

MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM INCUBADORAS NEONATAL

Edillayne C. Alves Santos, Lorena S. Fróes Alcântara, Me. Willian Pires Loddi

Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

edillayne2022@hotmail.com, lorenasouzafroes@gmail.com,
willian.loddi@fatec.sp.gov.br

Resumo. *Com as novas tecnologias aplicadas nas Incubadoras Neonatais, é perceptível as melhorias em suas funções de prover um ambiente propício e seguro para que o bebê prematuro ou com outras deficiências complete seu amadurecimento, mantendo a temperatura corporal do neonato normal, por meio do controle da temperatura e umidade relativa do ar. A elaboração de um plano de manutenção preventiva para as IN prevê a busca da manutenibilidade da tecnologia. Para isto, deve ser contemplado todos os dados pertinentes ao equipamento, fomentar a aplicação da norma ABNT NBR IEC 60601-2-19 de 02/2023 e recomendações do fabricante. Os simuladores para teste devem ser certificados e todos os equipamentos aplicados no procedimento devem ser anotados no checklist. Para isso é necessário compreender o funcionamento do mesmo para que seja possível identificar todos os componentes e partes a serem analisadas durante o processo de limpeza, calibração e das manutenções preventivas e corretiva. Garantindo a segurança do RN, prolongamento da vida útil do equipamento e redução de custos para a instituição.*

Abstract. *With the new technologies applied in Neonatal Incubators, it is noticeable the improvements in their functions to providing a conducive and safe environment for the premature baby or those with other disabilities to complete their maturation, maintaining the body temperature of the newborn normally, through the control of temperature and relative humidity of the air. The elaboration of a preventive maintenance plan for NIs foresees the search for the maintainability of the technology. To this end, all the data relevant to the equipment must be considered, the application of the ABNT 60601-2-19 de 02/2023 standard and the manufacturer's recommendations must be encouraged. The 0simulators for testing must be certified and all the equipment applied in the procedure must be noted in the checklist. For this, it is necessary to understand how it works so that it is possible to identify All components and parts to be analyzed during the process of cleaning, cabration and preventive and corrective maintenance. Ensuring the safety of the NB, to extension the useful life of the equipment and reducing costs for the institution.*

1. Introdução

A tecnologia é a grande responsável pelo avanço da medicina no mundo, quando aplicada à saúde com conhecimentos e competência é possível compreender que os dispositivos, produtos, técnicas e mecanismos de gestão possibilitam a prevenção de doenças e reabilitação das pessoas, ocasionando a reversão no quadro de saúde e melhorando a qualidade de vida dos usuários.

Isto 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 maior controle das estratégias de manutenção dos equipamentos (COUTINHO, 2019).

Dentre os equipamentos de EASs, destaca-se a incubadora neonatal, um Equipamento Médico Assistencial (EMA) capaz de manter o recém-nascido prematuro (RNPT) em ambiente termoneutro tendendo a ser semelhante ao útero da mãe (COUTINHO, 2019).

Em 1878, o médico francês Dr. Étienne Stéphane Tarnier convidou um funcionário do Zoológico de Paris para desenhar uma incubadora semelhante àquela usada no zoológico como chocadeira de ovos de galinha. Após 2 anos ele apresentou sua incubadora, a qual instalou na Maternidade de Paris (Figura 1). Era constituída de uma caixa de madeira, composta por uma dependência superior, na qual o recém-nascido repousava, e outra inferior, onde eram depositadas as botijas com água aquecida (OLIVEIRA,2004).

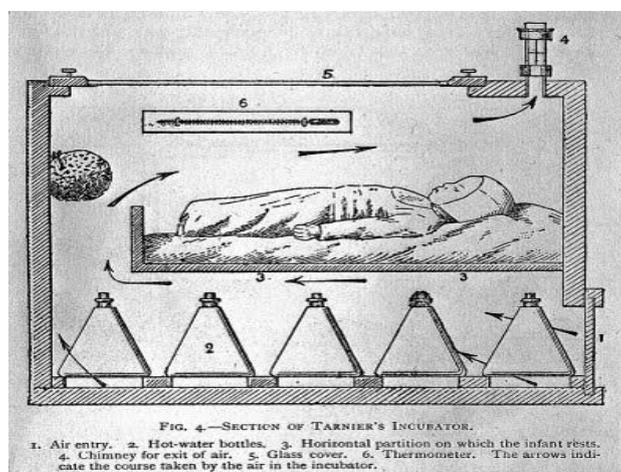


Figura 1. Incubadora Tarnier.
Fonte: Wikimedia Commons (2023)

Ainda no século XIX, a partir da integração dos ideais do médico obstetra Dr. Pierre Budin e do médico pediatra Dr. Julius Hess, a Neonatologia teve seu marco inicial, com o intuito de proporcionar maiores cuidados aos recém-nascidos e, conseqüentemente, aumentar a taxa de sobrevivência destes (RODRIGUES, 2019).

Com toda evolução das tecnologias na área da saúde, foi notório que um dos equipamentos que mais agregaram benefícios na área de Neonatologia é a Incubadora Neonatal (IN). A função de uma IN é promover um ambiente onde o bebê produza o mínimo de calor possível, mantendo a temperatura corporal do neonato normal, por meio do controle da temperatura e umidade relativa do ar (RODRIGUES, 2019).

É considerado prematuro todo nascimento ocorrido antes de 37 semanas completas de gestação, podendo ser classificada, segundo a idade gestacional (IG): prematuridade extrema (< 28 semanas), prematuridade severa (de 28 a 31 semanas) e prematuridade moderada (de 32 a 33 semanas) (MARTINELLI, 2021).

Os Recém-Nascidos (RN) são mais suscetíveis a infecções hospitalares por agentes infecciosos multirresistentes e respectivas complicações, uma vez que possuem sistema imunológico ainda inadequados, com barreiras de pele e mucosas ineficientes, além de grande exposição, em alguns casos, às intervenções terapêuticas hospitalares, como o uso de dispositivos invasivos e antimicrobianos de amplo espectro (BRITO, 2022).

A temperatura corporal é o resultado do balanço entre os mecanismos de produção e de eliminação do calor. Os RNs pré-termo, são mais propensos à perda rápida de temperatura, por meio dos mecanismos de convecção, evaporação, condução e radiação, isso agravado pela relação volume/área desfavorável. O controle térmico depende da idade gestacional e pós-natal, do peso de nascimento e das condições clínicas do RN. Quanto menor a idade gestacional e pós-natal, e pior o estado clínico do RN pré-termo, maior será a necessidade de suporte térmico ambiental para mantê-lo em boas condições.

É definido como normotermia a temperatura do RN estabelecida entre 36,5 e 37,5° C. Já a hipotermia é classificada conforme a gravidade (potencial estresse do frio): leve – temperatura entre 36,0 e 36,4° C; moderada – temperatura entre 32 e 35, 9° C; e grave – temperatura menor que 32° C.

O estresse causado pelo frio faz com que os recém-nascidos tenham uma resposta metabólica que envolve termogênese química (antitremor) por descarga dos nervos simpáticos de noradrenalina na gordura marrom. Esse tecido é próprio do recém-nascido e está localizado nas regiões nucal, interescapular, peri e suprarrenal e responde por lipólise seguida de oxidação ou reesterificação dos ácidos graxos que são liberados. Essas reações produzem calor localmente, e um rico suprimento sanguíneo para a gordura marrom ajuda a transferir esse calor para o resto do corpo do recém-nascido. Essa reação aumenta de 2 a 3 vezes a taxa metabólica e o consumo de oxigênio. Portanto, em neonatos com insuficiência respiratória o estresse pelo frio também pode ocasionar hipóxia tecidual e danos neurológicos. A ativação das reservas de glicogênio pode causar hiperglicemia transitória. Hipotermia persistente e mortalidade (MSD,2023).

O problema da prematuridade atinge 15 milhões de crianças todos os anos ao redor do mundo: 1 em cada 10 bebês nasce prematuro. No Brasil, 340 mil bebês nascem prematuros todo ano, o equivalente a 931 por dia ou a 6 prematuros a cada 10 minutos. Mais de 12% dos nascimentos no país acontecem antes da gestação completar 37 semanas, o dobro do índice de países europeus (BVS, 2021).

A adesão às tecnologias nos serviços de saúde facilita o processo de trabalho e intensifica a qualidade da assistência prestada. Porém, em situações de ausência de capacitação para o adequado manuseio e manutenção dos equipamentos, a incorporação de equipamentos tecnológicos pode, ao contrário, dificultar a atuação do profissional durante a rotina na unidade e causar prejuízos (BRITO, 2022).

A incubadora é um equipamento que revolucionou a medicina e gerações. Os profissionais que atuam diretamente na manipulação desse equipamento são a equipe de enfermagem e a engenharia clínica. Desse modo, faz-se necessário conhecer e esclarecer todas as funcionalidades acessíveis e modelos de incubadoras disponíveis no mercado, além de fazer uma análise de riscos e benefícios desse equipamento (BRITO, 2022). A Figura 2 apresenta um modelo atual de IN da marca FANEM.

A IN tem como principais funções proporcionar ao RN um ambiente protegido,

seguro e com um rigoroso controle de temperatura, umidade do ar, fluxo de oxigenação e isolamento que ajuda na proteção de infecções assepsias.



Figura 2. Incubadora Fanem

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

A fim de padronizar os ensaios que devem ser realizados em incubadoras, foi editada uma norma técnica, a ABNT NBR IEC 60601-2-19, que apresenta os testes necessários que devem ser realizados para se verificar a funcionalidade destes dispositivos (AGOSTINI, 2003).

Com isso, para garantir que as vidas destes RN sejam mantidas em segurança, é necessário a realização de calibração para a certificação de funcionamento adequado do equipamento e as manutenções preventivas e corretivas. Sendo importante ainda o amplo conhecimento do manual do fabricante, para então realizar limpeza dos compartimentos e posterior testes de funcionamento dos seus parâmetros. Garantindo ainda prolongamento de vida útil do equipamento.

Os ensaios determinados na norma ABNT NBR IEC 60601-2-19 (ABNT, 2014) avaliam a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, o nível sonoro e a velocidade do fluxo de ar. As medições da umidade relativa do ar e da velocidade do fluxo de ar podem ser realizadas sem dificuldades, uma vez que requerem ser avaliadas em um único ponto (GONÇALVES, 2018).

2. Objetivos

Geral:

- Elaborar um plano de manutenção preventiva utilizando as incubadoras neonatais em busca da manutenibilidade da tecnologia.

Específicos:

- Compreender os princípios de funcionamento da incubadora, tais como: temperatura; umidade relativa do ar; ruído, velocidade do fluxo do ar; e suas variações.
- Descrever as partes de uma incubadora;
- Consultar a NBR IEC 60601-2-19 de 02/2023 – Que identifica os “Requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial das incubadoras

para recém-nascidos” e compreender as tolerâncias utilizadas em testes durante a manutenção preventiva;

- Elaborar um checklist de manutenção preventiva utilizando a família de incubadoras neonatais.

3. Metodologia

De acordo com a NBR 5462/94 a manutenção preventiva são ações realizadas de forma planejadas em intervalos predeterminados, com base na vida útil de cada componente de um equipamento, visando reduzir e evitar a probabilidade de falhas e paradas não programadas dos equipamentos.

Os procedimentos de manutenção preventiva das incubadoras neonatais devem sistematizar o número e os tipos de intervenções e descrever procedimentos de testes qualitativos e quantitativos objetivos e fáceis de entender. É essencial a utilização um sistema de gerenciamento de manutenção, onde é possível realizar um cronograma de manutenção preventiva de acordo com a periodicidade indicada pelo fabricante do equipamento.

Para a elaboração do plano de manutenção preventiva da RN deve contemplar todo os dados do equipamento, tais como: nome, marca, modelo, número de série, identificação (número de patrimônio, quando houver) ano de fabricação, data aquisição setor e responsável, ou seja, todos dados pertinentes ao equipamento. É extremamente importante que testes sejam realizados de acordo com normas e recomendações do fabricante e pré-requisitos legais. Todos os simuladores para teste devem ser certificados e ter um plano de calibração anual e rastreável por uma organização terceirizada credenciada. Todos os equipamentos aplicados no procedimento devem ser anotados no checklist utilizado, juntamente com o número do certificado correspondente.

Para elaboração deste trabalho, utilizou-se bases acadêmicas de pesquisa como Scielo, Google Acadêmico e PubMed. Além das normas ABNT NBR IEC 60601-2-19 de 02/2023, ABNT NBR ISO 9001:2015, ABNT NBR 15943, RDC 509/2021 e o manual da fabricante. Sendo utilizada como referência a IN modelo 2286 da marca Fanem.

4. Resultados e Discussões

Para realização de um plano de manutenção efetivo da IN, é necessário compreender o funcionamento do mesmo para que seja possível identificar todos os componentes e partes a serem checados e analisados durante o processo. É importante ressaltar que a manutenção preventiva proposta neste trabalho, visa uma mudança cultural onde são utilizadas as normas que são exigidas na fabricação do equipamento como uma forma mais abrangente e utilizá-la nas ações preventivas.

Quando se utilizam as diretrizes estabelecida pelas normas voltadas para o fabricante do equipamento, e implementamos no processo de manutenção preventiva é possível garantir a eficiência do equipamento, trazendo segurança ao paciente neonato. Se tratando da segurança do neonato é de suma importância que a equipe de engenharia clinica trabalhe com processos com alto nível de exigência, pois esse tipo de equipamento, pode causar danos irreversíveis para o paciente neonato como queimaduras, proliferação

de bactérias, contaminação que pode ser causada pelo sistema de umidificação, e uma série de complicações na sua saúde entre outros riscos, que podem ser causados em consequência de um equipamento em que não é realizada a manutenção preventiva.

Vale ressaltar que um setor de Engenharia Clínica desempenha papel de extrema importância e fundamental dentro de instituição e saúde, ao se envolver com a tecnologia buscando um olhar criterioso para manter um bom funcionamento do equipamento, automaticamente uma expertise é alcançada e assim benefícios são proporcionados ao paciente.

4.1. Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento das IN é criar e manter condições ideais para o desenvolvimento e recuperação dos bebês prematuros, para isso é necessário ter o controle da temperatura, umidade relativa do ar, ruído e velocidade do fluxo do ar.

Na busca por este controle da temperatura estável se faz necessário a utilização de diversos sensores, bem como: sensor falta de circulação, de segurança e sensor da temperatura no interior da cúpula, o mesmo que acontece com a umidade relativa do ar.

A IN possui um controle de temperatura, que funciona de dois modos: ATC (controle de temperatura do ar no interior da IN) e ITC (controle de temperatura da pele do recém-nascido); controle de umidificação da IN pode apresentar-se sob dois aspectos: sistema de umidificação do tipo passivo (malha aberta) e o sistema de umidificação do tipo ativo (malha fechada); controle de circulação de ar é constituído por um motor elétrico acoplado a uma ventoinha e tem como função circular o ar do ambiente externo a uma taxa de, aproximadamente, $5,8 \times 10^{-4} \text{m}$ partículas de até $0,5 \mu\text{m}$ e, também, fazer com que a distribuição de temperatura e umidade no interior da IN para que seja homogênea. Dessa forma, o ar aspirado não só renova o ar interno, como também, gera um diferencial de pressão entre o interior e o exterior da IN, de modo que, o ar externo não entra quando as portinholas são abertas para o acesso ao recém-nascido ou qualquer abertura que exista para a passagem de drenos, cabos dos sensores, mangueiras ou extensões para o monitoramento; e controle de gases, onde a entrada de oxigênio é feita por uma conexão com uma válvula limitador, podendo ser oxigênio puro ou misturado com o ar externo.

A estabilidade da temperatura é primordial para manter um ambiente seguro ao paciente, sendo assim, a equipe de enfermagem liga o equipamento e ajusta a temperatura de acordo com seu próprio protocolo, vale ressaltar que neste processo de aquecimento até que a temperatura alcance uma uniformidade ideal o bebê não se encontra no interior do equipamento.

Pode-se notar na figura 3 uma instabilidade inicial, para que ela alcance a temperatura ajustada, ocorre um *overshoot*, ou seja, a temperatura ultrapassa a temperatura esperada e só depois começa uma estabilização, por mais que existe uma variação pequena depois da temperatura estabilizada, isso não prejudicará mais o paciente, com isso, a equipe de enfermagem já pode colocar o mesmo no interior no equipamento para um maior controle.

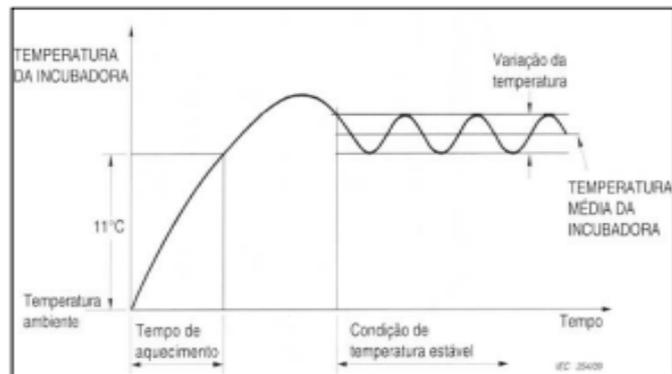


Figura 3. Comportamento da temperatura média nas incubadoras.

Fonte: OLIVEIRA FILHO, et al 2018

A IN possui ferramentas fundamentais de controle de funções que ajudam na sobrevivência dos RNs. A Servo controle: é um sensor que fica em contato com a pele do bebê para medir sua temperatura. Se estiver baixa, automaticamente a incubadora emite calor. Se estiver alta, ele faz o contrário; isolamento: uma das obrigações essenciais desses aparelhos. Os filtros de ar que existem na incubadora afastam germes e alérgenos que há no interior; Sensores de umidade: da mesma forma que controla a temperatura, mede a umidade no interior da incubadora. Se houver pouca umidade, pode levar à desidratação do bebê; fonte de oxigênio: com o objetivo de prevenir doenças respiratórias nos recém-nascidos, a incubadora oferece um ambiente com muito oxigênio; e podem contar ainda com respiração assistida: em casos graves nos quais os bebês não conseguem respirar por conta própria, eles ficam incubados e se coloca uma bomba que lhes ajuda a completar esse processo mecanicamente; e raios UV: a luz ultravioleta da incubadora – que é ministrada em quantidades moderadas – serve para ativar a vitamina D endógena e para combater a icterícia.

4.2. Partes da Incubadora 2286

Painel de controle e monitorização

O sistema de monitorização possibilita controlar e monitorizar todos os parâmetros que compõe a IN, também é possível ajustar os alarmes audiovisuais (Figura 4).

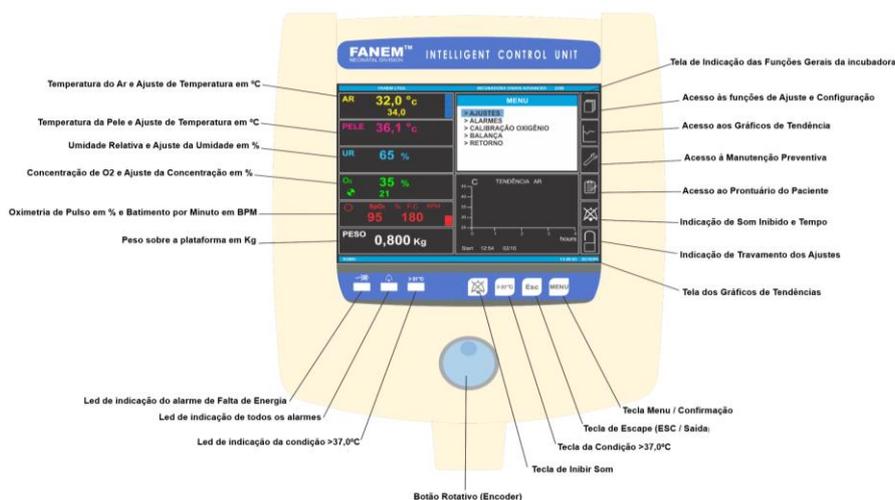


Figura 4. Painel de controle

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Cúpula acrílica

Possibilita a visualização completa do recém-nascido, dispõe de uma cúpula de acrílico com uma parede dupla possui duas portas de acesso (uma frontal e outra posterior), cinco portinholas ovais, uma manga-íris, oito passa - tubos e um compartimento de células de O₂ e sensor de umidade (Figura 5) (FANEM, 2023).



Figura 5. Cúpula acrílica

Fonte: Autores

Dobradiças e Fecho de Segurança

A cúpula pode ser inclinada para proporcionar excepcionalmente, maior acesso durante procedimentos de higienização terminal da incubadora, não devendo ser utilizada quando em uso com o recém-nascido. Este movimento de abertura possui um mecanismo com fecho de segurança por meio de alavanca, localizada junto à dobradiça na lateral direita da incubadora (Figura 6). Para abrir, certifique que o leito se encontra na posição horizontal baixa, levante a cúpula até sentir que o dispositivo de segurança está engatado. Nesta posição não haverá qualquer possibilidade de fechar a cúpula inadvertidamente (FANEM, 2023).



Figura 6. A seta indica o local das dobradiças e Fecho de Segurança

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Leito com Gaveta para Chassi de Raios X

O leito integra uma bandeja com gaveta, localizada no centro e sob o leito, para apoiar o Chassi utilizado para a realização do procedimento de Raios X do paciente no leito existe opções em que pode ser fornecida com o kit balança integrada ao leito, cuja função de pesagem é executada através das células de carga contidas internamente à plataforma do leito (Figura 7). Nesta versão, o leito é confeccionado em metal com pintura especial e conta com um acrílico radiotransparente que reveste a superfície correspondente a gaveta do Chassi, para garantir a realização de procedimento de radiografia do paciente no leito (FANEM, 2023).



Figura 7. Leito com Gaveta para Chassi de Raios X

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Manga Iris

Manga de plástico atóxico, com elásticos nas duas extremidades, utilizada para adaptação na guarnição giratória da abertura localizada na cabeceira da cúpula, da Incubadora (Figura 8). Possibilita o acesso à cabeça do recém-nascido e a passagem, posicionamento e fixação de dispositivos como circuitos de ventiladores, circuitos CPAP ou de outras aplicações (MANUAL FANEM,2023).



Figura 8. Manga Iris

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Passa – Tubos

Guarnições de silicone, com sistema de membranas para proteção passadores localizados nas paredes da cúpula. Possibilitam a passagem e posicionamento de tubos e cabos sensores, em uso com o paciente (Figura 9). Permitem a movimentação e o deslocamento do leito sem interferência na conexão dos tubos, cabos e sondas e sem alterar o microclima interno da incubadora e com o melhor posicionamento em relação ao paciente e às fontes, evitando dobras, desconforto, desconexão e outras não conformidades ocasionais (MANUAL FANEM, 2023).



Figura 9. Passa – Tubos

Fonte: Autor

Manga punho elástico

A manga oval de plástico atóxico com orifício central com elástico, é destinada para adaptação na guarnição da abertura das quatro portinholas de acesso para procedimentos com o paciente (Figura 10). É utilizada para passagem das mãos e antebraço do operador e impedir a saída do Ar da incubadora e a consequente alteração das condições do microclima, durante a assistência do paciente, contribuindo para o seu manuseio mínimo (MANUAL FANEM,2023).



Figura 10. Manga Punho Elástico

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Sistema de Umidificação

Sistema de Umidificação ativo e servocontrolado cuja concentração de umidade é proveniente de vapor gerado pelo mecanismo de ebulição da água. A concentração de Umidade Relativa no microclima da incubadora é controlada continuamente, por um sensor, que se encontra alojado na parte inferior do compartimento das Células de O₂, localizado na parte superior da cúpula (Figura 11).



Figura 11. Sensor de Umidade

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Reservatório de Água

Reservatório externo de abastecimento de água destilada, sistema ativo de umidificação da incubadora. Com mangueira de silicone para drenagem do resíduo e esvaziamento, tampa e bico para encaixe no equipamento (Figura 12). Deve atuar em conjunto com o sensor de Umidade Relativa.



Figura 12. Reservatório de Água

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Filtro de ar

Filtro descartável confeccionado de manta com elemento filtrante classe F7, localizado em compartimento na parte posterior da incubadora com a função de filtrar o Ar admitido, impedindo a passagem de partículas (Figura 13). Proporciona isolamento protetor ao recém-nascido, mediante a oferta de ar interno, com índice de pureza, em conjunto com a pressão positiva no microclima da Incubadora.



Filtro de Ar

Figura 13. Filtro de ar

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Difusor da resistência de aquecimento e a ventoinha

Toda energia elétrica na resistência é convertida em calor, sendo usada para manter a temperatura constante dentro da incubadora. Já a ventoinha, por outro lado, ajuda a circular o ar dentro da incubadora, garantindo uma distribuição uniforme de calor (Figura 14).

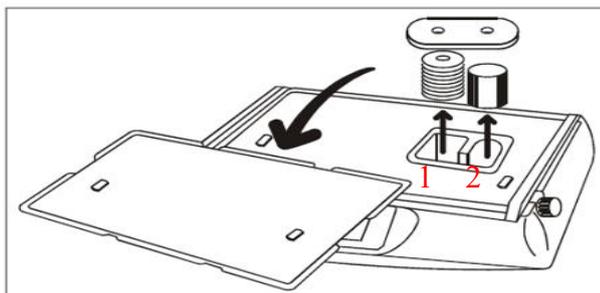


Figura 14. Difusor da resistência de aquecimento e a ventoinha- setas 1 e 2

Fonte: Manual do usuário FANEM - Modelo 2386 (2016)

Analizador INCU II (Fluke)

O Analisador verifica os parâmetros que são importantes para o cuidado dos bebês ao longo do tempo (Figura 15). Esses parâmetros incluem: temperatura, fluxo de ar, som e umidade. Esse analisador tem o objetivo de testar a conformidade com as normas e realizar manutenção preventiva, verificação de reparo e verificação de rotina de incubadoras para bebês e aquecedores radiantes (FLUKE).

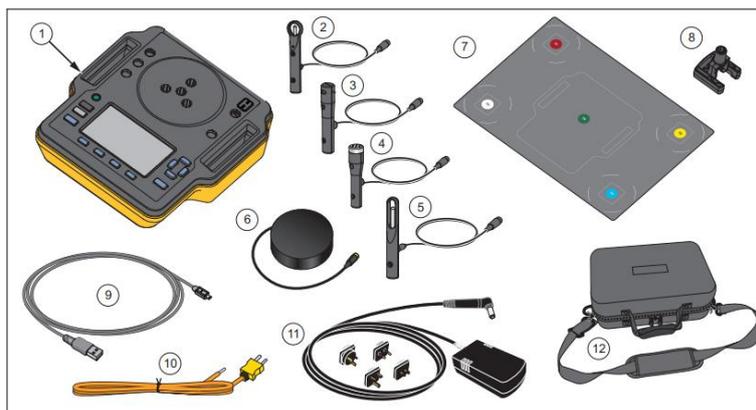


Figura 15. Conexões do sensor de temperatura (T1 a T4), 2. Conexão do sensor de temperatura (T5), 3. Conexão da sonda de temperatura para o termopar tipo K, 4. Conexão elétrica, 5. Conexão da sonda de som, 6. Conexão da sonda de umidade, 7. Conexão da sonda de fluxo de ar, 8. Conexão da temperatura da pele, 9. Porta USB e 10. Espaçadores de tripé

Fonte: Manual do Usuário Fluke INCU II

Abaixo segue discriminado de acordo com manual do analisador INCU II da marca Fluke, os testes dos parâmetros realizados pelo analisador em uma IN conforme a NBR IEC 60601-2-19:

- Tempo de aquecimento este teste é realizado para certificar-se que o tempo de aquecimento especificado no manual seja preciso. Para estar conforme, a

temperatura deve aumentar em 11 °C em $\pm 20\%$ do tempo estabelecido pelo manual do DUT.

- Teste do nível de ruídos interno verifica o nível do som gerado no interior de uma IN. Para estar dentro dos limites estabelecido pelas normas o som no interior da IN deve ser de ≤ 60 dBA. O som de fundo também deve ser ≤ 10 dBA de som medido.
- Teste do nível de alarme interno mede o nível sonoro no interior da IN. Para estar dentro dos limites o som do alarme deve ser ≥ 10 dBA acima do som de fundo e o som do alarme de ≤ 80 dBA.
- Teste nível do alarme exterior mede o nível sonoro emitido pelo alarme na parte externa da IN. Para estar conforme o som emitido deve ser ≥ 10 dBA acima do som de fundo nível e ≥ 64 dBA para alarmes que não são reguláveis ou ≥ 50 dBA na menor definição regulável.
- Limite da velocidade do fluxo de ar é o teste realizado nas IN onde se mede a velocidade do ar que circula no seu interior. Para estar conforme a velocidade deve ser $\leq 0,35$ m/s em cada local de medição.
- No teste temperatura de superfície é verificado todas as partes que podem estar em contato com o bebê, para garantir que não tenham a temperatura muito elevada. Para estar conforme as peças e qualquer metal que possa entrar em contato com o bebê deve ser ≤ 40 °C e as demais superfície em contato com o bebê d deve ser de ≤ 43 °C.
- Teste de uniformidade da temperatura é realizado para certificar e garantir que a temperatura seja a mesma em toda a IN. Para sua conformidade a temperatura média em cada ponto da IN deve estar dentro permanecer dentro de 0,8 °C do ponto médio ou dentro do intervalo de 1,0 °C, se o colchão estiver inclinado.
- Teste de estabilidade da temperatura da incubadora assegura que poderá ficar em uma temperatura consistente por aproximadamente uma hora. Para estar conforme a temperatura média deve ser igual a qualquer leitura de temperatura de $\pm 0,5$ °C.
- Teste da precisão do indicador realizado nas temperaturas de 32 °C e 36 °C onde é verificado se a temperatura indicada pela IN é a que realmente está no seu interior. Para estar conforme a temperatura média deve ser igual a indicação de temperatura indicada podendo variar de $\pm 0,8$ °C.
- Teste precisão de umidade relativa é verificado o nível de umidade em todos os pontos da IN. Para sua conformidade o valor da incubadora deve ser igual ao valor do testador $\pm 10\%$.
- No teste de amplificação da temperatura da incubadora, será verificado se a temperatura aumenta no tempo sem ultrapassar 38 °C. De acordo com o manual do analisador para estar conforme deve certificar-se de que quando a temperatura é aumentada de 32 °C para 36 °C, a incubadora permanece a ≤ 38 °C. Em 15 minutos, a temperatura deve chegar a 36 °C e ser suficientemente estável para iniciar a medição.
- O teste de uniformidade da temperatura é realizado para garantir que a temperatura seja a mesma em toda a incubadora. Para estar conforme a temperatura média em cada ponto deve estar dentro de 0,8 °C.

- O teste de estabilidade da temperatura da incubadora, é feito para assegurar que a incubadora poderá se manter em uma temperatura consistente durante o período de aproximadamente uma hora. Para estar conforme a temperatura média deve ser igual ou ter sua variação de $\pm 0,5$ °C.
- O teste de precisão de controle da temperatura garante que a configuração de controle da temperatura atinja a temperatura necessária. Para estar conforme a configuração de controle deve estar igual a medição do analisador de $\pm 1,5$ °C.

4.2 Desenvolvimento da Manutenção preventiva em incubadoras neonatais

Antes de iniciar o processo de manutenção preventiva em uma IN é importante inicialmente realizar um teste de funcionamento do equipamento, para certificar-se de que todos os parâmetros estão funcionando. Feito isso podemos dar início as atividades pertinentes a manutenção preventiva, que se inicia com a separação de todos os materiais que serão utilizados durante o processo da preventiva.

Após é realizado desmontagem e verificação de todas as partes que constituem a cúpula da incubadora sendo: As portinholas, abafadores, guarnições, manga íris, leito, barras de inclinação ventoinha, irradiador da resistência, mangueiras de silicone dobradiças e a parte frontal e traseira da cúpula. Todas as partes devem ter sua integridade física verificada, checagem da sua vida útil conforme indicado pelo fabricante juntamente com o histórico de reposição de peça da incubadora

Para a limpeza deve ser utilizado detergente neutro diluído em água, aplicação deve ser realizada com uma compressa macia e removida com outra compressa limpa.

Após a limpeza da cúpula e base e feita a montagem de todas as partes e peças, dando continuidade com os itens de verificação presentes no checklist e realização dos testes com o analisador.

A Figura 16 apresenta o checklist elaborado pelas autoras como forma de conferência para a manutenção de IN.

RELATORIO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA INCUBADORAS NEONATAL			
Requisitante:			
Equipamento:			
Numero de Serie:	Ativo Patrimonial		
Fabricante:	Modelo:		
Localização:	Responsável:		
Condições Ambientais:			
Temperatura (°C)	Humidade (%UR)	Frequência (Mese)	
Inspeção Visual			
Conservação e revisão geral do equipamento	Conforme	Não conforme	Não se Aplica
Guarnição da base			
Guarnição das portinholas			
Manga iris			
Passa - tubos			
Mangueiras do sistema de oxigênio			
Mangueira do reservatório de água			
Conexão do motor			
Ventoinha			
Conexão da resistência de aquecimento			
Conexão da resistência do ebulidor			
Integridade das etiquetas de identificação			
Integridade do sistema de fixação, transporte e rodizio			
Integridade do sistema de elevação do colchão			
Integridade dos sensores			
Limpeza interna e externa			
Integridade dos cabos de alimentação			
Teste de desempenho			
Análise	Tolerância	Conforme	Não conforme
Tempo de aquecimento (Temperatura ajustada 32° C) - MODO AR	≤ 48 minutos		
Analisar funcionamento da incubadora em MODO PELE a (36° C)	± 0,5° C		
Analisar o sensor de PELE com o INCU™ II Skin Temperature Heater Assembly	± 0,3° C		
Nível do som da INCUBADORA sem acionamento de alarme - MODO AR	≤ 60 dBA		
Nível do som da INCUBADORA com o acionamento de alarme- MODO AR	≤ 80 dBA		
Limite da velocidade do fluxo de ar- MODO AR	≤ 0,35 m/s		
Uniformidade da temperatura - MODO AR	± 0,8° C		
Estabilidade da temperatura da incubadora em 32° C e 36° C em relação ao analisador- MODO AR	± 0,5° C		
Exatidão da Indicação de umidade relativa em 60%- MODO AR	± 10%		
Exatidão da Indicação de umidade relativa em 70%- MODO AR	± 10%		
Exatidão da Indicação de umidade relativa em 80%- MODO AR	± 10%		
Alarme de alta umidade e baixa umidade	-		
Alarme de falta de circulação de ar	≤ 180 segundos		
Alarmes de temperatura Alta e Baixa em (MODO AR e MODO PELE)	-		
Alarme de segurança de alta temperatura 39° C e 40° C	-		
Periodicidade de troca			
Filtro de Ar	Troca	3 meses	
Filtro de Oxigênio	Lavar o Filtro de O2	12 meses	
Célula de Oxigênio	Troca	12 meses	
Bateria	Troca	12 meses	
Observações:			
Aprovações:			
_____ Técnico Executante Data: ____ / ____ / ____			

Figura 16. Checklist de manutenção preventiva da IN

Fonte: Autor

5. Considerações finais

Este artigo evidenciou a importância das manutenções preventivas na IN, mostrando que são fundamentais para garantir a segurança dos RN e aumentando vida útil dos equipamentos, além de oferecer um checklist para complementação da manutenção.

Referências

- AGOSTINI, Nestor *et al.* Sistema Computadorizado para verificação da funcionalidade em Incubadoras Neonatais. 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85087> Acesso em: 20 de set. 2023.
- BRITO, Eva Anny Wélly de Souza *et al.* Desinfecção de incubadoras usadas em Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais: revisão integrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 35, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022AR003397> Acesso em: 20 de set. 2023.
- COSTA, Cláudia Carolina; TONETE, Vera Lúcia Pamplona; PARADA, Cristina Maria Garcia de Lima. Conhecimentos e práticas de manuseio de incubadoras neonatais por profissionais de enfermagem. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, p. 174-180, 2017.
- COUTINHO, Ellyesanya Silva. 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. 2019.
- DataSUS. [Painel de Monitoramento da Mortalidade Infantil e Fetal - Mortalidade - Painéis de Monitoramento - Centrais de Conteúdos - DAENT - SVSA/MS.](#)
- GONÇALVES, Veronica de Lima *et al.* Avaliação do desempenho metrológico de incubadoras neonatais em hospital público de grande porte e alta complexidade utilizando sistema de coleta automatizado. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.303> Acesso em: 20 de set. 2023.
- Hipotermia em Neonatos - Pediatria - Manuais MSD edição para profissionais. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/pediatria/problemas-perinatais/hipotermia-em-neonatos> Acesso em: 15 de nov. 2023.
- MANUAL FANEM 2286. Disponível em: https://cleanmedical.com.br/wp-content/uploads/2023/06/2.-MU_Incubadora-2286_11.21-Pt.pdf
- MARTINELLI, Katrini Guidolini *et al.* Prematuridade no Brasil entre 2012 e 2019: dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos. **Revista Brasileira de Estudos de população**, v. 38, p. e0173, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0173> Acesso em: 20 de set. 2023.
- MINISTERIO DA SAUDE. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/> Acesso em: 02 de out. 2023.
- OLIVEIRA FILHO, José Ilton *et al.* Desenvolvimento de hardware para a medição de parâmetros de temperatura e umidade em uma incubadora neonatal. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 39, p. 121-127, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1779>. Acesso em 21 de nov. 2023.
- OLIVEIRA, Isabel Cristina dos Santos. O advento das incubadoras e os cuidados de enfermagem aos prematuros na primeira metade do século XX. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 13, p. 459-466, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072004000300017> Acesso em: 10 de set. 2023.
- RODRIGUES, Rosane Mendonça. **Desenvolvimento de um software para auxiliar a validação do desempenho de incubadoras neonatais**. 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26195> Acesso em: 20 de set. 2023.
- Wikimedia Commons. Disponível em: [Arquivo:Seção da incubadora de Tarnier; Budin, O Nursling, 1907 Wellcome L0005632.jpg - Wikimedia Commons.](#) Acesso em 19 de set. 2023.