificuldade de entendimento dos profissionais com e sem experiência do setor.

Desse modo, ao realizar as manutenções preventivas foi possível notar o quanto foi benéfico para os equipamentos a implantação desta atividade e quão é importante a elaboração do POP para a realização da mesma, devido às diversas etapas da manutenção das incubadoras conterem muitos detalhes que se passarem despercebidos pelo executor podem provocar danos ao equipamento e consequências ao paciente e até aos que o operam, podendo resultar em eventos adversos.

No decorrer da manutenção preventiva utilizando o POP detectou-se a importância de descrever que o conteúdo detalhadamente, assim como sua aplicação deve ser de forma simples e objetiva, com figuras que consigam captar fielmente o que deve ser feito para o completo entendimento dos funcionários e estagiários que serão os responsáveis pelas próximas manutenções preventivas do equipamento.

Portanto, o POP elaborado foi a base para garantia da padronização da manutenção preventiva das incubadoras, e assim certamente garantirá uma melhor funcionalidade ao equipamento, sendo que esta padronização foi necessária para obtenção de um produto livre de variações indesejáveis na sua qualidade final, garantindo ao RN e profissional da saúde segurança ao utilizá-lo.

### **3 CONCLUSÃO**

A criação do POP permitiu perceber como é necessário detalhar as etapas e figuras para que o executor consiga captar e compreender o que deve ser feito na MP.

Observou-se que o cuidado com o texto elaborado é fundamental para que não hajam dúvidas no que deve ser executado.

Testar o POP com os profissionais elevou sua qualidade, sendo que as sugestões e auxílio dos técnicos foram de grande valia para a melhorar a clareza, detalhamento e qualidade técnica do mesmo. Assim, com a introdução do POP no setor colabora-se para a padronização das MPs entre os profissionais do setor.

As atividades da manutenção preventiva das incubadoras FANEM Vision 2286 elaboradas neste trabalho foram cadastradas no SisBiE e executadas no setor, onde funcionaram de maneira eficiente. Porém este processo deve ser revisto periodicamente, pois muitas manutenções preventivas são executadas de acordo com as condições e situações dos EASs. (GODÓI, 2016).

O POP mostrou-se uma ferramenta importante no gerenciamento feita pela Engenharia Clínica nos EASs, pois ressaltou a importância das MPs e também da existência de uma ferramenta padronizada para sua execução e, no caso do POP desse trabalho, contribuindo para o bom funcionamento das incubadoras neonatais elevando a qualidade do cuidado com o RNPT.

Sugere-se como próxima etapa a ser desenvolvida neste trabalho, a adaptação do POP para todos os modelos de incubadoras presentes no HCU-UFU para que seja realizada a manutenção preventiva de 365 dias em todas elas, contribuindo assim para elevar a qualidade e segurança das manutenções das incubadoras e consequentemente possibilitar o aumento o tempo de vida útil em como o tempo de disponibilidade deste equipamento na instituição.

## 4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, (ABNT). **NBR IEC 62353: Equipamento Elétrico Médico - Teste e Teste Recorrentes após o Reparo de Equipamentos Elétrico Médicos**. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Alerta 2721 (Tecnovigilância) - GE Healthcare do Brasil - Incubadora Giraffe - Possibilidade de Contaminação Caso as Vedações do Dossel não Sejam Adequadamente Higienizadas**. – Informações Técnicas – ANVISA. BRASÍLIA, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2QCh2GJ>> Acesso em: 10 dez. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC 2, de 25 de janeiro de 2010**. Boas Práticas em Serviços de Saúde. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/rdc-2-de-25-de-janeiro-de-2010>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRONZINO, J. D. **Management of Medical Technology: A Primer for Clinical Engineers**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992. 451 p.

BORGES, I. P. C. **Análise de Indicadores de Manutenção dos Ventiladores Pulmonares do HCU-UFU**. 2014. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

CALIL, S. J.; GOMIDE, E.T. (Org.) **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: Capacitação a distância**. Brasília, 2002. 379 p.

CAPUANO, M.; KORITKO, S. Risk-oriented maintenance. **Biomedical Instrumentation & Technology**, Ontario, v. 30, n. 1, p. 25-37, 1996.

CHEN, David. Enterprise Interoperability Framework. In: **EMOI-INTEROP**. 2006. Disponível em: <[http://www.academia.edu/20445128/Enterprise\\_Interoperability\\_Framework\\_and\\_Knowledge\\_Corpus-Final\\_report\\_Annex\\_Knowledge\\_Pieces](http://www.academia.edu/20445128/Enterprise_Interoperability_Framework_and_Knowledge_Corpus-Final_report_Annex_Knowledge_Pieces)>. Acesso em: 10 dez. 2018.

COREN. CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DA BAHIA. **Parecer Coren – BA nº 029/2013**. Disponível em: <[http://ba.corens.portalcofen.gov.br/parecer-coren-ba-0292013\\_8133.html](http://ba.corens.portalcofen.gov.br/parecer-coren-ba-0292013_8133.html)>. Acesso em: 20 nov. 2018.

COSTA, C. C; TONETE, V. L. P.; LIMA, C. M. G. Conhecimentos e Práticas de Manuseio de Incubadoras Neonatais por Profissionais de Enfermagem. In: **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 174-180, 2016.

COSTA, E. J. L. et al. Uso Adequado de Incubadora Neonatal na Assistência em Saúde. **VIII Semestre**. João Pessoa, 2009.

DUARTE, R. L. Procedimento Operacional Padrão: a Importância de se Padronizar Tarefas nas BPLC. **Curso de BPLC**. Belém, 2005.

EBSERH. **2º Encontro de Engenharia Clínica da Rede Ebserh**. Disponível em: <<http://www.ebserh.gov.br/galeria-de-imagens/2017-08-01-2o-encontro-de-engenharia-clinica-da-rede-ebserh>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

FANEM (ORG.). **Incubadora para Recém-Nascidos Modelo VISION ADVANCED 2286**. São Paulo, 2009. 92 p.

FERREIRA, E. C. **Cuidados com a Incubadora Neonatal**. Disponível em: <[http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/393018/cuidados\\_com\\_a\\_incubadora\\_neonatal.pdf](http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/393018/cuidados_com_a_incubadora_neonatal.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

GODOI, C. M. **Análise da Disponibilidade de Equipamentos Médico-Assistenciais após Reestruturação da Programação de Manutenção Preventiva em um Hospital Público de Grande Porte e Alta Complexidade**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

GONZÁLEZ, L. H. Termoregulación em Recién Nacido. In: **Servicio Neonatología. Servicio Neonatología Hospital Clínico Universidad de Chile**. Manual sobre Neonatología, v. 1, p. 34-40, 2001.

GOODMAN, G. The profession of clinical engineering. In: **Journal of clinical engineering**, Filadélfia, v. 14, n. 1, p. 27-37, 1989.

GORDON, G. J. Hospital technology management: the Tao of clinical engineering. In: **Journal of clinical engineering**, Filadélfia, v. 15, n. 2, p. 111-117, 1990.

HCU-UFU. Hospital de Clínicas de Uberlândia. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

IAIONE, F. **Desenvolvimento de um equipamento eletrônico para o ensaio de incubadoras infantis**. 1999. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

ITU: COMMITTED T CONNECTING THE WORLD. **E-Health Standards and Interoperability**. 2012. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-T/techwatch/Pages/ehealth-standards.aspx>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

KAUR, M. et al. **How to procure and commission your healthcare technology: Healthcare technology management consultant**. 1ª. ed. Hertfordshire: Teaching-aids At Low Cost, 2005. 352 p.

LUCATELLI, M. V. **Estudo de procedimentos de manutenção preventiva de equipamentos eletromédicos**. 1998. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **Manutenção-combate aos custos da não-eficácia: a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil Ed., 1993. 373 p.

NUNES, E. L. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. 2001. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

OLIVEIRA, H. C. **Avaliação dos custos diretos de materiais utilizados na manutenção dos equipamentos médico-assistenciais do Hospital de Clínicas de**

**Uberlândia.** 2017. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

OLIVEIRA, M. A. **Sistema de Desempenho de Ensaio de uma Incubadora Neonatal.** 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

PENTÓN, Y. B.; MARTÍNEZ, E. M. P. Procedimiento para la Selección de Alternativas de Mantenimiento para Activos Fijos Hospitalarios. In: **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v.5, n.2, 2001.

PINHEIRO, E. M. et al. Ruído na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal e no Interior da Incubadora. In: **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 5, 2011.

RAMOS, C. G. B. B, SOUZA, A. M. **A evolução das Incubadoras e suas Funcionalidades para Recém-nascidos Prematuros Extremos.** VI SECEB – Seminário de Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica. 2017.

REICHERT, A. P.; LINS, R. N. P.; COLLET, N. Humanização do Cuidado da UTI Neonatal. In: **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, v. 9, n. 1, 2007. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/7148>>.

RODRIGUES, R. G; OLIVEIRA, I. C. S. Os Primórdios da Assistência aos Recém-Nascidos no Exterior e no Brasil: Perspectivas para o Saber de Enfermagem na Neonatologia (1870- 1903). In: **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, v. 6, n. 2, 286-291, 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/fen/article/view/809/924>>.

ROLIM, K. M. C. et al. Cuidado quanto a Termorregulação do Recém-nascido Prematuro: O olhar da Enfermeira. In: **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste.** Fortaleza, v. 11, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufc.br/rene/article/view/4521>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

SANTOS, L. M. Identificação e Tratamento da Dor no Recém-Nascido Prematuro na Unidade de Terapia Intensiva. In: **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 65, n. 2, p. 269-275, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71672012000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672012000200011)>.

SILVA, L. B. **Análise de Indicadores de Manutenção das Incubadoras do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia,** Uberlândia. 2018. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

SOUZA, A. F. et al. **Gestão de Manutenção em Serviços de Saúde.** 1ª. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 182 p.

VILHENA, C. L. et al. **Desenvolvimento de Procedimento Operacional Padrão de Manutenção Preventiva de Esfigmomanômetros Aneróides.** In: Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica. Uberlândia: Center Convention, 2018. Disponível em: <<http://www.sbeb.org.br/site/anais-do-cbeb/>>.

## ANEXO A

|                                                                                                                                 |                                                    |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  <b>Hospital de Clínicas<br/>De Uberlândia</b> | <b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL<br/>PADRÃO</b>         |                                   |
| <b>Título: Protocolo de<br/>Manutenção Preventiva<br/>Incubadora FANEM<br/>VISION ADVANCED<br/>2286</b>                         | <b>Elaborado por:</b><br>Ellyesânya Silva Coutinho | <b>Data:</b><br><b>12/09/2018</b> |
|                                                                                                                                 | <b>Versão:</b> 1.0                                 | <b>Data:</b><br>12/09/2018        |
|                                                                                                                                 | <b>Periodicidade: 365 dias</b>                     |                                   |

## SUMÁRIO

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETIVO .....                                  | 1  |
| 2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO.....                    | 1  |
| 3. SEQUÊNCIA DE TESTE .....                        | 1  |
| 3.1 Teste de Funcionamento Inicial .....           | 1  |
| 3.2 Limpeza Geral .....                            | 1  |
| 3.2.1 Montagem das peças .....                     | 6  |
| 3.3 Verificação do Estado Geral .....              | 8  |
| 3.4 Substituição de peças .....                    | 9  |
| 3.4.1 Bateria 9V .....                             | 9  |
| 3.4.2 Mangueira de silicone .....                  | 10 |
| 3.4.3 Células de oxigênio .....                    | 11 |
| 3.5 Teste de funcionamento .....                   | 12 |
| 3.5.1 Sistema de Pesagem .....                     | 12 |
| 3.5.2 Umidade Relativa do Ar .....                 | 13 |
| 3.5.2.1 Teste do Alarme da Umidade Relativa .....  | 16 |
| 3.5.3 Temperatura do Ar .....                      | 16 |
| 3.5.3.1 Teste do Alarme da Temperatura do Ar ..... | 16 |
| 3.5.4 Calibração da Célula de Oxigênio .....       | 17 |
| 3.6 Teste de Segurança Elétrica .....              | 18 |

## **1. OBJETIVO**

Este documento tem como objetivo orientar o profissional da Bioengenharia na manutenção preventiva anual da incubadora FANEM VISION ADVANCED 2286, executando as atividades descritas abaixo.

## **2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO**

- Chave Philips;
- Chave de Fenda;
- Compressa;
- Sabão Neutro;
- Analisador de Segurança Elétrica;
- Pesos Padrão;
- Água Destilada;
- Seringa;
- Thor;
- Abraçadeira Hellermann;
- Alicates de Corte.

## **3. SEQUÊNCIA DE TESTE**

### **3.1 – Teste de Funcionamento Inicial**

Antes que as atividades pertinentes à manutenção preventiva sejam realizadas, faz-se necessário realizar um teste de funcionamento no equipamento, a fim de verificar se todos os parâmetros do equipamento estejam funcionando.

### **3.2 - Limpeza Geral**

Para iniciar a atividade, é necessário desmontar todas as partes constituintes da cúpula e base do equipamento. Com o auxílio das chaves de fenda e philips desmonte as seguintes peças da incubadora:

- Portinholas;
- Manga íris;
- Abafadores;
- Guarnições;
- Conjunto do leito;
- Barras de inclinação;
- Ventoinha;
- Irradiador da resistência;
- Dobradiças;
- Mangueira de silicone;
- Parte traseira e frontal da cúpula.

A Figura 1 exemplifica como deve ficar o equipamento após realizar a desmontagem.



**Figura 1 - Incubadora desmontada para limpeza.**

Em seguida, para maior facilidade ao realizar a limpeza, separe as partes retiradas da incubadora em categorias, conforme ilustra a Figura 2.



**Figura 2 - Peças da incubadora separadas em categorias.**

Com uma compressa macia e uma solução neutra realize a limpeza de toda a incubadora desde a cúpula até os rodízios da mesma, conforme as Figuras 3 e 4 demonstram.



**Figura 3 - Limpeza da base da incubadora.**



**Figura 4 - Limpeza da base da incubadora 2.**

Em seguida, para uma limpeza mais eficaz das peças da incubadora, selecione uma categoria por vez e lave com o auxílio de uma esponja macia e sabão neutro, até que todas as partes estejam limpas e coloque-as para secar, conforme as Figuras 5, 6 e 7.



**Figura 5 - Dobradiças e Abafadores limpos.**



**Figura 6 - Portinholas e Guarnições limpas.**

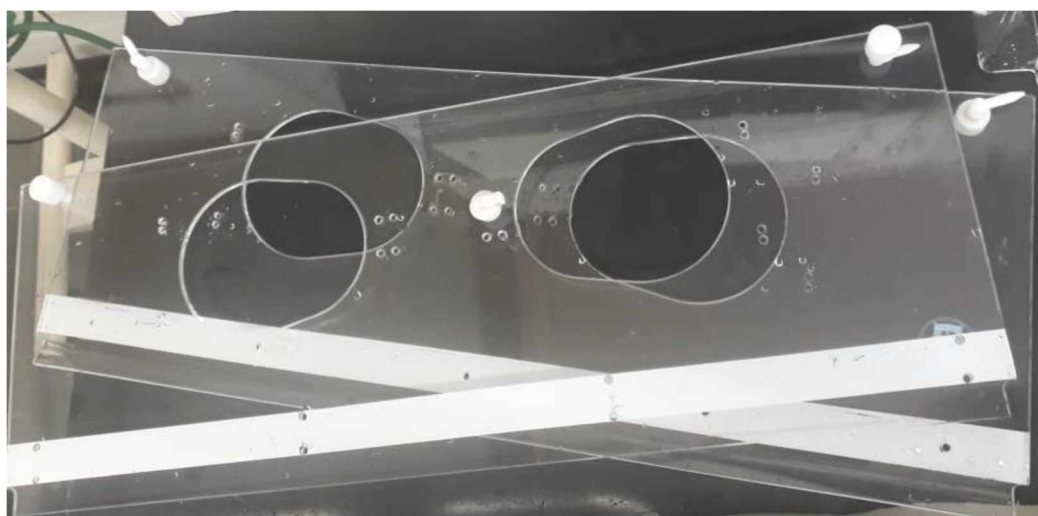


**Figura 7 -Tampa frontal e traseira limpas.**

Para a realização da limpeza do equipamento, não deve ser utilizado produtos que danifiquem o acrílico ou base do equipamento. De maneira nenhuma deve se utilizar esponja ou palhas de aço, uma vez que, estas retiram a transparência da cúpula e danificam demais partes do equipamento.

### **3.2.1 Montagem das Peças**

Após a realização da limpeza é necessário montar as peças do equipamento. Inicialmente, monte as partes frontal e traseira da cúpula, em seguida parafuse as dobradiças das portinholas em seus respectivos lugares, conforme ilustra as Figuras 8 e 9.



**Figura 8 - Dobradiças parafusadas na cúpula.**

Para parafusar a dobradiça que contém a mola juntamente com a portinhola na cúpula, coloque a mola dentro da dobradiça, encaixe a dobradiça na portinhola, em seguida gire a dobradiça em 360° em direção onde a portinhola irá abrir, conforme demonstra as Figuras 9.



**Figura 9 - Parafusando a dobradiça com mola.**

Em seguida, coloque as guarnições e abafadores e todas as partes constituintes da incubadora em seus respectivos lugares conforme as Figuras 10 e 11.

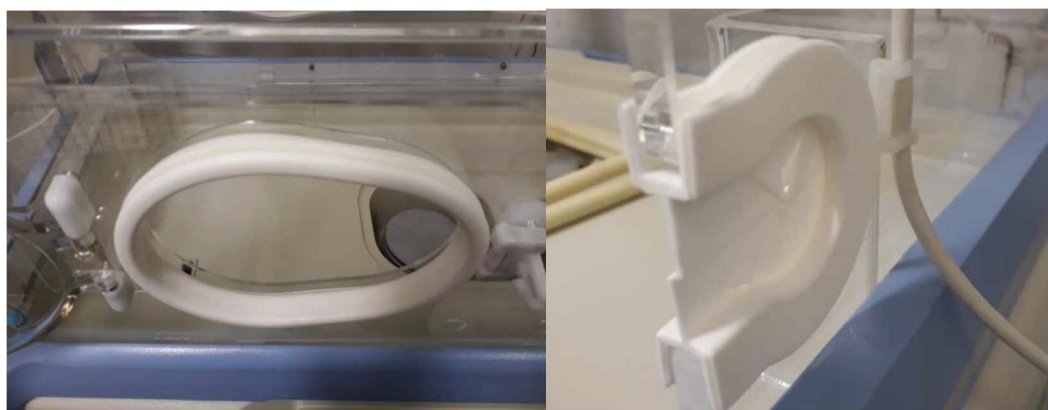


**Figura 10 - Guarnição e abafador em seus respectivos lugares.**



Figura 11 - Manga Íris posicionada corretamente.

### 3.3 – Verificação do Estado Geral

Deve ser verificado atentamente se o equipamento está com alguma parte danificada que prejudique seu funcionamento, assim deve se analisar a cúpula, base inferior e superior, display e suporte. Assim:

- Verifique se a cúpula contém alguma rachadura na parte acrílica e se é possível total visualização do RN através da transparência das portas de acesso traseiro e frontal;
- Verifique se o equipamento contém cinco portinholas sem nenhum dano que interfira no seu funcionamento;
- Verifique se as molas das dobradiças não estão quebradas ou danificadas e se a trave da dobradiça não está rasgada;
- Verifique se a manga Íris está transparente e sem nenhum rasgo;
- Verifique se os abafadores estão rasgados;
- Verifique se as paredes internas da incubadora não estão quebradas ou com alguma rachadura;
- Verifique se a ventoinha está quebrada e se possui sua presilha;
- Verifique se o sensor de calor está fixado na base da incubadora;
- Verifique se as hastes do trendelenburg estão inteiras, se estão firmes sendo capaz de segurar o peso do conjunto de leito e o RN, e se as mesmas estão funcionando para baixo e para cima quando acionadas;
- Verifique se todas as teclas do display estão funcionando quando selecionadas, e se a película do display não contém nenhum rasgo;
- Verifique se o contraste do display pode ser regulado;
- Verifique se os rodízios do suporte não estão gastos, e se os freios estão funcionando normalmente.

As Figuras 12 e 13 demonstram como devem estar alguns componentes citados acima.

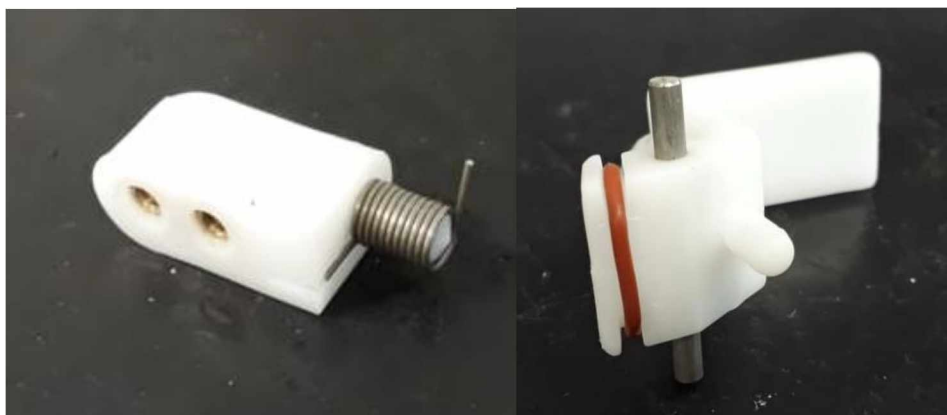


Figura 12 - Mola e borracha das dobradiças em perfeito estado de uso.

Caso algum componente da incubadora esteja danificado ou faltando, deve ser providenciado o reparo ou substituição do mesmo, conforme exemplifica a Figura 13.



Figura 13 - Presilha sendo colocada na ventoinha.

### 3.4 – Substituição de peças

Para o bom funcionamento do equipamento é necessário realizar a substituição de alguns componentes da incubadora. Sendo este, bateria de 9V, célula de oxigênio e mangueira de silicone.

#### 3.4.1 – Bateria de 9V

Para substituição da bateria de 9V é necessário abrir a unidade controladora da incubadora conforme a Figura 14.



Figura 14 – Unidade controladora aberta.

Em seguida, remova o conector e retire a bateria do suporte metálico. Logo após, substitua por uma nova bateria e conecte novamente o conector na bateria. A Figura 15 demonstra como deve ser realizado.



Figura 15 - Bateria de 9V sendo substituída.

### 3.4.2 – Mangueira de Silicone

Ainda com a unidade controladora aberta, retire a abraçadeira hellermann (lacre) com a ajuda de um alicate de corte. Em seguida, retire a mangueira de silicone conforme a Figura 16.



Figura 16 – Mangueira de silicone sendo removida.

Abra a tampa traseira da incubadora e remova a tampa juntamente com a mangueira de silicone, conforme as Figuras 17 e 18. Posteriormente, com uma chave Philips retire os parafusos que sustentam a haste da mangueira e remova – a da tampa. Em seguida, coloque a nova mangueira.



Figura 17 – Mangueira de silicone removida.



Figura 18 – Mangueira de silicone substituída.

Posicione a mangueira em seu respectivo lugar. Para que a mangueira não seja removida, coloque outra abraçadeira, corte o excesso e posicione a tampa traseira e enrosque os parafusos da mesma, como mostrado na Figura 19.



Figura 19 – Mangueira de silicone sendo reconectada.

### 3.4.3 – Célula de Oxigênio

Para troca das células de oxigênio, abra o compartimento das células e remova – o, retirando os parafusos com uma chave Philips. Em seguida, retire a tampa do compartimento, desconecte as células e as substitua, conforme a Figura 20.



Figura 20 – Troca das células de oxigênio.

### 3.5 – Teste de Funcionamento

Para realização apropriada do teste de funcionamento é analisados, o sistema de pesagem, a umidade relativa do ar, temperatura do ar e pele e seus respectivos alarmes e também a calibração das células de oxigênio.

#### 3.5.1 – Sistema de Pesagem

Para aferição do sistema de pesagem da incubadora, primeiramente realize a nivelção do conjunto de leito do equipamento, verifique se o mesmo está no mesmo nível dos dois lados. Verifique se o leito não está apoiado na cúpula, pois isso pode interferir no processo de pesagem.

Após a nivelção, selecione no painel de controle a opção de balança, e pressione a tecla tara para zerar a balança, aguarde até que a opção “Coloque o RN sobre o leito” apareça.



Figura 21 – Tara do Sistema de Pesagem.

Em seguida, coloque no quadrante do meio do leito o peso padrão, logo após verifique o peso lido no painel. O procedimento é ilustrado nas Figuras 22 e 23.



**Figura 22 – Verificação do Sistema de Pesagem.**



**Figura 23 – Peso lido pela incubadora.**

Em seguida repita a operação por pelo menos mais duas vezes, usando diferentes pesos padrão. Variações de  $\pm 2$  gramas são permitidas.

### **3.5.2 – Umidade Relativa**

Inicialmente coloque o reservatório de umidade no compartimento do mesmo, adicione a água destilada no reservatório através de sua tampa superior. Só deve ser usada água destilada para este procedimento, uma vez que água de torneira pode conter organismos que podem proliferar na água aquecida do umidificador. A Figura 24 demonstra o procedimento.



**Figura 24 – Reservatório de umidade.**

Logo após, retire a mangueira de drenagem do niple de espera superior e com o auxílio de uma seringa sem agulha impulse o ar contido na seringa na mangueira de drenagem, repita a operação pelo menos por mais duas vezes. O passo a passo do procedimento é demonstrado na Figura 25.



**Figura 25 – Ar sendo retirado da mangueira de drenagem.**

No painel de controle ajuste a umidade, utilizando as teclas de decréscimo e acréscimo selecione a umidade de 95% UR. Através de um dos abafadores passe a sonda T/UR do Thor, para comparar os parâmetros de umidade lidos pelo aparelho e o da incubadora. Aguarde até que as paredes internas da cúpula estejam em estado de condensação, conforme a Figura 26.



**Figura 26 - Umidade Relativa a 95%.**

Verifique no painel qual o valor da UR lido pela incubadora e compare com o parâmetro lido no Thor, conforme Figura 27.



**Figura 27 – Parâmetros UR comparados.**

Em seguida, repita a operação ajustando a UR para 80% e 70%, respectivamente, aguarde o equipamento estabilizar a UR e em seguida compare os parâmetros do painel com o Thor.

### 3.5.2.1 – Teste de Alarme da Umidade Relativa

Quando um valor da UR é ajustado, o próprio sistema seleciona automaticamente os pontos de alta e baixa umidade, sendo assim possível realizar o teste de funcionamento do alarme.

Um alarme audiovisual será acionado automaticamente toda vez que ocorrer uma condição de alta ou baixa umidade e ainda de nível baixo de água. A indicação do alarme será mostrada no painel junto à opção de UR.

### 3.5.3 – Temperatura do Ar

No modo de operação Ar, no painel utilizando as teclas de Acréscimo e Decréscimo, selecione a opção 36°C. Aguarde até que a incubadora estabilize o processo de aquecimento e em seguida compare o parâmetro lido no painel com o parâmetro apresentado no Thor. A temperatura apresentada não pode diferir mais que 0,5°C. A Figura 28 demonstra o procedimento.



Figura 28 – Parâmetros de temperatura comparados.

### 3.5.3.1 – Teste do Alarme da Temperatura do Ar

Quando um valor da temperatura do ar é ajustado, o próprio sistema seleciona automaticamente os pontos de alta e baixa temperatura, sendo possível realizar o teste de funcionamento do alarme.

E quando ocorrer alta ou baixa temperatura a incubadora irá acionar o alarme audiovisual que poderá ser visto junto à opção de temperatura do ar no painel de controle.

### 3.5.4 – Calibração da Célula de Oxigênio

No display selecione a tecla de oxigênio, pressione então a tecla calibrar e siga as instruções do equipamento, conforme demonstra a Figura 29.



Figura 29 – Procedimento de calibração da célula de oxigênio.

Abra o compartimento da célula de oxigênio e pressione novamente a tecla calibrar e aguarde o procedimento de calibração ser realizado. As Figuras 30 e 31 exemplificam o procedimento.



Figura 30 – Procedimento de calibração da célula de oxigênio.

Quando o procedimento for concluído, será informado no display do equipamento, feche o compartimento e volte à tela principal.



Figura 31 – Calibração concluída com sucesso.

### 3.6 – Teste de Segurança Elétrica

Para garantir a qualidade do equipamento e segurança do paciente é necessário realizar o teste de segurança elétrica no qual se analisa a resistência do aterramento e correntes de fuga. Com o auxílio do analisador de segurança elétrica, o teste é realizado em duas etapas.

O primeiro teste a ser realizado é o da resistência do aterramento. Então, conecte o analisador a incubadora através do cabo de alimentação e cabo de aterramento no conector de alimentação AC e pino terra de proteção, respectivamente. A Figura 32 demonstra como deve ser realizada a conexão.



Figura 32 – Analisador de segurança elétrica conectado na incubadora.

No analisador aperte a tecla que indica CLASSE II e em seguida a tecla que indica o TIPO CF, e por fim a tecla NEXT, assim se inicia o teste de resistência do aterramento da incubadora.

Faça a leitura do valor apresentado no analisador, o qual deve estar abaixo de 0.200 Ohms, conforme demonstra a Figura 33.

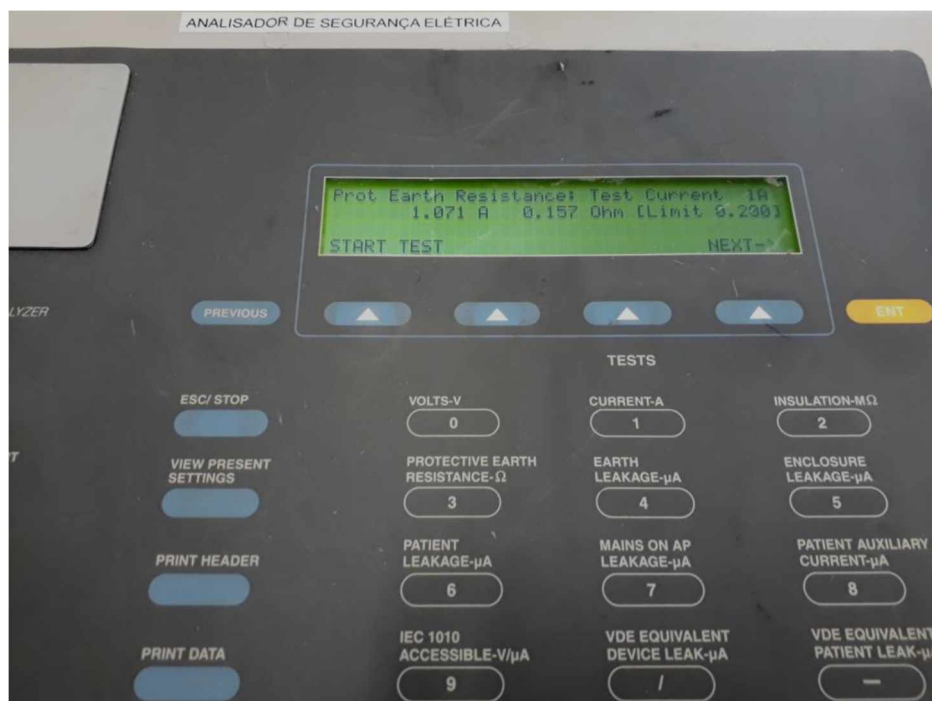


Figura 33 – Teste de resistência do aterramento da incubadora.

Como demonstrado na Figura 33, o equipamento encontra-se dentro do limite permitido.

Não é possível dar prosseguimento aos testes se o equipamento não for aprovado no primeiro teste. Uma vez que o equipamento foi aprovado no primeiro teste, aperte a tecla NEXT para prosseguir com os testes de correntes de fuga.



Figura 34 – Analisador apresentando teste completo.

Conforme demonstrado na Figura 34, o equipamento foi aprovado no teste de corrente de fuga, sendo assim o equipamento encontra-se apto para ser utilizado.

Por fim, desligue e guarde todos os equipamentos utilizados na manutenção preventiva, e não se esqueça de colar a etiqueta de manutenção preventiva e segurança elétrica no equipamento. A Figura 35 mostra quais etiquetas devem ser coladas no equipamento.

|                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hospital de Clínicas - UFU<br>Bioengenharia Eletrônica                                                                           | Universidade Federal de Uberlândia<br>Hospital de Clínicas de Uberlândia<br>Bioengenharia - Eletrônica                    |
| <b>MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>                                                                                                     | <b>SEGURANÇA ELÉTRICA</b>                                                                                                 |
| Patrimônio: _____<br>Código: _____<br>Data de Manutenção: ____/____/____<br>Próxima Manutenção: ____/____/____<br>Técnico: _____ | Nº de Laudo: _____<br>Patrimônio: _____<br>Código Bioengenharia: _____<br>Data do Teste: ____/____/____<br>Técnico: _____ |

Figura 35 – Etiquetas de manutenção preventiva e teste de segurança elétrica do equipamento.