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

Trabalho de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO DAS INCUBADORAS DA MATERNIDADE ESCOLA JANUÁRIO CICCO

Jeciel Cícero da Silva

Natal/RN
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS INCUBADORAS DA MATERNIDADE ESCOLA JANUÁRIO CICCO

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

Graduando: Jeciel Cícero da Silva

Orientadora: Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares

Natal/RN

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS INCUBADORAS DA MATERNIDADE ESCOLA JANUÁRIO CICCO

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares _____
Orientadora – UFRN

Eng. Me. Cayo Eduardo Leal de Menezes. _____
Co-orientador – MEJC

Enga. Camila Gomes de Moura _____
Avaliador Externo - Bravium

Natal/RN

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria Lúcia e Josiano, que sempre me apoiaram e me deram todo o suporte necessário para trilhar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, por ter me dado forças para seguir adiante e por ter colocado pessoas em meu caminho que me estimulavam e não me deixavam desistir.

À minha mãe, Maria Lúcia da Silva, por ser meu maior exemplo de vida, meu alicerce e minha fonte de inspiração e de forças. À ela, devo tudo que conquistei e o que sou hoje.

A meu pai, Josiano João da Silva, por todo o esforço e empenho em me ajudar no que fosse preciso para que eu nunca perdesse um único dia de aula.

À minha orientadora, professora Heliana, por todos os conselhos, ensinamentos e por toda a compreensão, que foram de extrema importância para o desenvolvimento e continuidade deste trabalho.

À equipe de PLE da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) da UFRN, por toda a ajuda e desenvolvimento enquanto indivíduo, aluno e profissional em formação.

A Afonso, por ter me ajudado na coleta de dados deste trabalho e por todo o incentivo dado.

À Lizandra, por ter me ajudado na coleta de dados deste trabalho, antes e após, eu ter os perdido em um assalto à mão armada.

Agradeço, também, aos amigos que a UFRN me presenteou, em especial, Adrielly e Beatriz, por estarem presentes em todos os momentos da minha vida acadêmica, por me ajudarem e por não me deixarem desistir. Tenha guardado todos os momentos difíceis, bons e alegres que vivemos juntos. Vocês foram essenciais para meu desenvolvimento acadêmico, pessoal e profissional.

EPÍGRAFE

"Ora, a fé é a certeza daquilo que esperamos e a prova das coisas que não vemos." (Hebreus 11:1).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS IX

LISTA DE TABELAS X

LISTA DE QUADROS XI

LISTA DE GRÁFICOS XII

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS XIII

RESUMO XIV

ABSTRACT XV

INTRODUÇÃO 1

OBJETIVOS 3
Objetivo geral 3
Objetivos específicos 3
ESTRUTURA DO TRABALHO 4

CONTROLE TÉRMICO EM RECÉM-NASCIDOS PREMATUROS 5

TERMORREGULAÇÃO 6
PERDAS DE CALOR 8
Condução 9
Convecção 10
Evaporação 10
Radiação 10
Perdas de calor do recém-nascido no interior da incubadora neonatal 11
HIPOTERMIA 12
Sinais e sintomas de hipotermia em recém-nascidos 12
Consequências da hipotermia em recém-nascidos 13
Tratamento da hipotermia 15

INCUBADORA NEONATAL 16

HISTÓRICO 16
TIPOS DE INCUBADORA 20
INCUBADORA NEONATAL MICROPROCESSADA 22
Sistema de monitorização 23
Sistema de controle de temperatura 23
Sistema de controle de umidade 24
Sistema de controle de circulação de ar 25
Sistema de controle de gases 26
PROBLEMAS RELACIONADOS AO USO INDEVIDO DE INCUBADORAS 26
Defeitos comuns em incubadoras e soluções 27

METODOLOGIA **28**

LEVANTAMENTO DAS INCUBADORAS DA MEJC 28

AVALIAÇÃO DO ESTADO FÍSICO DAS INCUBADORAS 29

MANUTENÇÃO PREVENTIVA E AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS INCUBADORAS 31

REQUISITOS DA NORMA ABNT 60601-2-19 34

RESULTADOS **37**

AVALIAÇÃO DO ESTADO FÍSICO DAS INCUBADORAS 37

AVALIAÇÃO DO ESTADO FUNCIONAL DAS INCUBADORAS 44

DADOS REFERENTES AO MODO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DAS INCUBADORAS EM USO 46

CONCLUSÃO **51**

REFERÊNCIAS **53**

APÊNDICE I **57**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação de perdas de calor no recém-nascido……...……8
Figura 2. Efeitos do estresse do frio em recém-nascidos……14
Figura 3. Banheira aquecida de Von Ruehl……...……..17
Figura 4. Incubadora de Tarnier……..18
Figura 5. Incubadora Hess em exibição no International Museum of Surgical Science in Chicago……..…...19
Figura 6. Incubadora Neonatal desenvolvida em 1954……...19
Figura 7. Tipos de incubadora……..…...21
Figura 8. Incubadora Neonatal de Transporte IT 158 TS e Incubadora Neonatal Móvel Vision® Advanced 2286……...……...22
Figura 9. Unidade Híbrida Duetto® 2386……...……22
Figura 10. Diagrama de Blocos da Incubadora Neonatal Microprocessada……...23
Figura 11. Diagrama do controle ATC de temperatura em INs..…...……..24
Figura 12. Diagrama do controle ITC de temperatura em INs…...…...……...……...24
Figura 13. Sistema de umidificação passivo usado em INs……..……...…...25
Figura 14. Sistema de umidificação ativo usado em INs……..……...……...25
Figura 15. Termômetro penta……..…...……...……..33
Figura 16. Termômetro penta sendo utilizado em incubadora neonatal……....…….33
Figura 17. Termo-higrômetro……..……..…..33
Figura 18. Termo-higrômetro sendo utilizado em incubadora neonatal…….34
Figura 19. Locais especificados pela norma para a colocação dos sensores no interior da incubadora (10 cm acima do colchão): A, B, C, D e E…….……...36
Figura 20. Exemplos de sujidades na cúpula de INs..…...……..41
Figura 21. Exemplos de opacidade na cúpula de INs……...…..……42
Figura 22. Exemplo de rachadura na cúpula de IN……..……...……42
Figura 23. Exemplo de manga-íris de IN rasgada…...……..…..42
Figura 24. Exemplo de ranhuras na cúpula de IN……...……43
Figura 25. Exemplo de trava de rodízio de IN quebrada……...……..…...43
Figura 26. Exemplo de Cartão de Identificação de Paciente quebrado……...…..…..44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perdas de calor no interior da incubadora neonatal……..…….....11

Tabela 2 - Inventário das Incubadoras Neonatais da MEJC……...…….29

Tabela 3 - Avaliação do estado físico das Unidades Híbridas Duetto® 2386……...…..37

Tabela 4 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Neonatal 1186 C……...……37

Tabela 5 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Vision® Advanced 2286……...38

Tabela 6 - Avaliação do estado físico das Incubadoras de Transporte IT 158 TS……...39

Tabela 7 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Neonatal 1186 A……...39

Tabela 8 - Temperatura e Umidade Relativa do Ar das INs durante as calibrações e MPs……...45

Tabela 9 - Primeira coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL……...……...……...46

Tabela 10 - Segunda coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL……..…….……..…...47

Tabela 11 - Terceira coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL…….……...……..…...47

Tabela 12 - Quarta coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL……...……..48

Tabela 13 - Quinta coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL…….……...……..…...49

Tabela 14 - Dados condensados de modo de controle de temperatura das INs em uso no setor UTI NEONATAL.…….……..…….…...49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desequilíbrio entre perda e produção de calor no RN pré-termo…….....5
Quadro 2 - Mecanismos de produção calor no RN....……..……7
Quadro 3 - Principais consequências físicas da hipotermia em recém-nascidos……14
Quadro 4 - Defeitos comuns em incubadoras e soluções……...27
Quadro 5 - Requisitos exigidos pela NBR IEC 601-2-19 (1999).....34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avaliação do estado físico das INs……...……41

Gráfico 2 - Percentual de modo de controle de temperatura das INs em uso no setor UTI NEONATAL……...……..50

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATC — Air Temperature Control (Controle de Temperatura do Ar)
CC — Centro Cirúrgico
CIP — Cartão de Identificação do Paciente
GEP — Gerência de Ensino e Pesquisa
GETS — Gerenciamento de Tecnologia para Saúde
IEM — Interferência Eletromagnética
IG — Idade Gestacional
IN — Incubadora Neonatal
ITC — Skin Temperature Control (Controle de Temperatura da Pele)
LED — Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
MEJC — Maternidade Escola Januário Cicco
MP — Manutenção Preventiva
NBR — Norma Brasileira
O_2 — Oxigênio
ONG — Organização Não Governamental
RN — Recém-nascido
RNP — Recém-Nascido prematuro
SNS — Sistema Nervoso Simpático
SpO_2 — Saturação de Oxigênio
T3 — Triiodotironina
TSH — Hormônio Estimulante da Tireoide
UR — Umidade Relativa do Ar
UTI — Unidade de Tratamento Intensivo

SILVA, Jeciel Cícero da. **Avaliação das Condições das Incubadoras da Maternidade Escola Januário Cicco**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 72p., 2022.

RESUMO

No Brasil, nascem cerca de 340 mil bebês prematuros por ano, o que faz o país ocupar a 10ª posição no *ranking* mundial de partos prematuros, segundo a Organização Não Governamental (ONG) Prematuridade.com. Esse dado pode ser visto como alarmante porque a prematuridade é considerada a principal causa de morbidade e da mortalidade infantil. Ela pode ocasionar uma série de complicações, sendo a hipotermia a mais recorrente, pois os neonatos são mais suscetíveis a perdas de calor, decorrentes, principalmente, pela incapacidade de regular sua temperatura e pelo baixo nível de gordura subcutânea. Nesse contexto, surge a importância da incubadora neonatal, um equipamento eletromédico assistencial que simula as condições do útero materno, proporcionando um ambiente termicamente neutro adequado à sobrevivência do recém-nascido prematuro, prevenindo a hipotermia e outros possíveis agravos, como distúrbios respiratórios e complicações neurológicas e infecciosas. Esse equipamento é caracterizado como uma câmara fechada, de material transparente, em que a temperatura e a umidade relativa do ar são reguladas constantemente, de modo que permaneçam em níveis aceitáveis. No entanto, assim como todo aparato tecnológico, está sujeito a mau funcionamento e quebra, sendo necessário manter um bom plano de manutenção preventiva e de calibração. Neste estudo, foi feita uma avaliação das incubadoras da Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC), de acordo com os critérios definidos na norma ABNT NBR IEC 60601-2-19, com o objetivo de verificar se estas continuam atendendo aos parâmetros adequados de funcionamento, visando manter um padrão de qualidade satisfatório. A metodologia empregada foi de caráter transversal descritivo, com análise de dados quantitativos e qualitativos, levantados durante o período de estágio na instituição. A partir dos resultados alcançados, adquiriu-se parâmetros que garantem eficiência e bom desempenho das incubadoras da MEJC e que promovem melhora na qualidade dos serviços prestados.

Palavras-chave: incubadora neonatal, prematuridade, hipotermia, manutenção preventiva, engenharia clínica.

SILVA, Jeciel Cícero da. **Evaluation of the Conditions of the Incubators of the Maternity School Januário Cicco**. Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 72p., 2022.

ABSTRACT

In Brazil, around 340,000 premature babies are born each year, which makes the country occupy the 10th position in the world ranking of premature births, according to the Non-Governmental Organization (NGO) Prematuridade.com. This data can be seen as alarming because prematurity is considered the main cause of infant morbidity and mortality. It can cause a series of complications, hypothermia being the most recurrent, as neonates are more susceptible to heat loss, mainly due to the inability to regulate their temperature and the low level of subcutaneous fat. In this context, the importance of the neonatal incubator arises, an electromedical assistance equipment that simulates the conditions of the maternal uterus, providing a thermally neutral environment suitable for the survival of the premature newborn, preventing hypothermia and other possible diseases, such as respiratory disorders and neurological complications. and infectious. This equipment is characterized as a closed chamber, made of transparent material, in which the temperature and relative humidity of the air are constantly regulated, so that they remain at acceptable levels. However, like any technological device, it is subject to malfunction and breakage, and it is necessary to maintain a good preventive maintenance and calibration plan. In this study, an evaluation was made of the incubators of the Januário Cicco Maternity School (MEJC), according to the criteria defined in the ABNT NBR IEC 60601-2-19 standard, in order to verify if they continue to meet the appropriate operating parameters, in order to maintain a satisfactory quality standard. The methodology used was cross-descriptive, with analysis of quantitative and qualitative data collected during the internship period at the institution. Based on the results achieved, parameters were acquired that guarantee the efficiency and good performance of the MEJC incubators and that promote an improvement in the quality of the services provided.

Keywords: neonatal incubator, prematurity, hypothermia, preventive maintenance, clinical engineering.

1. INTRODUÇÃO

A prematuridade pode ser definida como todo nascimento que ocorre antes de 37 semanas completas de gestação, podendo ser classificada de acordo com a idade gestacional (IG) do recém-nascido (RN) (MARTINELLI et al., 2021). O Ministério da Saúde (BRASIL, 2016, p. 17) define a IG como "o tempo medido em semanas ou em dias completos decorridos desde o primeiro dia da última menstruação até a data do nascimento". Esse critério serve para classificar o RN em: pré-termo — nascido com menos de 37 semanas de gestação (menos de 259 dias); a termo — nascido entre 37 semanas e 41 semanas e 6 dias de gestação (259 a 293 dias); e pós-termo — nascido com 42 semanas ou mais de gestação (294 dias ou mais). Os RNs pré-termos podem, ainda, ser subclassificados em: pré-termo tardio — nascido entre 34 e 36 semanas e 6 dias; pré-termo moderado — nascido entre 28 e menos de 34 semanas; e pré-termo extremo — nascido abaixo de 28 semanas (BRASIL, 2016).

O nascimento prematuro pode ser considerado como uma das principais causas da mortalidade infantil. França et al. (2017) destacam que a maior parte dos óbitos infantis acontecem no primeiro ano de vida, principalmente no primeiro mês, e que existe uma elevada participação da prematuridade como uma das causas perinatais. Salge et al. (2009) afirmam que a prematuridade continua sendo a principal causa da mortalidade e morbidade no período neonatal, e que isso representa um dos maiores desafios para o fornecimento de uma assistência profissional de qualidade. Em concordância, Silva et al. (2019) destacam que as elevadas taxas de morbimortalidade dos recém-nascidos pré-termos ainda persistem como um grande desafio na assistência neonatal e que a prematuridade e suas complicações são uma das principais causas.

Apesar de ter havido uma redução de 67,6% na taxa de mortalidade infantil no Brasil entre 1990 e 2015, sendo a prematuridade apontada como principal causa dos óbitos infantis para menores de 5 anos (FRANÇA et al., 2017), o país ainda ocupa a 10ª posição no *ranking* mundial de partos precoces, com cerca de 340 mil bebês prematuros nascendo anualmente (BRASIL, 2020), o que evidencia que esse problema ainda persiste e que requer muita atenção.

A prematuridade está associada a uma série de problemas, como distúrbios respiratórios e complicações neurológicas e infecciosas, sendo a hipotermia a mais frequente, pois os neonatos são mais suscetíveis a perdas de calor, decorrentes, principalmente, pela incapacidade de regular adequadamente sua temperatura e pelo baixo nível de gordura subcutânea. A perda de calor em RNs pré-termos ocorre rapidamente, mesmo possuindo tecidos metabolicamente ativos que produzem energia térmica, podendo diminuir de 2 a 3ºC durante a primeira meia hora de vida, e isso acontece porque o calor gerado não supera a perda por convecção, evaporação e radiação, o que aumenta o risco de hipotermia (SOARES et al., 2020).

Os avanços da ciência e tecnologia trouxeram diversos benefícios para diversas áreas de conhecimento, no qual, na saúde, no que diz respeito ao campo da neonatologia, despertou-se o interesse na aplicação de métodos de engenharia com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos recém-nascidos prematuros (RNP), reduzindo o risco de ocorrências negativas e aumentando suas chances de sobrevivência (COSTA, 2009). Incluso nesses benefícios, podemos destacar a evolução e criação de equipamentos eletromédicos assistenciais, bem como, também, a criação da engenharia clínica, sendo esta a responsável pela gestão e controle desses dispositivos dentro da unidade hospitalar.

Nesse contexto, os equipamentos médico-hospitalares têm se tornado cada vez mais rebuscados e importantes no auxílio de diagnósticos e suporte à vida. Dentre eles, destaca-se a incubadora neonatal (IN), um dispositivo eletromédico assistencial que simula as condições do útero materno, onde a temperatura e a umidade relativa do ar (UR) são reguladas constantemente, de modo que permaneçam em níveis aceitáveis, prevenindo a hipotermia e outros possíveis agravos. O bom funcionamento desse equipamento garante a qualidade e segurança ao RNP (COUTINHO, 2019). No entanto, assim como todo aparato tecnológico, está sujeito a mau funcionamento e quebra, sendo necessário manter um bom plano de manutenção preventiva e de calibração, a fim de evitar possíveis problemas durante sua utilização.

Nesse sentido, pode ser vista a importância de realizar verificações periódicas do estado em que se encontram as INs, no qual sua qualidade precisa ser critério prioritário no requisito de manutenção preventiva. Essas verificações podem apontar defeitos que trazem sérios riscos ao paciente, por isso a importância da inspeção e da manutenção preventiva,

que previnem falhas antes mesmo que aconteçam, garantindo a confiança e confiabilidade desses equipamentos e, consequentemente, o bem estar do paciente (COUTINHO, 2019).

Neste estudo, será feita uma avaliação das incubadoras da Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC), de acordo com os critérios definidos na norma ABNT NBR IEC 60601-2-19, com o objetivo de verificar se estas continuam atendendo aos parâmetros adequados de funcionamento, visando garantir um padrão de qualidade satisfatório.

A MEJC, instituição pública pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada em Natal/RN — considerada a maternidade mais importante do estado —, pode ser vista como um centro de referência para atenção à saúde gestante de alto risco, formação e aprimoramento profissional nas mais diversas áreas. Atualmente, a instituição possui 128 leitos, 23 consultórios ambulatoriais, 03 salas de cirurgias ambulatoriais, 06 salas de cirurgias hospitalares, 03 salas de recuperação, 02 salas de parto normal e 03 consultórios médicos de urgência/emergência, realizando, em média, um total de 21.867 consultas e 9.586 exames por semestre, cerca de 3.500 partos por ano, mais de 24.000 procedimentos ambulatoriais e uma média de 10.000 internações (BRASIL, 2020).

Diante do exposto, fica evidente a importância das INs nessa maternidade e a necessidade de que elas operem adequadamente, a fim de evitar problemas de funcionamento e, consequentemente, problemas ao RN, o que justifica a realização de uma avaliação criteriosa desses equipamentos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o estado físico e funcional das incubadoras neonatais da Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC), verificando se elas atendem aos parâmetros adequados de funcionamento, com o objetivo de garantir um padrão de qualidade satisfatório.

1.1.2. Objetivos específicos

- Estudar os conceitos da Engenharia Clínica e das manutenções preventivas.

- Realizar levantamento de todas as incubadoras da instituição.
- Avaliar o estado físico das incubadoras neonatais da instituição.
- Coletar e analisar os dados do estado funcional das INs da instituição.
- Verificar se a manutenção preventiva realizada pelo setor de engenharia clínica da MEJC está de acordo com a normatização.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Na seção 1, foram apresentados a introdução, os objetivos e a organização do trabalho. Na seção 2, são apresentados conceitos referentes a processos fisiológicos nos recém-nascidos, tais quais: termorregulação, perdas de calor e hipotermia. Na seção 3, a incubadora neonatal: histórico, tipos de IN, incubadora neonatal microprocessada e problemas relacionados ao uso desses equipamentos. Na seção 4, apresenta-se a metodologia utilizada neste trabalho. No capítulo 5, apresentação e discussão sobre os resultados obtidos. E, por fim, na seção 6, as conclusões e trabalhos futuros.

2. CONTROLE TÉRMICO EM RECÉM-NASCIDOS PREMATUROS

A temperatura corporal pode ser definida como o resultado entre os mecanismos de produção, manutenção e eliminação de calor corporal, que estão associados à homeostase do organismo. No entanto, nos RNs, pode haver desequilíbrio entre esses mecanismos, resultando em aumento nas perdas e diminuição da produção de calor, principalmente nos prematuros (BRASIL, 2011). Esse desequilíbrio está associado às peculiaridades do RN. Abaixo, no Quadro 1, são apresentadas características particulares do RN que influenciam na limitação da produção em relação às perdas de calor.

Quadro 1 - Desequilíbrio entre perda e produção de calor no RN pré-termo.

Aumento da perda	Diminuição da produção
• Maior área de superfície corporal • Epiderme não queratinizada • Mais água extracelular (mais evaporação) • Maior quantidade de tecido subcutâneo • Menor capacidade de vasoconstrição cutânea • Baixa temperatura ambiental	• Menor estoque de gordura marrom • Menor resposta termogênica por hipóxia, restrição do crescimento intrauterino e doenças • Menor mobilização de noradrenalina e ácidos graxos livres • Consumo de O_2 limitado por problemas pulmonares

Fonte: adaptado de BRASIL, 2011, p. 11.

Existem diversos fatores que possuem influência na limitação da produção e no aumento da perda do calor produzido pelo corpo, que levam a perdas de calor superiores a de produção (LOPES,2014). Nos RNs, o controle térmico depende da IG e pós-natal, do peso de nascimento e de suas condições clínicas - quanto menores forem e pior o estado clínico, maior será a necessidade de suporte térmico externo para mantê-los em estado de normotermia (BRASIL, 2011). A manutenção do controle térmico nos RNs prematuros pode ser considerada crítica, pois eles possuem capacidade limitada de manter contínua sua temperatura interna quando a temperatura externa (do ambiente) varia. Essa limitação ocasiona estresse por frio, que ocorre quando o calor perdido excede a capacidade de produção, o que podendo resultar em falta de oxigênio, hipoglicemia, acidose metabólica e

queda nos níveis de glicogênio. Os RNs prematuros são mais suscetíveis a problemas respiratórios, o que acarreta, muitas vezes, em pulmões incapazes de suprir a quantidade de oxigênio necessária para mantê-los aquecidos (PERRELLA, 2006).

Um fator de grande preocupação, e um dos principais sinais de complicação do RN, é a hipotermia, que ocorre frequentemente, sendo um fator que aumenta severamente o gasto metabólico e o consumo de oxigênio pelo neonato, aumentando os riscos de morbidade e a mortalidade neonatal (BRASIL, 2011; PERRELLA, 2006). A hipotermia, quando prolongada, pode resultar em impedimento no crescimento do RN e torná-lo mais suscetível à infecções (COSTA, 2009).

Outra complicação derivada da limitação do controle térmico nos RNs, embora muito menos frequente, é a hipertermia, definida como o estado quando o corpo se encontra com temperatura acima de 37,5 °C (BRASIL, 2011).

2.1. TERMORREGULAÇÃO

Durante o período de gestação, o ambiente intrauterino permanece termoestável, sendo o controle da temperatura no RN realizado por processos maternos (BRASIL, 2011). No entanto, após o nascimento, o RN precisa se tornar adaptado ao ambiente fora do útero, ou seja, ao ambiente externo (COSTA, 2009). E, nesse contexto, pode ser vista a importância da capacidade de regular sua temperatura adequadamente através dos mecanismos termorreguladores. No útero, a temperatura do feto é 0,5 a 1ºC maior que a temperatura materna (BRASIL, 2011; LOPES, 2014), resultando em um grau de variação que proporciona a troca de calor que ocorre do feto para a mãe (BRASIL, 2011).

Os RNs a termo possuem a capacidade de regular sua temperatura interna, no entanto, os pré-termos não (PERRELLA, 2006). Isso ocorre porque os bebês a termo possuem uma reserva primária de termogênese, a gordura que fica localizada abaixo da pele, sendo esta bastante vascularizada e inervada por neurônios do sistema nervoso simpático (COSTA, 2009), enquanto os pré-termos possuem pele mais fina, pouca gordura subcutânea e seus vasos superficiais de sangue perdem calor mais facilmente, por isso sua temperatura corporal tende a ser a mesma do ambiente externo (PERRELLA, 2006). Os bebês prematuros, devido a sua incapacidade de regular sua temperatura, necessitam ser

mantidos em local fechado, onde a temperatura seja controlada e superior a do meio externo (COSTA, 2009; PERRELLA, 2006).

A termogênese química pode ser vista como o principal mecanismo de produção de calor no RN. Sendo ela, um processo que pode ser entendido como a resposta termorregulatória desencadeada pelo sistema nervoso simpático com descargas de noradrenalina nas terminações nervosas da gordura marrom (altamente vascularizada e que localiza-se em locais como tecido subcutâneo nucal, mediastino, axilas e regiões interescapular, perivertebral e perirrenal), com a liberação do hormônio estimulante da tireoide (TSH). Os hormônios liberados pela tireoide, sobretudo a triiodotironina (T3), atuam simultaneamente com a noradrenalina promovendo a oxidação de ácidos graxos livres e o aumento da proteína termogenina, resultando em produção de calor, mas com grande consumo de energia (BRASIL, 2011). Além da termogênese química, existem outros mecanismos responsáveis pela produção de calor no RN, como os apresentados no quadro a seguir.

Quadro 2 - Mecanismos de produção calor no RN.

Mecanismo	Fonte
Processos metabólicos	• O cérebro, o coração e o fígado produzem a maior parte da energia metabólica pelo metabolismo oxidativo da glicose, gordura e proteína. • A quantidade de calor produzida varia com a atividade, estado, estado de saúde e temperatura ambiente.
Atividade muscular voluntária	• O aumento da atividade muscular durante a inquietação e o choro geram calor. • Conservação de calor assumindo uma posição flexionada para diminuir a área de superfície exposta.
Vasoconstrição periférica	• Em resposta ao resfriamento, a Vasoconstrição periférica reduz o fluxo sanguíneo para a pele e, portanto, diminui a perda de calor das superfícies cutâneas.
Termogênese química	• O calor é produzido pelo metabolismo da gordura marrom. • Os receptores térmicos transmitem impulsos ao hipotálamo, que estimulam o SNS e provocam a liberação de norepinefrina na gordura marrom (encontrada ao redor das escápulas, rins, glândulas supra-renais, cabeça, pescoço, coração, grandes vasos e regiões axilares). • A norepinefrina na gordura marrom ativa a lipase, o que resulta em lipólise e oxidação de ácidos graxos. • Este processo químico gera calor ao liberar a energia produzida em vez de armazená-la como Adenosina-5-Trifosfato (ATP).

Fonte: adaptado de Interprofessional Education & Research Committee, 2013, p. 6.

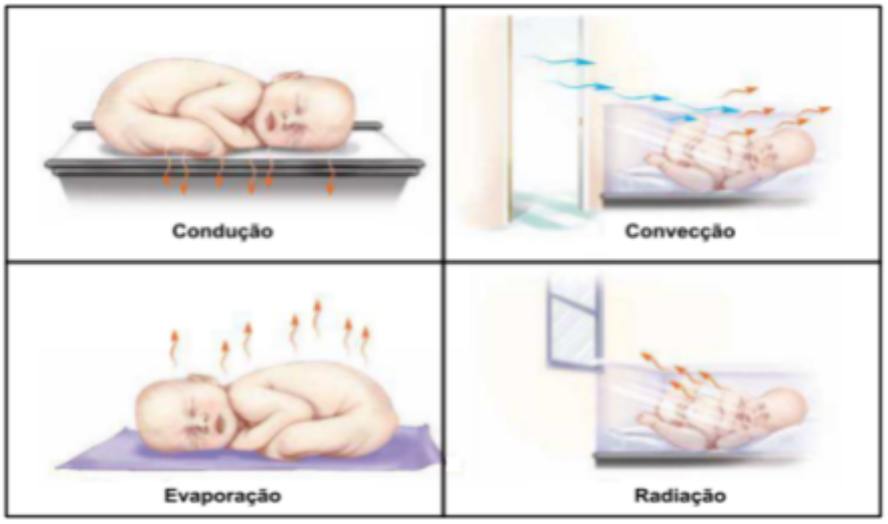
A termorregulação está diretamente relacionada com a sobrevida do RNP, já que, em virtude de sua imaturidade sistêmica, acompanha as alterações de temperatura do ambiente externo, o que dificulta a manutenção e controle de sua temperatura interna (LOPES, 2014). As diferenças de temperatura do ambiente externo conduzem a perdas rápidas de calor do RN, o que pode resultar em hipotermia e apneia respiratória (GONÇALVES, 2018).

Os RNP encontram muito mais dificuldade para realizarem o balanço entre a produção e eliminação de calor do organismo. Eles consomem muito mais energia que os RN a termo para realizarem a manutenção da temperatura interna. A termorregulação influencia diretamente nas taxas de morbimortalidade neonatal, por isso a importância dos cuidados relativos ao controle e à manutenção da temperatura do RN.

2.2. PERDAS DE CALOR

A temperatura do RN, a interna e da pele, possui tendência a cair em consequência das perdas de calor por condução, convecção, evaporação e radiação (BRASIL, 2011; PERRELLA, 2006). Geralmente, esses fenômenos acontecem de maneira simultânea, no qual podendo haver predominância de uma relação aos outros (COSTA, 2009). A Figura 1, abaixo, ilustra as quatro maneiras de transferência de calor no RN.

Figura 1. Representação de perdas de calor no recém-nascido.



Fonte: adaptado de Interprofessional Education & Research Committee, 2013.

A maior parte das perdas de calor do recém-nascido ocorre imediatamente após o nascimento. Durante os primeiros 10 a 20 minutos, o RN pode perder calor muito rapidamente se intervenções não forem realizadas, e a perda contínua ocorrerá nas horas seguintes se os cuidados adequados não forem fornecidos (Interprofessional Education & Research Committee, 2013). A temperatura do ambiente no decorrer do parto e após o nascimento tem um efeito significativo no risco de o recém-nascido desenvolver hipotermia — quando o calor perdido excede o produzido, sua temperatura interna cai abaixo da faixa normal e o recém-nascido fica hipotérmico (WHO, 1997).

Não há uma variável simples que possa ser utilizada para medir a contribuição combinada das perdas de calor por condução, convecção, radiação e evaporação, pois esses mecanismos são relativamente autônomos. Nesse contexto, a temperatura do ar pode ser utilizada apenas para calcular a perda de calor por convecção; enquanto a temperatura das paredes internas é utilizada para medir, de maneira aproximada, as perdas por radiação. (BRASIL, 2002).

Nos RNP, as perdas de calor são maiores e ocorrem "devido a fatores como massa muscular reduzida, menor depósito de gordura subcutânea isolante, epiderme não queratinizada, água extracelular abundante e menor capacidade de vasoconstrição cutânea" (COSTA, 2016, p.15). Além disso, com exceção da perda de calor por evaporação, todas as outras são proporcionais à diferença de temperatura entre o RN, que perde calor por estar com maior temperatura (mais quente), e o ambiente, que recebe calor por estar mais frio (menor temperatura) (BRASIL, 2002).

As perdas de calor do RN podem ser minimizadas mantendo-o em um ambiente termicamente neutro, onde será reduzida ao mínimo a perda e a produção de calor, o oxigênio consumido e as suas necessidades nutricionais (COSTA, 2009; GONÇALVES, 2018)

2.2.1. Condução

Na condução, a transferência de calor se dá por meio do contato entre corpos sólidos, no qual a energia térmica é conduzida do corpo mais quente para o mais frio. A transferência de calor entre dois objetos sólidos que se tocam sofre influência do tamanho da área da superfície em contato e pelo gradiente de temperatura entre essas superfícies. No RN, a perda de calor por condução ocorre quando posto em uma superfície fria, ou

seja, com temperatura menor que a de seu corpo. Normalmente, a perda de calor por condução é pequena porque o RN é posicionado sob um colchão com baixa capacidade de condução de energia térmica (COSTA, 2009).

2.2.2. Convecção

Na convecção, a transferência de calor se dá entre corpos no estado líquido ou gasoso, no qual a energia térmica é conduzida do corpo mais quente para o mais frio. Na convecção, a densidade dos líquidos e gases influencia diretamente na transmissão de calor. No RN, ocorre quando o recém-nascido é exposto ao ar frio do ambiente ou a correntes de ar de portas e janelas abertas ou de ventiladores. A troca de calor do RN com o ar ou com líquidos está relacionada com o tamanho da sua superfície, fluxo de ar e gradiente de temperatura (Interprofessional Education & Research Committee, 2013).

2.2.3. Evaporação

A perda de calor por evaporação se dá pela pele e pela respiração — processo que independe dos outros mecanismos de perda de calor. Na evaporação, o RN perde água por meio da transpiração quando o ambiente em que ele se encontra possui baixa umidade no ar e com temperatura elevada; e por meio da respiração à medida que ele inspira ar úmido e frio e expira ar quente e seco. A evaporação depende da velocidade e da UR do ar. (COSTA, 2009). Outros fatores que contribuem para a perda por evaporação são a área de superfície do RN e a pressão de vapor (Interprofessional Education & Research Committee, 2013).

2.2.4. Radiação

A perda de calor por radiação pode ser entendida como a transferência de calor entre superfícies sólidas que não se tocam, por meio da emissão e recepção de raios infravermelhos produzidos por objetos e pelo corpo humano. No RN, ocorre quando próximo a objetos frios, paredes, mesas, armários, entre outros, sem realmente estar em contato com eles. Os fatores que afetam a mudança de calor devido à radiação são o gradiente de temperatura entre as duas superfícies, área de superfície e distância entre as superfícies sólidas (Interprofessional Education & Research Committee, 2013).

2.2.5. Perdas de calor do recém-nascido no interior da incubadora neonatal

O coeficiente de transferência térmica no RN é maior que o de um adulto, por causa disso, perde calor mais rapidamente quando exposto a um ambiente frio, ou seja, com temperatura menor que a sua. A perda de calor do RN pode ser considerada complexa porque sua superfície exposta varia à medida em que ele troca sua posição e de acordo com as roupas que está usando. Além disso, a relação existente entre a pele do RN e as superfícies radiantes do ambiente em que ele se encontra não é simples devido às diferentes emissões de energia por radiação dos objetos do ambiente que estão em constante troca de calor. A emissividade de radiação de um RN pode ser considerada com valor igual a 1 (BRASIL, 2002).

Avery (1999, *apud* COSTA, 2009, p.26) apresentou as perdas de calor de um RN uma semana de vida, pesando 2kg e despido em um colchão de espuma posto em um ambiente com temperatura constante, com umidade relativa moderada e sem correntes de ar, condições oferecidas ao RN no interior da IN. As perdas de calor por condução, convecção, evaporação e radiação do RN no interior da incubadora podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Perdas de calor no interior da Incubadora Neonatal.

Perda de calor 1,16 W/m² (kcal/m²h)	**Temperatura do ambiente**					
	30ºC		**33ºC**		**36ºC**	
Condução	2	4%	1	3%	0	1%
Convecção	15	37%	9	33%	5	19%
Evaporação	7	16%	7	24%	17	56%
Radiação	19	43%	12	40%	7	24
Total	43	100%	29	100%	29	100%

Fonte: adaptado de Avery, 1999, apud Costa, 2009.

Em conclusão do experimento, para um RN com superfície corporal de 0,2 m² e sabendo que 1 kcal/m²h equivale a 1,16W/m², as perdas totais para as temperaturas de 30°C, 33°C e 36°C no interior de uma IN são, respectivamente, 10 W, 6,74 W e 6,74 W (COSTA, 2009, p.26).

2.3. HIPOTERMIA

Quando a perda de calor do RN excede sua capacidade de produção, sua temperatura corporal cai abaixo da faixa normal (36,5 a 37°C) e ele fica hipotérmico. Isso acontece devido a certas características do RNP, como: área de superfície corporal larga em relação ao peso; cabeça grande em proporção ao corpo; e pouca gordura subcutânea (WHO, 1997).

A Organização Mundial da Saúde (1997, p.2) classifica a hipotermia conforme sua gravidade em:

- hipotermia leve (potencial estresse do frio): temperatura entre 36,0 e 36,4°C.
- hipotermia moderada: temperatura entre 32,0 e 35,9°C.
- hipotermia grave: temperatura menor que 32,0°C.

Durante as primeiras horas após o nascimento, o recém-nascido torna-se mais suscetível à hipotermia, no entanto, essa condição também pode ocorrer posteriormente, por exemplo, durante o banho ou em uma noite fria, caso as medidas para manter o bebê aquecido sejam inadequadas (WHO, 1997).

2.3.1. Sinais e sintomas de hipotermia em recém-nascidos

A hipotermia, imediatamente após o nascimento, acontece em pelo menos 25% dos RNP de baixo peso e atinge cerca de 50% dos RNP de muito baixo peso e dos menores de 34 semanas de idade gestacional (BRASIL, 2011). Anteriormente, acreditava-se que nesse instante era necessário o estresse causado pelo frio para iniciar ou estimular a respiração do recém-nascido, no entanto, não há evidências de que isso possua qualquer efeito benéfico. Pelo contrário, há fatos que comprovam que a hipotermia pode ser prejudicial, por exemplo: quando prolongada, afeta o crescimento do bebê e pode torná-lo mais vulnerável à infecções; e, mesmo que moderada, aumenta o risco de morte de bebês doentes ou de baixo peso (WHO, 1997).

O primeiro sinal de hipotermia no RN é pés frio ao toque. Posteriormente, se a hipotermia prolongar, todo o corpo fica frio, o bebê fica menos ativo, não se alimenta bem e chora fraco. Quando o RN apresenta hipotermia grave, seu rosto e extremidades podem desenvolver uma cor avermelhada brilhante, mesmo naqueles que não são brancos; pode

desenvolver esclerema (endurecimento da pele associado a vermelhidão e edema) nas costas e nos membros ou até mesmo em todo o corpo; fica letárgico e desenvolve respiração lenta, superficial e irregular e batimentos cardíacos lentos. Além disso, ter baixos níveis de açúcar no sangue e acidose metabólica, hemorragia interna generalizada (principalmente nos pulmões) e dificuldade respiratória (WHO, 1997).

Os sinais e sintomas de hipotermia em recém-nascidos são descritos abaixo (BRASIL, 2011, p. 15).

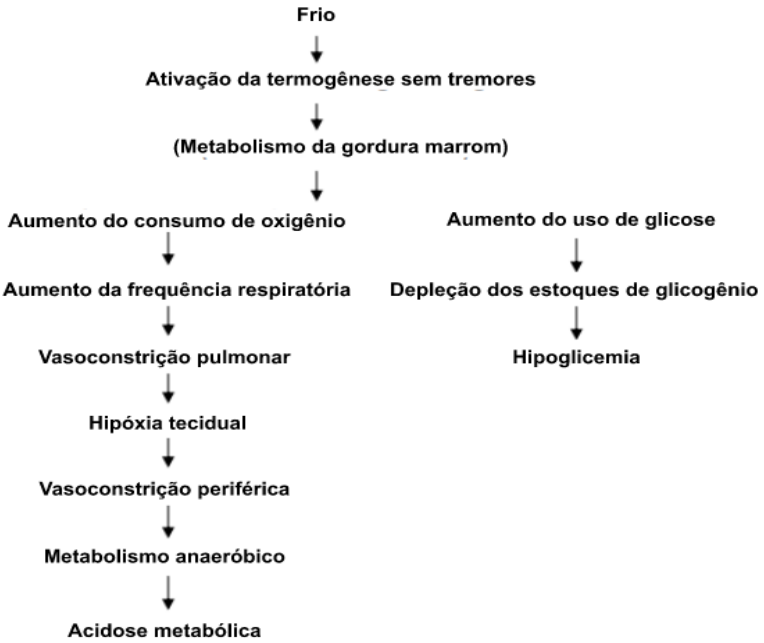
- Sucção débil.
- Hipotonia.
- Letargia.
- Taquipneia ou apneia.
- Taquicardia ou bradicardia.
- Tremores.
- Quedas na saturação de O_2
- Acidose.
- Vasoconstrição.
- Pele com coloração vermelho brilhante (falha na dissociação da oxihemoglobina).
- Edema ou esclerema (devido alteração na permeabilidade capilar).

Todas essas manifestações são inespecíficas e podem ser indicativos de outras condições significativas no RN, como, por exemplo, respostas do organismo à infecção bacteriana (WHO, 1997).

2.3.2. Consequências da hipotermia em recém-nascidos

Quando o recém-nascido tenta se manter aquecido ocorre o aumento do metabolismo celular (Interprofessional Education & Research Committee, 2013), o que leva "à diminuição da produção de surfactante e aumento do consumo de oxigênio e causa depleção das reservas calóricas, contribuindo para o desenvolvimento ou agravamento de insuficiência respiratória" (BRASIL, 2011, p.15). O RN em estado de hipotermia também está em risco de hipoglicemia devido ao aumento do consumo de glicose necessário para a produção de calor. Também podem ocorrer complicações neurológicas, hiperbilirrubinemia, distúrbios de coagulação e até mesmo a morte, caso se a hipotermia não for tratada e progredir (Interprofessional Education & Research Committee, 2013). A Figura 2 ilustra o desencadeamento dos efeitos do estresse do frio em recém-nascidos.

Figura 2. Efeitos do estresse do frio em recém-nascidos.



Fonte: adaptado de Askin, 2008, p.534, *apud* Interprofessional Education & Research Committee, 2013.

Quando o estado de hipotermia se prolonga e passa a ser hipotermia grave (temperatura menor que 32,0°C),

> pode ocorrer a hipotensão, bradicardia, respiração irregular, diminuição de atividade, sucção débil, diminuição de reflexos, náuseas e vômitos, acidose metabólica, hipoglicemia, hipercalemia, azotemia, oligúria e, algumas vezes, sangramento generalizado, hemorragia pulmonar e óbito. (BRASIL, 2011, p. 15).

No Quadro 3 são apresentadas as principais consequências físicas da hipotermia.

Quadro 3 - Principais consequências físicas da hipotermia em recém-nascidos.

Alterações fisiológicas	Alterações se prolongada
• Diminuição da produção de surfactante • Aumento no consumo de oxigênio • Acidose metabólica • Hipoglicemia • Diminuição do débito cardíaco • Aumento na resistência vascular periférica	• Dificuldade na adaptação à vida extrauterina • Hipóxia • Desconforto respiratório • Dificuldade em ganhar peso • Distúrbio de coagulação • Insuficiência renal • Enterocolite necrosante • Hemorragia peri-intraventricular • Morte

Fonte: adaptado de BRASIL, 2011, p. 16.

2.3.3. Tratamento da hipotermia

O tratamento da hipotermia no recém-nascido pode ser importante para evitar complicações graves e potencialmente fatais (Interprofessional Education & Research Committee, 2013). O reaquecimento do bebê pode ser realizado através de fonte de calor radiante ou incubadora, de maneira rápida ou gradativa. No entanto, não há fatos que demonstrem que um procedimento seja melhor que o outro. É importante que o reaquecimento do RN seja realizado com bastante cuidado e sob constante monitorização, "com medida da temperatura a cada 15 minutos após cada aumento de temperatura na incubadora ou no berço de calor radiante", pois a não monitorização do RN pode levar a complicações como hipertermia, apneia, hipotensão e convulsões. (BRASIL, 2011, p. 15 e 16).

Segundo a WHO (1997), o método de reaquecimento do RN depende da gravidade da hipotermia e da disponibilidade da equipe e dos equipamentos da unidade hospitalar: em casos de hipotermia leve, o RN pode ser reaquecido pelo contato pele a pele, em ambiente aquecido; em casos de hipotermia moderada, o RN vestido pode ser reaquecido por meio de um aquecedor radiante, em uma incubadora, usando um colchão cheio de água aquecida, em uma sala quente (com temperatura de 32-34°C), ou em um berço aquecido; em casos de hipotermia grave, sugere-se o reaquecimento rápido durante algumas horas em comparação ao reaquecimento lento durante vários dias, no qual pode ser alcançado utilizando uma incubadora neonatal.

A não implementação de qualquer um desses procedimentos colocará o RN em risco de resfriamento. Por isso, os hospitais que atendem RNs doentes e com baixo peso ao nascer devem ter equipamentos adicionais, como aquecedores, colchões aquecidos, incubadoras e termômetros de baixa leitura (para temperaturas abaixo de 25°C). Esses devem ser utilizados com cuidado e seguindo as instruções definidas pelo fabricante (Interprofessional Education & Research Committee, 2013).

3. INCUBADORA NEONATAL

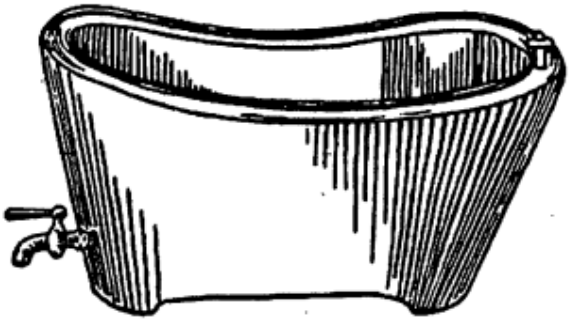
Ao longo dos anos, diversos meios de aquecimento foram utilizados para evitar a hipotermia em bebês prematuros e garantir sua sobrevivência, como, por exemplo, envoltórios de algodão e o uso de botijas quentes. No Brasil, chegou, inclusive, a ser utilizado bolsas de água quente e o "tijolo quente", em áreas rurais. Entretanto, esses métodos rudimentares não eram totalmente eficazes e podiam causar danos à integridade da pele dos RNs, como, por exemplo, queimaduras. Todavia, essas técnicas representam os primeiros passos para o desenvolvimento das incubadoras atuais. (OLIVEIRA, 2004).

3.1. HISTÓRICO

Os primeiros registros de métodos utilizados na redução da perda de calor datam de antes do ano 300, no Egito e na China, quando eram utilizadas grandes salas aquecidas e isoladas como chocadeiras de ovos, salas estas que poderiam, analogamente, ser utilizadas para aquecimento de RNs (BRASIL, 2002). No século XVI, para salvar seu filho que nasceu prematuramente, o filósofo italiano Fortunius Liceti, seu pai utilizou um meio análogo à incubação artificial de ovos para mantê-lo aquecido e garantir sua sobrevivência (OLIVEIRA, 2004).

Até o ano de 1835, os métodos de aquecimento de prematuros eram feitos através da utilização de roupas, pelo contato direto com o corpo de um adulto ou aproximando-os do fogo. Isso mudou quando, em 1835, o russo Johann Georg Von Ruehl, desenvolveu um berço aberto (banheira) com paredes duplas de ferro (Figura 3), que era aquecido através do enchimento de água quente no espaço entre as paredes de ferro. (BRASIL, 2002). Ruel utilizou essa banheira para manter aquecidos os RNs da Casa dos Expostos, de San Petersburgo. (OLIVEIRA, 2004).

Figura 3. Banheira aquecida de Von Ruehl.



Fonte: Brasil, 2002, p. 403.

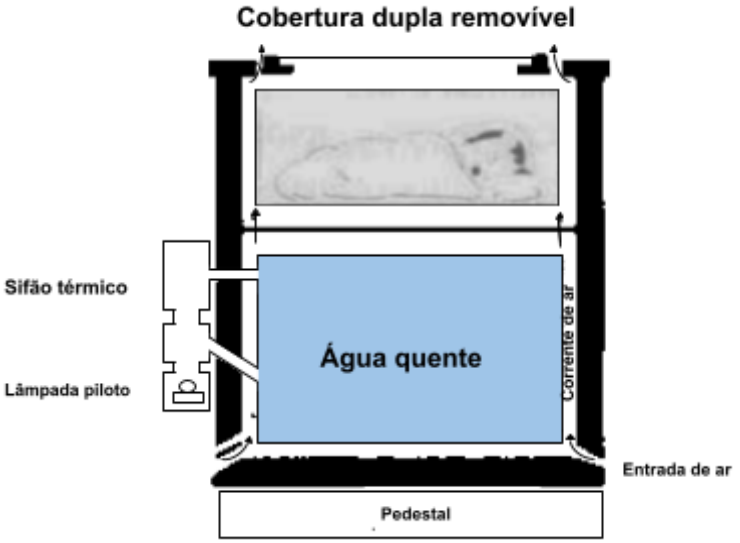
Em 1857, o professor Denucé, de Bordeaux, na França, desenvolveu um berço incubador, de estrutura de zinco, formado por fundo e por paredes duplas. O aquecimento do equipamento se dava por meio da água quente armazenada no espaço entre as paredes e o fundo. Na parte superior, as bordas das paredes duplas eram totalmente unidas, sendo que em uma dessas bordas havia um funil, possivelmente destinado à introdução de água quente no espaço entre as paredes e o fundo. Na parte inferior, havia uma torneira por onde, provavelmente, escoava a água resfriada. (OLIVEIRA, 2004).

Até meados do século XIX, as crianças eram ignoradas pelos médicos e não existiam instituições que se dedicassem a cuidar delas, logo as taxas de mortalidade infantil eram altas, principalmente entre os bebês que nasciam prematuramente (PERRELLA, 2006). No entanto, em virtude das altas taxas de mortalidade e a queda nas taxas de natalidade na população europeia, nessa época, surgiu o receio de despovoamento e vulnerabilidade da defesa nacional, o que fez surgir um movimento pela saúde da criança entre os anos de 1870 e 1920. O movimento objetivava preservar a vida de todas as crianças, ficando registrado como um dos primeiros marcos da medicina neonatal. Após isso, o cuidado preventivo passou a ser praticado, maternidades foram ampliadas e incubadoras passaram a ser desenvolvidas. (OLIVEIRA, 2004; PERRELLA, 2006).

Em 1878, o professor e obstetra parisiense Stephane Etienne Tarnier pediu que um dos funcionários do Zoológico de Paris desenhasse uma incubadora semelhante àquela usada no zoológico como chocadeira de ovos de galinha. A incubadora de Tarnier constituía em uma caixa de madeira composta por uma câmara superior, na qual ficava o RN, e outra inferior, onde eram depositadas bolsas com água aquecida. Essa incubadora recebeu o nome do seu criador e foi instalada, em 1880, na Maternidade de Paris (OLIVEIRA, 2004). Ela foi a primeira incubadora fechada para recém-nascidos. Nela, o

aquecimento era realizado por meio da circulação de ar quente, que funcionava da seguinte forma: o ar entrava através de uma abertura na câmara inferior, passava sobre bolsas de água quente e subia para a câmara superior, onde ficava o RN, e saia por uma abertura no topo da incubadora. Posteriormente, essa incubadora foi aperfeiçoada e a água passou a ser aquecida utilizando-se um termo-sifão a álcool ou gás, localizado na parte externa da incubadora e ligado a ela por tubulação, que permitia que a água fluísse por convecção entre o aquecedor e o reservatório. Nela, o ar ambiente, com temperatura mais baixa, entrava por uma abertura na parte inferior e era aquecido por meio da água quente e, por convecção, subia para a câmara superior, aquecendo-a. No entanto, nesse tipo de incubadora, o RN ficava sujeito a riscos de queimaduras e hipotermia. A Figura 4 ilustra esse processo. (BRASIL, 2002).

Figura 4. Incubadora de Tarnier.



Fonte: adaptado de Brasil, 2002, p. 403.

Tarnier é considerado o responsável por inventar e desenvolver a primeira incubadora neonatal. No entanto, também acredita-se que o obstetra francês Pierre Budin e seu aluno Couney foram os pioneiros na construção da primeira incubadora destinada a prematuros. Isso aconteceu em 1882, quando Budin começou a se interessar pela fisiologia do RN, o que estimulou o aprofundamento nessa, originando, posteriormente, a subespecialidade Neonatologia. Mais tarde, em 1884, o médico Credé criou uma banheira semelhante à desenvolvida por Tarnier, e, com objetivo de se considerar o inventor da primeira incubadora, acusou Tarnier de plagiá-lo. (OLIVEIRA, 2004).

Em 1915, Julius Hess desenvolveu uma incubadora neonatal feita de ferro com paredes duplas, no qual, entre elas, havia um espaço onde se colocava água quente (Figura 5). A incubadora de Julius foi, inicialmente, utilizada em veículos de transporte neonatal em Chicago, nos EUA. (COSTA, 2009).

Figura 5. Incubadora Hess em exibição no *International Museum of Surgical Science in Chicago*.

Fonte: COSTA, 2009, p. 32.

Em 1954, foi desenvolvida uma incubadora neonatal constituída em uma caixa de metal que permitia a observação do RN pela lateral e por meio de uma tampa localizada na parte superior do equipamento (COSTA, 2009). Abaixo, na Figura 6, pode ser observado esse tipo de incubadora.

Figura 6. Incubadora Neonatal desenvolvida em 1954.

Fonte: COSTA, 2009, p. 33.

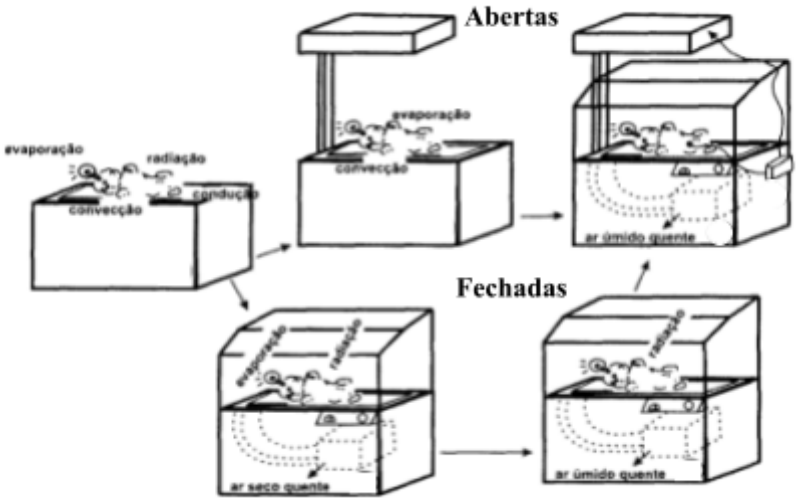
Nos anos seguintes, foram desenvolvidas e aperfeiçoadas novas incubadoras. Entre os anos de 1957 a 1965, foram desenvolvidas incubadas que utilizavam paredes de plástico

transparente na câmara da incubadora; ventoinha para forçar a convecção do ar, após ter passado pelo elemento aquecedor, na câmara do RN; e um defletor que produzia turbulência em cima de uma panela com água para umidificar o ar. O aquecimento nessas incubadoras era realizado por convecção controlada pela temperatura do ar. Nos anos de 1960 a 1970, incubadoras aquecidas por convecção controlada pela temperatura da pele. Nessas incubadoras, a rápida mudança da temperatura do ar na câmara do RN provocava, em alguns bebês pequenos e doentes, apnéia respiratória. Em 1964, incubadoras fechadas, ventiladas por convecção e aquecidas por radiação controlada pela temperatura da pele, no qual, mais tarde, foram substituídas pela incubadora fechada aquecida por convecção controlada pela temperatura da pele por não terem obtido sucesso comercial e por serem de difícil utilização. Até o ano de 1970, foram desenvolvidas incubadoras no qual o aquecimento era baseado em aquecedores por convecção. Já em 1971, surgiu o sistema chamado Alcyon não comercial. Esse sistema era controlado por um microprocessador, no qual implementou-se um algoritmo que levava em consideração a temperatura do RN e a relação entre ela e a temperatura do ambiente para determinar o estado do aquecedor. Atualmente, as incubadoras neonatais são microprocessadas. (BRASIL, 2002).

3.2. TIPOS DE INCUBADORA

As incubadoras podem ser classificadas em abertas e fechadas. As incubadoras abertas possuem paredes baixas para evitar que o RN caia e podem ser aquecidas utilizando um aquecedor radiante focalizado na área do colchão. Normalmente, elas são chamadas de incubadoras irradiantes abertas, camas aquecidas irradiantes, berços aquecidos ou aquecedores irradiantes (Figura 7). Esse tipo de incubadora permite visualização direta e fácil acesso ao RN. (BRASIL, 2002, p. 413). As incubadoras fechadas, por outro lado, são caracterizadas pelo total isolamento do RN e, ainda, por apresentarem temperatura e umidade constantes, reguladas automaticamente. Nelas, o acesso aos prematuros pode ser realizado por meio de aberturas que possibilitam a entrada das mãos, sem a necessidade da abertura da incubadora (OLIVEIRA, 2004).

Figura 7. Tipos de incubadora.



Fonte: adaptado Brasil, 2002, p. 412.

As incubadoras fechadas podem ainda ser subdivididas em móveis e de transporte. As incubadoras de transporte são menores e mais leves que as incubadoras móveis e devem obedecer às exigências necessárias para transporte em veículos de emergência por terra e por ar. Elas devem possuir, além de uma fonte de alimentação confiável, isolação térmica e de ruído e vibração, e, ainda, gerar interferência eletromagnética limitada para permitir transporte em aeronaves. (BRASIL, 2002, p. 414). Na figura 8, pode ser observado um exemplo de IN de transporte, a IT 158 TS, e um de IN móvel/estacionária, a *Vision® Advanced* 2286, desenvolvidas pela Fanem®, respectivamente. Além delas, atualmente, existem, também, incubadoras que operam tanto como IN quanto unidade de cuidado intensivo aberta de calor irradiante, como pode ser observado na Figura 9. No Brasil, a Unidade Híbrida Duetto® 2386, desenvolvida pela Fanem®, foi o primeiro equipamento dessa categoria fabricado no país.

Figura 8. Incubadora Neonatal de Transporte IT 158 TS e Incubadora Neonatal Móvel *Vision® Advanced* 2286.

Fonte: Fanem® LTDA.

Figura 9. Unidade Híbrida Duetto® 2386.

Fonte: Fanem® LTDA.

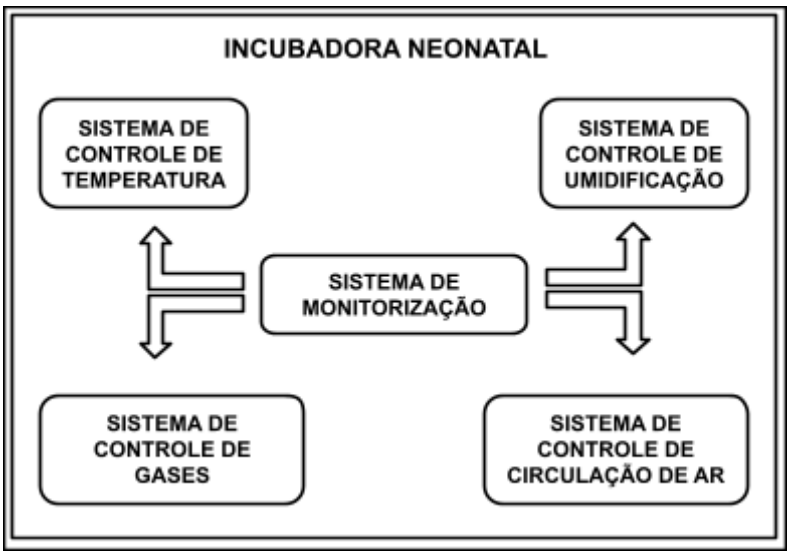
3.3. INCUBADORA NEONATAL MICROPROCESSADA

Atualmente, as INs operam com tecnologia de microprocessadores que controlam seus sistemas. A utilização de microprocessadores permite precisão no monitoramento da temperatura e umidade do ar, temperatura da pele, monitorização de saturação de oxigênio e dos batimentos cardíacos. Nas INs microprocessadas, o controle da temperatura na

cúpula, onde os RNs repousam, é realizado, principalmente, pelo fornecimento de ar aquecido. (GONÇALVES, 2018).

A IN microprocessada constitui-se por: um sistema de controle de temperatura, um sistema de controle de umidificação, um sistema de controle de gases, um sistema de controle de circulação de ar e por um sistema de monitorização (COSTA, 2009). Esses sistemas estão relacionados entre si, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10. Diagrama de Blocos da Incubadora Neonatal Microprocessada.



Fonte: adaptado COSTA, 2009.

3.3.1. Sistema de monitorização

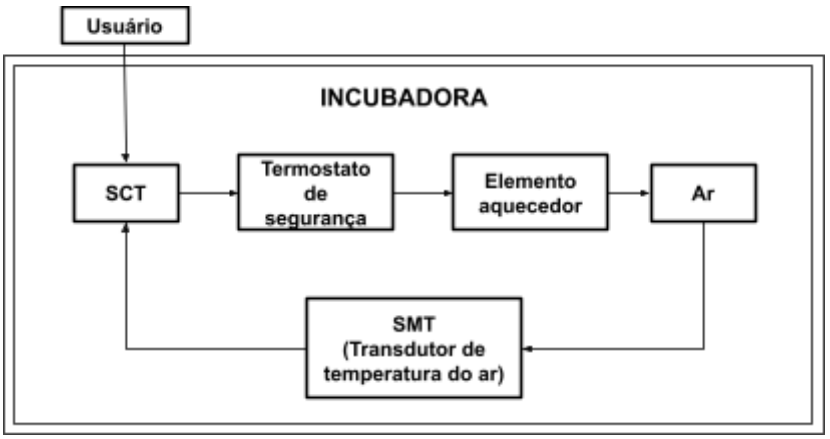
O sistema de monitorização possui a responsabilidade por comandar os demais sistemas da IN, sendo composto por alarmes audiovisuais que, quando acionados, alertam a equipe clínica sobre a necessidade de ajustes nos sistemas de controle da incubadora. As situações de aquecimento ou esfriamento são exibidas no painel da incubadora. Além disso, também podem ser monitorados e controlados os valores da umidade relativa do ar. (COSTA, 2009).

3.3.2. Sistema de controle de temperatura

O sistema de controle de temperatura pode ser operado de duas formas: modo ATC e ITC. No modo ATC, o controle da temperatura da incubadora será realizado a partir da temperatura do ar. Enquanto no modo ITC, o controle da temperatura da incubadora será realizado a partir da temperatura da pele do RN. Anteriormente, as INs mais antigas

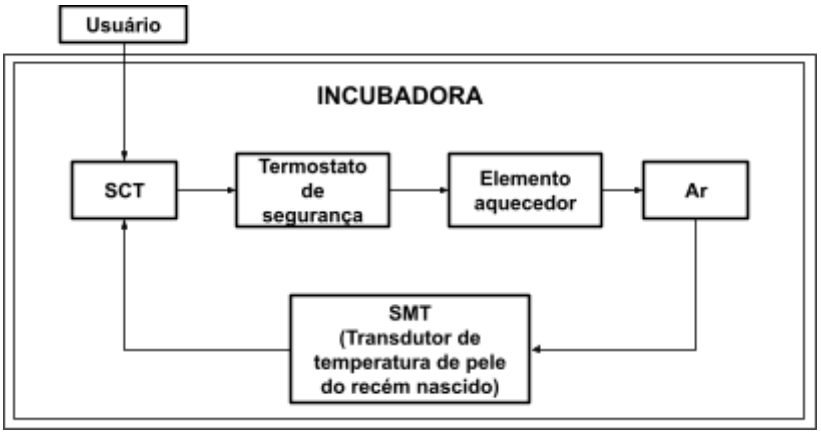
usavam apenas o modo ATC. Hoje, as INs utilizam os dois modos. (COSTA, 2009). As Figuras 11 e 12 ilustram as duas formas de operação de controle de temperatura em INs.

Figura 11. Diagrama do controle ATC de temperatura em INs.



Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 2007.

Figura 12. Diagrama do controle ITC de temperatura em INs.



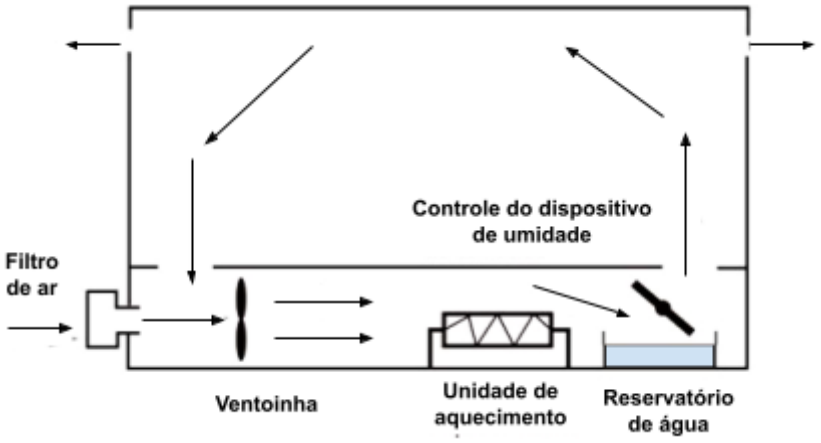
Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 2007.

3.3.3. Sistema de controle de umidade

O sistema de controle de umidade da IN pode funcionar sob dois aspectos: sistema de umidificação do tipo passivo (malha aberta), geralmente utilizado em hospitais e, o sistema de umidificação do tipo ativo (malha fechada). No sistema de umidificação passivo, a umidade relativa do ar não será medida nem controlada, no qual uma menor ou maior umidificação do ar podem ser obtidas fazendo a regulação do fluxo de ar. A utilização desse tipo de sistema pode ser vista como desvantajosa em decorrência da baixa qualidade do controle da taxa de umidificação e a necessidade de uma assepsia muito rigorosa. Já no sistema de umidificação ativo, a umidade do ar é medida e controlada.

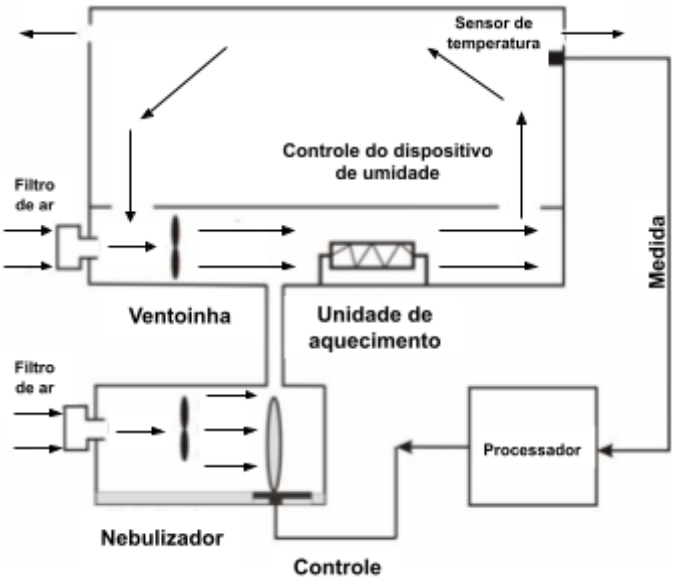
Nele, o valor da umidade do ar medido será comparado com um valor de referência, no qual a diferença entre eles para ser usada como meio de controle. A utilização desse tipo de sistema pode ser considerada vantajosa por causa da possibilidade de um maior controle do nível de umidificação e a flexibilização no processo de assepsia da incubadora. (COSTA, 2009). As Figuras 13 e 14 ilustram os sistemas do tipo passivo e ativo usados em IN.

Figura 13. Sistema de umidificação passivo usado em INs.



Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 2007.

Figura 14. Sistema de umidificação ativo usado em INs.



Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 2007.

3.3.4. Sistema de controle de circulação de ar

O sistema de circulação de ar da IN constitui-se por um motor elétrico acoplado a uma ventoinha. A função desse sistema é aspirar ar do ambiente externo, que é então

filtrado por um microfiltro que retém as partículas de até 0,5 μm, e manter a temperatura uniforme e o ar renovado dentro da cúpula (GONÇALVES, 2018). O ar ambiente externo é aspirado a uma taxa de, aproximadamente, $5{,}8x10^{-4}m^3/s$ (COSTA, 2009).

3.3.5. Sistema de controle de gases

O oxigênio, que pode ser puro ou misturado com o ar do ambiente externo, entra na IN por meio de uma conexão com uma válvula limitadora. Caso a entrada de oxigênio seja interrompida, automaticamente é aberta uma entrada de emergência para permitir a passagem de 6 a 8 litros de ar por minuto. (COSTA, 2009).

3.4. PROBLEMAS RELACIONADOS AO USO INDEVIDO DE INCUBADORAS

O mau funcionamento dos termostatos, que são dispositivos responsáveis por manter a temperatura constante das INs, pode levar ao superaquecimento desta e, consequentemente, a hipertermia do RN, podendo levá-lo a óbito. Além disso, podem resultar em lesões cerebrais e queimaduras graves e, também, provocar choque elétrico e causar incêndios. O superaquecimento da IN e a hipertermia do RN estão relacionados com a utilização indevida de cobertores de material plástico no interior da cúpula e a prática de colocar panos, toalhas ou cobertores e outros objetos sobre a cúpula da incubadora. Os sensores de temperatura podem se fixar nos cobertores de material plástico, prejudicando a leitura correta da temperatura do RN, e os objetos sobre a cúpula podem resultar em bloqueio da passagem de ar e superaquecer sensores. (BRASIL, 2002).

Outros problemas relacionados ao mau uso das INs são: o controle inadequado de fornecimento de oxigênio ao recém-nascido e o não fechamento das travas das portinholas e portas de acesso. A baixa quantidade de oxigênio fornecido ao RN pode resultar em hipóxia e a quantidade em excesso pode provocar hiperóxia, levando-o, por exemplo, à cegueira. Enquanto o não fechamento correto das portinholas e portas de acesso do equipamento, deixam o neonato propenso a quedas. (BRASIL, 2002).

3.4.1. Defeitos comuns em incubadoras e soluções

Alguns defeitos comuns, assim como sua causa e solução, são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 4 - Defeitos comuns em incubadoras e soluções.

SINTOMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Falta de ventilação com aquecimento excessivo	1. Falta de circulação de ar 2. Alta temperatura da resistência causada por erro de posicionamento do sensor do paciente quando a porta de acesso está aberta	1. Verificar o conjunto motor e ventoinha ou se há obstrução no duto de entrada e saída do ar na bandeja da cúpula 2. Quando a porta de acesso frontal estiver aberta para assepsia ou cuidados manter o sensor do paciente dentro da incubadora ou posicionado no paciente
Baixa concentração de oxigênio	1. Portinhola de acesso ou manga-íris aberta 2. Bandeja mal posicionada 3. Filtro de ar não-instalado	1. Fechar todos as portas 2. Posicionar a bandeja corretamente 3. Verificar se o filtro de ar está instalado corretamente
Alta concentração de oxigênio	Filtro de ar sujo	Trocar filtro de ar
Não aquece mesmo com indicação de aquecimento no painel	1. Resistência de aquecimento queimada 2. Tensão de alimentação 110 ou 220V abaixo da especificação +/- 10%	1. Chamar assistência técnica autorizada 2. Verificar a tensão elétrica na rede hospitalar
Painel com indicações erradas, aleatórias, apagadas e alarme soando indevidamente	Excesso de interferência eletromagnética (IEM)	Desligar a unidade e religá-la novamente. Se o problema persistir, chamar a assistência técnica autorizada

Fonte: adaptado de BRASIL, 2002, p. 430.

4. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado na Maternidade Escola Januário Cicco, localizada em Natal/RN. Tratou-se de um estudo transversal de caráter descritivo, com análise de dados quantitativos e qualitativos, levantados durante os meses de estágio na instituição. Os dados colhidos dizem respeito ao estado físico e funcional das INs da instituição. Ademais, pode ser destacado que esta pesquisa e os procedimentos de coleta de dados utilizados foram autorizados pela MEJC.

4.1. LEVANTAMENTO DAS INCUBADORAS DA MEJC

A quantidade, marca e modelo dos aparelhos, bem como sua identificação na maternidade, a saber: patrimônio, TAG e número de série, foram coletados através do sistema de gerenciamento de equipamentos e ordens de serviço utilizado na instituição, o GETS - Gerenciamento de Tecnologia para Saúde. As INs da MEJC pertencem ao setor da UTI Neonatal, no entanto, também são utilizadas no Centro Cirúrgico (CC), dispondo de duas incubadoras, e, para fins acadêmicos, na Gerência de Ensino e Pesquisa (GEP), apenas uma incubadora. Devido às restrições e exigências para acesso ao CC, foram analisados apenas os equipamentos em utilização e parados do setor da UTI Neonatal.

O inventário de INs da instituição, um total de 34 equipamentos, podem ser observados na Tabela 2. A MEJC conta com 2 incubadoras de transporte, 27 incubadoras móveis em três modelos diferentes e 5 incubadoras híbridas. Todas as incubadoras da instituição são fabricadas pela Fanem®. Ao todo, devido a rotatividade dos equipamentos, foram avaliadas, quanto ao estado físico e funcional, 29 e 24 incubadoras, respectivamente.

Tabela 2 - Inventário das Incubadoras Neonatais da MEJC.

Inventário das Incubadoras Neonatais da MEJC								
Identificador (Patrimônio, ID, TAG)	Número de Série	Tipo	Marca	Modelo	Sigla US	Orgão	Próprio	Garantia
INTR-0003/045823	JAP070083	INCUBADORA RN TRANSPORTE	FANEM	IT-158-TS	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INTR-0001	-	INCUBADORA RN TRANSPORTE	FANEM	IT-158-TS	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INHI-0001/046226	JAQ078887	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	DUETTO-2386	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INHI-0002/046222	JAQ078858	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	DUETTO-2386	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INHI-0003/046223	JAQ078883	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	DUETTO-2386	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INHI-0004/046224	JAQ078884	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	DUETTO-2386	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INHI-0005/046225	JAQ078886	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	DUETTO-2386	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0018	-	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	1186-A	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0031/PBM	RAQ080585	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	C-1186	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0033/PBM	RAQ080588	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	C-1186	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0030/PBM	RAQ080584	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	C-1186	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0032/PBM	RAQ080586	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	C-1186	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0034/PBM	RAQ080590	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	C-1186	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Não
INNE-0021/228929	CK2747	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0019/223363	CK4280	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0004/223365	CK2750	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0013/223204	CK4277	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0016/223202	CK4278	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0010/223199	CK4276	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0017/223203	CK4274	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0028/223367	CK4250	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0008/223200	CK4275	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0007/223201	CK4279	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0012/223365	CK4260	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0023/223366	CK4247	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0020/223363	CK4280	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0002/227461	-	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
INNE-0018/227570	-	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
228327	CK2709	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
227530	CK2708	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
227529	CK2744	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
227515	CK2751	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
227462	-	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim
228342	-	INCUBADORA RN MOVEL	FANEM	VISION-2286	MEJC	UTI NEONATAL	Sim	Sim

Fonte: Setor de Engenharia Clínica da MEJC, 2022.

4.2. AVALIAÇÃO DO ESTADO FÍSICO DAS INCUBADORAS

A avaliação do estado físico das INs foi realizada por meio de inspeção visual baseada em parâmetros norteadores desenvolvidos em formato de perguntas, na qual eram analisados os principais componentes que determinam a qualidade e as condições de uso correto dos equipamentos. Essa avaliação levou em consideração a cúpula, as travas das portinholas, portas de acesso e rodízios, as teclas do *display* e a manga-íris das incubadoras. As perguntas desenvolvidas para avaliação desses componentes são apresentadas abaixo.

- Apresenta defeitos na cúpula?
- Apresenta defeitos nas travas?
- As teclas do *display* estão quebradas?

- Apresenta defeitos na manga-íris?
- Apresenta algum problema na parte externa?

Com relação à cúpula, era verificado se havia presença de sujidades, ranhuras, rachaduras e opacidade. Em relação às travas, se estavam travando adequadamente e se não estavam quebradas. Para as teclas do *display*, se estas ativavam as funções para qual se destinam e se não estavam quebradas. Com relação à manga-íris, se não havia rasgos ou problema na vedação. Para problemas na parte externa das incubadoras, era observado se havia ferrugens e se partes da casca ou componentes do equipamento estavam quebrados, como, por exemplo, o local para inclusão do cartão de identificação do paciente. Por fim, em relação à parte externa da incubadora, era verificado se havia partes danificadas, quebradas ou enferrujadas.

Todas as perguntas, para cada incubadora, eram respondidas com “Sim” ou "Não" e anotadas em tabelas. O estado físico dos equipamentos foi, então, determinado a partir da quantidade de respostas negativas e positivas que cada um deles obteve, sendo classificados em “Muito ruim”, “Ruim”, “Regular”, “Bom” e “Ótimo”. Quando uma IN apresentava “Sim” para as cinco perguntas, o estado físico era considerado “Muito ruim”; para quatro perguntas como “Ruim”; para três como “Regular”; para duas ou uma como “Bom”; e se não obtivesse “Sim” para nenhuma como “Ótimo”.

Alguns critérios específicos também foram considerados para essas classificações, que se referem a dificuldade de resolução dos problemas encontrados: defeitos apenas nas teclas do *display* ou na manga-íris são problemas fáceis de ser resolvidos; defeitos apenas na cúpula, embora pequenos, são mais complicados de serem resolvidos e interferem nos cuidados ao RN, pois são problemas que dificultam a visualização deste e podem trazer agravos maiores, no caso de rachaduras, por exemplo, que podem, posteriormente, levar à quebra total da parte acrílica da câmara onde repousa o bebê, colocando-o em risco; assim como, também, defeitos nas travas das portinholas, portas de acesso e rodízios, pois problemas que interferem diretamente na segurança do RN. Dessa forma, defeitos que trazem maiores riscos ao RN foram diretamente classificados como regulares quando os equipamentos apresentavam “Sim" apenas para um ou dois deles, quais sejam: rachaduras e opacidade na cúpula e travas quebradas. A opacidade foi considerada porque caso a IN esteja com temperatura muito elevada em seu interior, mas sem a correta leitura no *display*,

somente por meio da visualização total do RN que pode ser garantida a percepção do problema.

Durante as inspeções visuais, também foram coletados dados referentes ao modo de controle de temperatura das INs em uso. Esses dados foram colhidos no setor da UTI Neonatal da MEJC durante três semanas, em intervalos de, em média, dois em dois dias (período em que geralmente ocorre troca de leito), e anotados em tabelas que serão apresentadas posteriormente.

4.3. MANUTENÇÃO PREVENTIVA E AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS INCUBADORAS

A Manutenção Preventiva (MP) das INs, realizada por uma empresa terceirizada contratada pela MEJC, regularmente a cada seis meses, segue um *checklist* desenvolvido pelo setor de Engenharia Clínica da maternidade, resumidamente apresentado a seguir.

- Limpeza externa e interna e oxidação das partes metálicas.
- Verificação das partes e componentes do equipamento:
    - cúpula;
    - *display*, painel de controle e teclas;
    - freios e rodízio;
    - manga-íris, portinholas e guarnições;
    - análise do plug A/C e cabo de alimentação;
    - fusíveis e conectores;
    - sensores;
    - indicadores/LED;
    - alarmes visuais e sonoros;
    - ventoinha (cooler) e resistência (elemento aquecedor);
    - vedação das portas de acesso e segurança e fixação das bandejas auxiliares;
    - posicionamento do *trendelemburg*;
    - filtros e reservatório de água.
- Verificação de desempenho da incubadora:
    - medição de temperatura no modo ar a 32ºC e 36ºC;

- medição de temperatura no modo pele a 36ºC e 36ºC;
- medição da umidade relativa a 60%, 70% e 80%;
- medição da concentração de O_2 a 30% e 60%;
- medição da oximetria SpO_2 a 83% e 95%;
- medição da balança com 1Kg e 2,5Kg.

A limpeza geral da incubadora pode ser feita desmontando todas as partes integrantes da cúpula e base: portinholas, manga-íris, passa tubos, guarnições, conjunto do leito, barras de inclinação, ventoinha, resistência, dobradiças, entre outros. Nela, não devem ser utilizados produtos que possuam agentes que danifiquem o equipamento e esponjas ou palhas de aço, pois podem danificar a transparência e integridade da cúpula e danificar outras partes do equipamento.

A verificação das partes e componentes da incubadora visam garantir a assistência efetiva e de qualidade para o RN, por isso, devem estar em bom estado físico que atenda aos requisitos de segurança e confiabilidade esperados. Na parte externa do equipamento, verifica-se todos os constituintes da cúpula, base e suporte. Na parte interna, verifica-se minuciosamente todos os componentes, tendo bastante atenção àqueles que já estão na data de substituição, como os filtros, por exemplo. Em relação à cúpula, se há rachaduras, opacidade e sujidades na parte acrílica que impeçam a total visualização do RN, ou seja, que prejudicam a transparência do material. Em relação ao *display*, se todas as teclas são acionadas quando clicadas e direcionadas para suas devidas funções e se a película não está rasgada. Nas bases superior e inferior, o estado da resistência e da ventoinha, se estão aquecendo e girando adequadamente, respectivamente, e se as hastes do *trendelemburg* não estão quebradas, permitindo movimentação e se suportam o peso do conjunto leito e RN. E, no suporte, se os rodízios estão gastos e as travas funcionando adequadamente.

A verificação de desempenho de funcionamento diz respeito às condições adequadas do microclima oferecido ao RN, no qual analisa-se a temperatura, a concentração de oxigênio, a umidade relativa do ar e a oximetria SpO_2. Para a medição da temperatura, utiliza-se o termômetro penta (Figura 15), que permite o monitoramento e a leitura da temperatura dentro do interior da cúpula da incubadora em cinco pontos distintos, como representado na Figura 16, assim como exige a ABNT 60601-2-19, no requisito 50.102. Enquanto a medição da UR pode ser feita com a utilização do termo-higrômetro (Figura 17), um dispositivo medidor de temperatura interna ou externa e

de umidade relativa do ar, sendo posicionado no centro do interior da cúpula, como pode ser visto na Figura 18. As medições de concentração de oxigênio e de oximetria SpO_2 são feitas, respectivamente, utilizando um analisador de gases VT e um simulador de oximetria.

Figura 15. Termômetro penta.

Fonte: Full Gauge (Homepage).

Figura 16. Termômetro penta sendo utilizado em incubadora neonatal.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 17. Termo-higrômetro.

Fonte: Minipa do Brasil Ltda, 2016.

Figura 18. Termo-higrômetro sendo utilizado em incubadora neonatal.

Fonte: produzido pelo autor.

4.4. REQUISITOS DA NORMA ABNT 60601-2-19

O objetivo dos critérios definidos na ABNT 60601-2-19 é estabelecer os requisitos para INs que minimizem os riscos ao paciente e ao usuário. Além disso, especificar os ensaios que possam verificar a conformidade com estes requisitos. (BRASIL, 2002).

No quadro 5, abaixo, são listados alguns dos requisitos que foram utilizados na avaliação de desempenho funcional das incubadoras neonatais neste estudo.

Quadro 5 - Requisitos exigidos pela NBR IEC 601-2-19 (1999) .

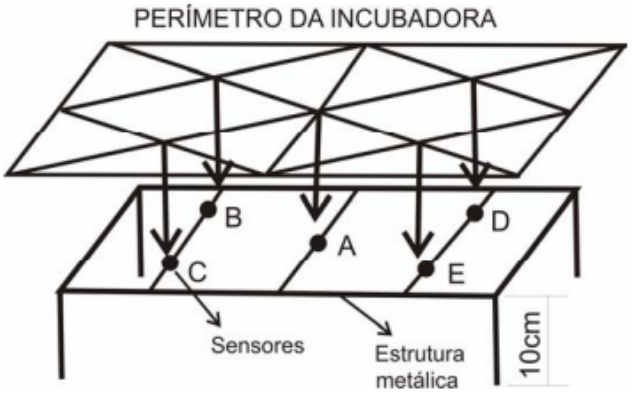
- Um procedimento recomendado de manutenção preventiva e, a frequência para a verificação da conformidade com as especificações do produto deve fazer parte das instruções para utilização da IN.
- Uma declaração de que a IN deve ser utilizada apenas por pessoal adequadamente treinado e sob a direção de equipe médica qualificada, familiarizada com os riscos e benefícios atualmente conhecidos na utilização da IN deve fazer parte das instruções para sua utilização.
- Uma advertência de que a luz solar direta ou outras fontes de calor radiante podem causar um aumento na temperatura da IN em níveis perigosos deve fazer parte das instruções para utilização da IN.
- Uma declaração de que mesmo em pequenas quantidades de agentes inflamáveis, como éter ou álcool deixados na IN podem causar um incêndio em associação com o oxigênio deve fazer parte das instruções para utilização da IN.
- Uma especificação do tempo de aquecimento da IN deve ser especificado no manual de instruções.
- O RN deve estar seguramente retido dentro da cúpula da IN por obstáculos como paredes ou painéis laterais.
- As INs devem permanecer estáveis quando inclinadas 5° na utilização normal e quando inclinadas 10° durante o transporte.

- As INs devem resistir às fadigas causadas durante o transporte sobre saliências e para os elevadores ou a partir deles.
- A temperatura das superfícies passíveis de entrar em contato com o RN não deve exceder 40 °C. A temperatura de outras superfícies acessíveis ao RN não deve exceder 40 °C para superfícies metálicas e 43 °C para superfícies de outros materiais.
- As INs devem ser construídas de forma que não ocorra infiltração de líquidos que possam pôr em risco a segurança do RN e dos usuários.
- As INs devem ser construídas de forma que os líquidos depositados em sua superfície interna do compartimento do RN, incluindo o suporte do RN, não possam reduzir a segurança da IN (um vazamento de 200 ml pode ser considerado como uma condição normal). Todos os sensores de temperatura, incluindo os sensores de temperatura da pele, devem estar claramente rotulados com a função a qual se destinam. Não deve ser possível conectar um sensor a um soquete inadequado no equipamento.
- Quando uma IN no modo ITC operar como uma ATC, deve haver uma clara indicação do modo de operação em utilização.
- Durante a condição de temperatura estabilizada, a temperatura da IN não deve ficar diferente da temperatura média da IN em mais de 0,5 °C.
- Com a IN operando como ATC e com a temperatura de controle ajustada para qualquer temperatura dentro de sua faixa, a temperatura média em cada um dos pontos A, B, C, D e E, (Figura 19) não deve diferir da temperatura média da IN em mais de 0,8 °C na utilização normal. Em qualquer posição do colchão inclinado, ela não deve diferir mais de 1 °C.
- Com a IN operando no modo ITC com o colchão na horizontal, a temperatura medida pelo sensor de temperatura da pele, não deve diferir da temperatura de controle em mais de 0,7 °C na condição de temperatura estabilizada.
- Com a IN operando no modo ATC, a temperatura média não deve ser diferente da temperatura de controle em mais de ± 1,5 °C, a uma temperatura ambiente entre 21°C e 25 °C.
- Após o ajuste da temperatura de controle, o excesso de temperatura da IN não deve ser maior que 2 °C e a condição de temperatura estabilizada deve ser restaurada em 15 minutos.
- O tempo para o aquecimento do equipamento não deve ser diferente em mais de 20% do tempo de aquecimento especificado nas instruções do manual para utilização.
- Para uma IN operando no modo ATC, a faixa da temperatura de controle deve ser de 30 °C, ou inferior, até 37 °C. A temperatura de controle máxima pode atingir até 39 °C, por uma interferência do operador e indicado por uma lâmpada amarela de advertência.
- Para uma IN em ITC, a faixa da temperatura de controle deve ser de 35 °C, ou inferior, até 37 °C. A temperatura de controle máxima pode atingir até 38 °C, por uma interferência do operador e indicado por uma lâmpada amarela de advertência.
- Se a IN possuir um ventilador para circulação de ar, um alarme sonoro e visual deve ser acionado e o fornecimento de energia elétrica ao elemento aquecedor deve ser interrompido quando ocorrer falha na rotação do ventilador, ou obstrução do escape de ar do compartimento da IN e, ainda, a possível obstrução da entrada de ar.
- A IN controlada pela temperatura da pele do RN (modo ITC) deve possuir um alarme sonoro e visual que deve ser acionado e o fornecimento de energia elétrica ao elemento aquecedor interrompido, no caso do conector do sensor de temperatura da pele se tornar eletricamente desconectado, possuir fios em circuito aberto ou possuir fios em curto-circuito.

- A IN deve ser dotada de alarme e indicação visual para advertir no caso de interrupção no fornecimento de energia elétrica. A indicação sonora e visual da falha deve permanecer por um tempo mínimo de 3 minutos.
- Na utilização normal, o nível sonoro dentro do compartimento do RN não deve exceder um nível de pressão sonora, ponderado em A, de 60 dB, exceto na condição em que o alarme sonoro estiver disparado.
- Quando qualquer alarme da IN estiver soando, o nível sonoro no compartimento do RN não deve exceder um nível de pressão sonora, ponderado em A, de 80 dB.
- Os alarmes sonoros devem possuir um nível sonoro de pelo menos 65 dB a uma distância de 3 m perpendicularmente à parte frontal da unidade de controle.
- Na utilização normal, a velocidade do ar sobre o colchão não deve exceder 0,35 m/s.
- Qualquer valor indicado de umidade relativa deve possuir uma exatidão de ± 10% do valor medido.
- A exatidão do sensor de temperatura da pele para medição de temperatura da pele deve estar dentro de ± 0,3 °C.

Fonte: adaptado de COSTA, 2009, p 45, 46 e 47.

Figura 19. Locais especificados pela norma para a colocação dos sensores no interior da incubadora (10 cm acima do colchão): A, B, C, D e E.



Fonte: OLIVEIRA, 2007.

5. RESULTADOS

5.1. AVALIAÇÃO DO ESTADO FÍSICO DAS INCUBADORAS

A avaliação física para os diferentes tipos e modelos de INs da MEJC são apresentados abaixo (tabelas 3 a 7). Foram analisadas 29 incubadoras neonatais utilizadas na UTI Neonatal da maternidade, sendo elas 27 (93,10%) incubadoras estacionárias e 2 (6,90%) incubadoras de transporte.

Tabela 3 - Avaliação do estado físico das Unidades Híbridas Duetto® 2386.

Parâmetros de avaliação do estado físico das incubadoras							
Unidade Híbrida Duetto® 2386 - Fanem							
TAG/ Patrimônio	**Defeitos na cúpula***	**Defeitos nas travas****	**Teclas do *display* quebradas**	**Defeitos na manga-íris**	**Problemas na parte externa**	**Estado físico**	**Observações**
INHI-0001/046226	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-
INHI-0002/046222	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-
INHI-0003/046223	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-
INHI-0004/046224	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-
INHI-0005/046225	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-

* Sujidades, opacidade, ranhuras ou rachaduras.
** Travas das portinholas, portas de acesso e rodízios.

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 4 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Neonatal 1186 C.

Parâmetros de avaliação do estado físico das incubadoras							
Incubadora Neonatal 1186 C - Fanem							
TAG/ Patrimônio	**Defeitos na cúpula***	**Defeitos nas travas****	**Teclas do display quebradas**	**Defeitos na manga-íris**	**Problemas na parte externa**	**Estado físico**	**Observações**
INNE-0030/PBM	Sim	Não	Não	Não	Não	Bom	Sujidade na cúpula
INNE-0031/PBM	Não	Não	Não	Não	Não	Ótimo	-
INNE-0033/PBM	Não	Não	Não	Não	Não	Ótimo	-
INNE-0034/PBM	Não	Não	Não	Não	Não	Ótimo	-

* Sujidades, opacidade, ranhuras ou rachaduras.
** Travas das portinholas, portas de acesso e rodízios.

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 5 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Vision® Advanced 2286.

Parâmetros de avaliação do estado físico das incubadoras							
Incubadora Vision® Advanced 2286 - Fanem							
TAG/ Patrimônio	**Defeitos na cúpula***	**Defeitos nas travas****	**Teclas do *display* quebradas**	**Defeitos na manga-íris**	**Problemas na parte externa**	**Estado físico**	**Observações**
INNE-0008/223200	Sim	Não	Não	Não	Sim	Bom	Sujidade na cúpula e CIP quebrado
INNE-0010/223199	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula e CIP quebrado
INNE-0012/223365	Não	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado
INNE-0016/223202	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula
INNE-0017/223203	Não	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado
INNE-0020/223363	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula
INNE-0021/228929	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula
INNE-0023/223366	Sim	Não	Não	Não	Não	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula
INNE-0028/223367	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e opacidade na cúpula e CIP quebrado
227515	Não	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado
227529	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Regular	Ranhuras, sujidade e opacidade na cúpula e manga-íris rasgada
227530	Sim	Não	Não	Não	Sim	Regular	Sujidade e rachadura na cúpula
227462	Sim	Não	Não	Não	Sim	Bom	Sujidade na cúpula
INNE 0002/227461	Não	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado
228342	Não	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado
INNE 0018/227470	Sim	Não	Não	Não	Não	Bom	Sujidade na cúpula
INNE 0019/227516	Sim	Não	Não	Não	Sim	Bom	CIP quebrado

* Sujidades, opacidade, ranhuras ou rachaduras.

** Travas das portinholas, portas de acesso e rodízios.

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 6 - Avaliação do estado físico das Incubadoras de Transporte IT 158 TS.

Parâmetros de avaliação do estado físico das incubadoras							
Incubadora de Transporte IT 158 TS - Fanem							
TAG/ Patrimônio	**Defeitos na cúpula***	**Defeitos nas travas****	**Teclas do *display* quebradas**	**Defeitos na manga-íris**	**Problemas na parte externa**	**Estado físico**	**Observações**
INTR-0003/045823	Não	Não	Não	N/A	Não	Ótimo	-
INTR-0001	Não	Sim	Não	N/A	Não	Regular	Uma trava do rodízio quebrada

* Sujidades, opacidade, ranhuras ou rachaduras.
** Travas das portinholas, portas de acesso e rodízios.

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 7 - Avaliação do estado físico das Incubadoras Neonatal 1186 A.

Parâmetros de avaliação do estado físico das incubadoras							
Incubadora Neonatal 1186 A - Fanem							
TAG/ Patrimônio	**Defeitos na cúpula***	**Defeitos nas travas****	**Teclas do *display* quebradas**	**Defeitos na manga-íris**	**Problemas na parte externa**	**Estado físico**	**Observações**
INNE-0018	Sim	Não	Não	Sim	Não	Regular	Sujidades na cúpula e manga-íris rasgada.

* Sujidades, opacidade, ranhuras ou rachaduras.
** Travas das portinholas, portas de acesso e rodízios.

Fonte: produzido pelo autor.

Avaliando os dados apresentados nas tabelas 3 a 7, pode ser percebido que os defeitos mais comuns nas INs são os que aparecem na cúpula, a saber, sujidade, ranhuras e opacidade. Esses problemas decorrem, principalmente, de outro defeito comum e de hábitos errôneos da equipe de saúde, que são, respectivamente, o Cartão de Identificação do Paciente (CIP) quebrado e a utilização de esparadrapos para identificar e/ou deixar observações sobre o RN incubado. Esses dois fatores, somados à limpeza/higienização incorreta do equipamento, resultam em opacidade e sujidades na cúpula da IN porque, com o objetivo de retirar os resíduos da parte aderente do esparadrapo, a equipe destinada a limpar o aparelho utiliza buchas de lavar louça e produtos de limpeza não adequados (talvez por falta de conhecimento ou por serem os únicos disponíveis na Maternidade), o que justifica a aparição desses problemas, que, por sua vez, afetam diretamente o cuidado adequado ao paciente e na qualidade do equipamento.

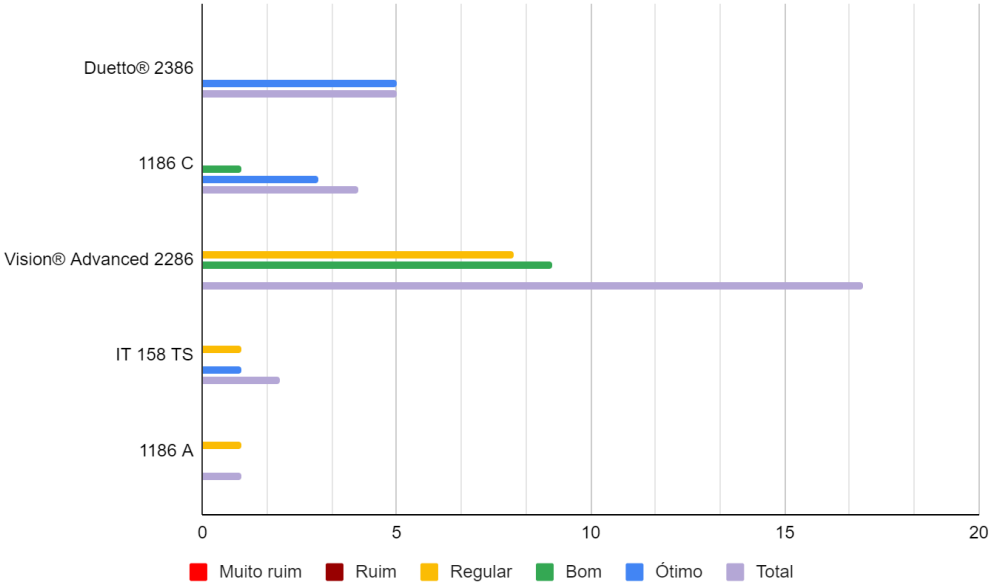
Outros defeitos encontrados nas INs, aqueles com menor frequência de aparecimento, como teclas do *display* quebradas e manga-íris rasgada, são resultado da utilização constante do equipamento e que não apresentam grande gravidade, pois são problemas corrigidos nas MPs e, até mesmo, quando aberto chamados para troca desses acessórios. Inclusive, as ocorrências de referentes a esses dois defeitos foram corrigidas pela empresa terceirizada contratada pela instituição durante o período de avaliação física das INs. Pode ser considerado alarmante, por exemplo, quando as teclas do *display* não correspondem às suas funções operacionais.

Um ponto importante observado foi que uma das travas do rodízio de uma incubadora de transporte estava quebrada, o que pode ser visto como preocupante, pois esse tipo de IN é utilizado frequentemente para deslocamento do RN de um setor para outro. Para isso, é crucial a completa integridade e funcionalidade delas, uma vez que é necessário que o equipamento apresente estabilidade para inclusão e transferência do RN sem oferecer risco de deslocamento indesejado, o que pode acarretar sérios problemas ao paciente, como traumas e/ou lesões oriundos de choque do equipamento com paredes ou aparelhos próximos, por exemplo, caso a IN se desloque por problemas nas travas.

Fazendo uma avaliação quanto ao modelo de IN, percebeu-se que todas as Unidades Híbridas Duetto® 2386, apresentaram um estado físico consideravelmente ótimo. Isso acontece porque esse tipo de incubadora é recente na Maternidade, ou seja, seu tempo de uso é inferior aos outros modelos. As INs 1186 C e 1186 A também apresentaram estado físico dentro do padrão esperado, o que pode ser justificado pelo o grau de frequência de utilização desses equipamentos, que, assim como a Duetto® 2386, estão, significativamente, em menor número quando comparadas à Incubadora *Vision® Advanced* 2286. O mesmo não acontece para as incubadoras de transporte, uma vez que são as únicas responsáveis pelo deslocamento de RNs, ou seja, sempre que necessário, há, somente, duas disponíveis, diferente das estacionárias, no qual há maior número de modelos disponíveis para uso.

Para melhor visualização, o conjunto de informações referentes ao estado físico dos cinco modelos de IN presentes na maternidade foram sintetizados e representados graficamente (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Avaliação do estado físico das INs.



Fonte: produzido pelo autor.

Os defeitos encontrados nas INs, dispostos na coluna "observação" das tabelas 3 a 7, discutidos anteriormente, são apresentados nas figuras 20 a 26.

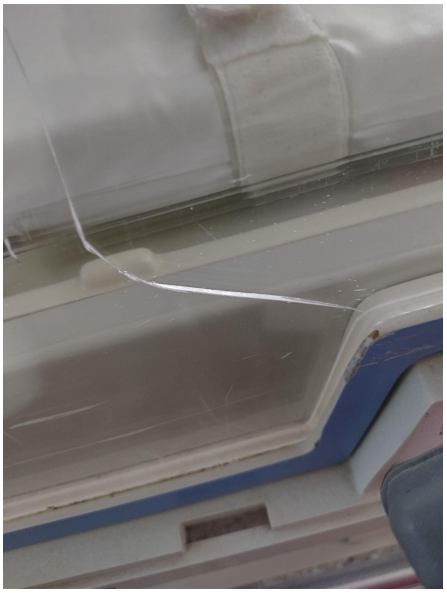
Figura 20. Exemplos de sujidades na cúpula de INs.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 21. Exemplos de opacidade na cúpula de INs.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 22. Exemplo de rachadura na cúpula de IN.



Fonte: produzido pelo autor.

Figura 23. Exemplo de manga-íris de IN rasgada.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 24. Exemplo de ranhuras na cúpula de IN.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 25. Exemplo de trava de rodízio de IN quebrada.

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 26. Exemplo de Cartão de Identificação de Paciente quebrado.

Fonte: produzido pelo autor.

De forma geral, os defeitos encontrados nas INs da Maternidade são reflexos da forma como os equipamentos são utilizados e do grau de frequência de uso. A integridade física desses aparelhos impacta diretamente na qualidade dos serviços prestados, no cuidado e na aceitação do paciente. Por isso a importância da avaliação e da promoção de conhecimento para a correta utilização e manejo dos dispositivos médico-hospitalares.

5.2. AVALIAÇÃO DO ESTADO FUNCIONAL DAS INCUBADORAS

Na avaliação do estado funcional das INs foi levada em consideração os dados obtidos durante as calibrações e MPs dos equipamentos. Para tal, neste estudo, foram avaliadas a temperatura e umidade relativa do ar fornecidas pelos aparelhos, no qual são realizadas três leituras para cada um desses dois quesitos após o tempo de aquecimento das IN e, depois, foi calculado o valor médio dessas leituras. As leituras para todos os valores de temperatura e umidade relativa do ar das INs avaliadas durante as calibrações e manutenções preventivas estão presentes no Apêndice I deste trabalho.

Na Tabela 8, podemos observar os valores de temperatura (ºC) e UR (%) obtidos nas calibrações e manutenções preventivas desses equipamentos durante o período de coleta de dados. Nem todas as INs que passaram pela avaliação do estado físico tiveram uma avaliação funcional, pois algumas delas não passaram pelas MPs e calibrações da empresa terceirizada da MEJC durante a coleta de dados.

Tabela 8 - Temperatura e Umidade Relativa do Ar das INs durante as calibrações e MPs.

Identificador (Patrimônio, TAG, Número de série)	Temperatura modo ar (ºC)		Temperatura modo pele (ºC)		Umidade Relativa (%)		
	32°C	36°C	32°C	36°C	60%	70%	80%
228329	32,100	36,333	31,500	36,700	66,000	75,000	83,333
227461	31,400	35,667	32,367	36,467	60,667	71,000	77,333
227462	32,467	36,567	32,567	36,500	60,333	70,667	80,333
2011042258	32,467	36,333	32,400	36,533	60,667	71,000	80,333
223366	32,400	36,600	32,400	36,467	60,000	70,000	80,000
228327	32,400	36,500	32,467	36,467	60,000	70,000	80,000
228342	32,500	36,633	32,233	36,667	60,000	70,000	80,000
223367	32,167	36,267	32,133	36,167	60,000	70,000	80,000
223200	32,233	36,367	32,300	36,400	60,000	70,000	80,000
227516	32,400	36,433	32,333	36,467	60,000	70,000	80,000
INNE-0032	32,367	36,467	32,367	36,533	60,000	70,000	80,000
INNE-0030	32,367	36,433	32,267	36,400	60,000	70,000	80,000
223202	32,500	36,433	32,433	36,433	60,000	70,000	80,000
227515	32,367	36,467	32,433	36,433	60,000	70,000	80,000
INNE-0034	32,400	36,400	32,233	36,367	60,000	70,000	80,000
227529	32,233	36,367	32,200	36,467	60,000	70,000	80,000
228145	32,367	36,467	32,267	36,433	60,000	70,000	80,000
223199	32,433	36,433	32,200	36,467	60,000	70,000	80,000
227430*	32,400	36,367	32,267	36,433	-	-	-
223363	32,367	36,433	32,300	36,433	60,000	70,000	80,000
227530	32,333	36,467	32,233	36,333	60,000	70,000	80,000
INNE-0031	32,233	36,100	32,300	36,333	60,000	70,000	80,000
223203	32,433	36,467	32,267	36,233	60,000	70,000	80,000

* Não possui módulo de ar.

Fonte: produzido pelo autor.

As medidas médias de temperatura, resultantes de três leituras, não possuem grau de divergência fora do padrão previsto, podendo ser cerca de 0,8ºC de diferença em relação ao valor de referência e de 1°C para cada um dos cinco pontos de medição de temperatura. Além disso, o ensaio para verificar a conformidade desses requisitos foi realizado de acordo com a normatização, como visto na Figura 16. No entanto, os dados referentes à Umidade Relativa do Ar aparentam ter sido colhidos de forma errada, uma vez que, em vinte INs, as três leituras para cada ponto de UR definido foi exatamente o valor de referência, o que dificilmente acontece, embora o processo de coleta tenha sido de acordo com especificado na normatização, como visto na Figura 18, pois os valores reais se aproximam do esperado mas nunca são exatamente iguais.

Nenhuma das INs que passaram pelo processo de calibração ou de manutenção preventiva apresentou problema de funcionalidade referentes à temperatura fornecida ao RN. Isso pode ser justificado porque sempre que houve algum problema no aquecimento desses equipamentos, a equipe de assistência técnica do setor de Engenharia Clínica da MEJC foi prontamente acionada e a incubadora foi levada para avaliação e correção do defeito. Na maioria dos casos, a falha no aquecimento desses aparelhos era causada por problemas no elemento de aquecimento (resistência) ou na ventoinha (*cooler*).

5.3. DADOS REFERENTES AO MODO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DAS INCUBADORAS EM USO

Foi observado, também, o modo de controle de temperatura das INs mais utilizado pela equipe de saúde da maternidade. O objetivo era determinar quais aparelhos são mais adequados à instituição, levando em consideração as práticas adotadas pelos profissionais da área. As tabelas 9 a 13 a seguir sintetizam o conjunto de informações obtidos durante o período de avaliação, que foi realizado durante as inspeções físicas dos equipamentos em uso.

Tabela 9 - Primeira coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL.

Identificador (TAG/Patrimônio/Número de série)	Setor	Controle de temperatura	
		Ar	Pele
INNE 0030	UTI NEO	SIM	NÃO
227462	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE 0021 / 223329	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0012 / 223365	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0017 / 223203	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0016	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0002 / 227461	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0020 / 223363	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0027 / 227530	UTI NEO	SIM	NÃO
228342	UTI NEO	SIM	NÃO

INNE 0001 / 228145	UTI NEO	SIM	NÃO

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 10 - Segunda coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL.

Identificador (TAG/Patrimônio/Número de série)	Setor	Controle de temperatura	
		Ar	Pele
INNE-0030	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0017/223203	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0034	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0002/227461	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0020/223363	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0027/227530	UTI NEO	SIM	NÃO
228342	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0001/228145	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0028	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0033	UTI NEO	SIM	NÃO
227462	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0009	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0031	UTI NEO	NÃO	SIM

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 11 - Terceira coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL.

Identificador (TAG/Patrimônio/Número de série)	Setor	Controle de temperatura	
		Ar	Pele
223200	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0001	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0031	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0002/228145	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0030	UTI NEO	SIM	NÃO
INHI-0003	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0028/223367	UTI NEO	SIM	NÃO

228342	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0033	UTI NEO	SIM	NÃO
046222	UTI NEO	SIM	NÃO
046226	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0020/223363	UTI NEO	SIM	NÃO
227462	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0034	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0009	UTI NEO	SIM	NÃO
INHI-0005/046225	UTI NEO	SIM	NÃO

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 12 - Quarta coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL.

Identificador (TAG/Patrimônio/Número de série)	Setor	Controle de temperatura	
		Ar	Pele
INNE-0002/228145	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0002 / 227461	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0030	UTI NEO	SIM	NÃO
223200	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0031	UTI NEO	SIM	NÃO
046223	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0027/227530	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE 0034	UTI NEO	SIM	NÃO
INHI-0005	UTI NEO	SIM	NÃO
227462	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0020/223363	UTI NEO	NÃO	SIM
046226	UTI NEO	SIM	NÃO
046222	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0033	UTI NEO	SIM	NÃO
228342	UTI NEO	SIM	NÃO

Fonte: produzido pelo autor.

Tabela 13 - Quinta coleta de dados de modo de controle de temperatura utilizado no setor UTI NEONATAL.

Identificador (TAG/Patrimônio/Número de série)	Setor	Controle de temperatura	
		Ar	Pele
INNE 0002/22461	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0028/223367	UTI NEO	SIM	NÃO
223200	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0002/228145	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0016	UTI NEO	SIM	NÃO
227462	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0034	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0009	UTI NEO	NÃO	SIM
INHI-0005/046225	UTI NEO	SIM	NÃO
227461	UTI NEO	SIM	NÃO
INNE-0001	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0033	UTI NEO	NÃO	SIM
228342	UTI NEO	NÃO	SIM
INNE-0027/227530	UTI NEO	SIM	NÃO
046223	UTI NEO	NÃO	SIM

Fonte: produzido pelo autor.

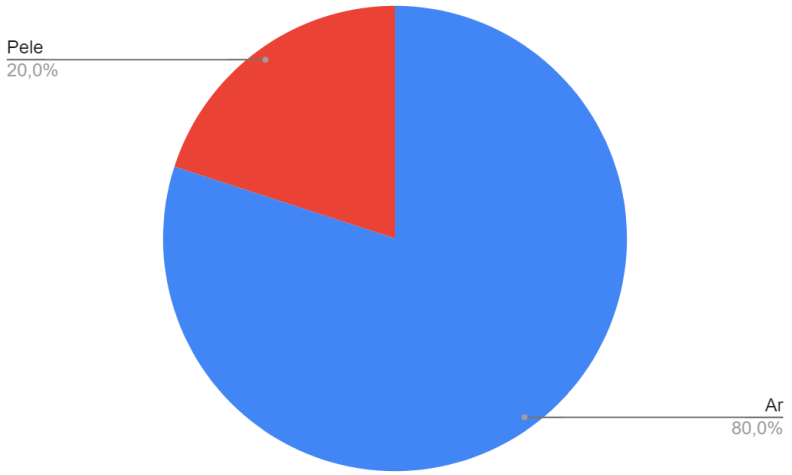
Para melhor visualização, esses dados foram condensados e representados graficamente (Gráfico 2), como pode ser observado a seguir.

Tabela 14 - Dados condensados de modo de controle de temperatura das INs em uso no setor UTI NEONATAL.

Modo de controle de temperatura	Quantidade
Ar	56
Pele	14
Total	70

Fonte: produzido pelo autor.

Gráfico 2 - Percentual de modo de controle de temperatura das INs em uso no setor UTI NEONATAL.



Fonte: produzido pelo autor.

Como pode ser visto, 80% das INs em uso são utilizadas com controle de temperatura no modo ar. Isso pode ser justificado porque o controle de temperatura no modo pele, em decorrência da utilização de sensor em contato com o RN, pode trazer agravos ao paciente quando este for colocado inadequadamente em contato direto com o bebê. Por esse motivo, torna-se mais comum, devido à facilidade e menos restrições, a equipe de saúde da maternidade configurar a temperatura fornecida no interior da cúpula do equipamento através da temperatura do ar, embora a literatura aconselhe ser utilizado o modo pele.

Outro fator que justifica a utilização do modo ar pode ser, por exemplo, o risco do sensor de pele colocado no RN se desprender ou afrouxar e a leitura da temperatura pelo equipamento ser incorreta, podendo, nesses casos, fornecer aquecimento inadequado ao paciente, o que resulta em riscos à saúde deste.

Essa avaliação de hábitos de utilização das INs serve, também, para verificar, por exemplo, a relação entre o número de chamados de falha nos sensores de pele no equipamento e sua frequência de utilização — quanto mais usados, maior a possibilidade de desgaste e quebra desse acessório — e, também, para avaliar se os profissionais da instituição manuseiam os equipamentos de forma correta, no que diz respeito, nesse caso, principalmente, as recomendações de uso e de limpeza das incubadoras presentes na normatização e no manual do usuário.

6. CONCLUSÃO

Na avaliação das incubadoras neonatais da Maternidade Escola Januário Cicco foi possível descrever as condições físicas em que elas se encontram; analisar seu estado funcional, no que diz respeito a temperatura e umidade relativa do ar; bem como verificar se estas e os ensaios realizados durante os procedimentos de calibração e manutenção preventiva pela empresa terceirizada da instituição estão de acordo com a normatização.

Diante dos dados obtidos, foi possível fazer uma relação entre as condições físicas das incubadoras e as práticas inadequadas de manuseio desses equipamentos por parte da equipe de saúde como, por exemplo, grudar esparadrapos (ou outros materiais aderentes) e colocar objetos na parte acrílica das INs; e a limpeza com utensílios inadequados, como no caso de buchas de lavar louça, que geram ranhuras no material transparente da cúpula — hábitos gerados, talvez, por falta de conhecimento ou por indisponibilidade de outros meios na instituição.

A avaliação do estado físico das incubadoras mostrou que os modelos mais recentes e em menor quantidade na Maternidade possuem integridade física de suas componentes superior ao modelo de maior número, a saber a Incubadora *Vision® Advanced* 2286, da marca Fanem, ou seja, o estado físico das incubadoras pode ser visto como reflexo da forma como os equipamentos são utilizados e do grau de frequência de uso. No entanto, essa afirmação não pode ser atribuída às incubadoras de transporte, pois como a instituição só dispõe de duas, no qual a frequência de uso fica restringida. Ainda sobre esse tipo de incubadora, foi importante destacar o problema em uma das travas dos rodízios estava quebrada, o que representa riscos à saúde do bebê incubado. A integridade física desses aparelhos impacta diretamente na qualidade dos serviços prestados, no cuidado e na aceitação do paciente. Por isso foi tão importante a avaliação e promoção de conhecimento para a correta utilização e manejo de dispositivos médico-hospitalares.

Quanto ao fornecimento da adequada temperatura ao RN, os dados obtidos através das calibrações e MPs provaram que todas as incubadoras estão dentro do padrão estabelecido na normatização e que os valores medidos não mostram ter havido erro nos ensaios realizados pela empresa terceirizada. No entanto, em relação aos dados sobre Umidade Relativa do ar, o mesmo não pôde ser dito, pois os valores medidos foram

desconsiderados por apresentarem possível erro de leitura, uma vez que todos foram exatamente iguais aos valores de referência utilizados durante os procedimentos de análise.

Quanto à avaliação de hábitos de utilização do modo de controle de temperatura nas INs, permitiu, por exemplo, verificar se há relação entre o número de chamados de falha nos sensores de pele do equipamento e sua frequência de utilização — quanto mais usados, maior a possibilidade de desgaste e quebra desse acessório — e, também, avaliar se os profissionais da instituição manuseiam os equipamentos de forma correta, no que diz respeito, principalmente, às recomendações de uso e de limpeza das incubadoras presentes na normatização e no manual do usuário.

De todo modo, foi possível considerar que boa parte das incubadoras está adequada para o uso e que, sendo tomadas medidas de conscientização e promoção de conhecimento para a equipe de saúde, no que diz respeito à correta utilização desses equipamentos, podem ser prevenidos problemas que impactam negativamente no cuidado ao recém-nascido e que prejudicam diretamente a qualidade dos serviços prestados.

Por fim, como trabalhos futuros, pode ser sugerida a elaboração de conteúdo digital ou físico de treinamento para equipe de saúde da instituição das incubadoras, enfatizando a importância do manuseio correto das incubadoras. Além disso, estender e aperfeiçoar a avaliação feita neste estudo para outros equipamentos da maternidade, definindo, por exemplo, atribuição de nota para cada categoria e subcategoria dos parâmetros norteadores estipulados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 601 - 2 - 19: Equipamento eletromédico. Parte 2: Prescrições particulares para a segurança de incubadoras para recém-nascidos (RN). ABNT. 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção à Saúde do Recém-Nascido**: CUIDADOS COM O RECÉM-NASCIDO PRÉ-TERMO. Brasília: Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Secretaria de Atenção à Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_recem_nascido_%20guia_profissionais_saude_v4.pdf. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Orientações para o Método Canguru na Atenção Básica**: Cuidado Compartilhado. Brasília: Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Secretaria de Atenção à Saúde, 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_orientacoes_metodo_canguru.pdf. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção**: capacitação a distância. Brasília: Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde, Projeto REFORSUS, 2002. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

BRASIL. **Gov.br Governo do Brasil**. Data marca importância do cuidado com o prematuro. 17 de nov. de 2020. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/11/data-marca-importancia-do-cuidado-com-o-prematuro. Acesso em: 03 de novembro de 2021.

BRASIL. **Gov.br Governo do Brasil**. Maternidade Escola Januário Cicco completa 70 anos. 12 de fev. de 2020. Disponível em: https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-nordeste/mejc-ufrn/comunicacao/noticias/maternidade-escola-januario-cicco-completa-70-anos. Acesso em: 04 de novembro de 2021.

COSTA, Enilson José Lima. **Análise crítica de incubadoras neonatais a partir de medições de parâmetros dos ambientes interno e externo**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. p. 114. 2009. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5369/1/parte1.pdf. Acesso em: 07 novembro de 2021.

COUTINHO, Ellyesânya Silva. **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**. TCC (Graduação em Engenharia Biomédica) — Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. p. 60. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25281. Acesso em: 11 de dezembro de 2021.

FANEM. São Paulo-Brasil. Incubadoras. Incubadora de Transporte IT 158 TS. Disponível: https://fanem.com.br/pt/produtos/it-158-ts/. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

FANEM. São Paulo-Brasil. Incubadoras. Incubadora Neonatal Vision Advanced 2286. Disponível: https://fanem.com.br/pt/produtos/centrifuga-excelsa-i-2206-2/. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

FANEM. São Paulo-Brasil. Incubadoras. Unidade Híbrida Duetto® 2386. Disponível: https://fanem.com.br/pt/produtos/unidade-hibrida-duetto-2386/. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

FRANÇA, E. B. *et al*. **Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015**: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 20, maio 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050005. Acesso em: 14 de novembro de 2021.

Full Gauge (Homepage). **PENTA III**. Disponível em: https://www.fullgauge.com.br/produto-penta-iii#:~:text=Term%C3%B4metro%20port%C3%A1til%20que%20monitora%20e,frigor%C3%ADfico%20de%20evaporadores%2C%20entre%20outros. Acesso em: 26 de dezembro de 2021.

GONÇALVES, Verônica de Lima. **Avaliação do desempenho metrológico de incubadoras neonatais em hospital público de grande porte e alta complexidade utilizando sistema de coleta automatizado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Biomédica) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 137. 2018. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24107/3/Avalia%C3%A7%C3%A3oDesempenhoMetrologico.pdf. Acesso em: 07 de novembro de 2021.

Interprofessional Education and Research Committee of the Champlain Maternal Newborn Regional Program. **Newborn Thermoregulation**: a Self-Learning Package. 2013. Disponível em: http://www.cmnrp.ca/uploads/documents/Newborn_Thermoregulation_SLM_2013_06.pdf. Acesso em: 26 de dezembro de 2021.

LOPES, Adriana Maria Quintela. **Termorregulação do recém nascido prematuro**. TCC (Especialização em Linhas de Cuidados de Enfermagem, Saúde Materna, Neonatal e do Lactente) — Universidade Federal de Santa Catarina. Maceió. p.13. 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/171842. Acesso em: 25 de dezembro de 2021.

MARTINELLI, K. G, *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. 1-15. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0173. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

Minipa (Homepage). **MT-242A**. Disponível em: https://www.minipa.com.br/temperatura-e-ambiente/termo-higrometros/395-mt-242a-1. Acesso em: 26 de dezembro de 2021.

OLIVEIRA, Mário Anderson de. **Sistema de ensaio de desempenho de incubadora neonatal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 112. 2007. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89783. Acesso em: 07 de novembro de 2021

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, n. 3. set. 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-07072004000300017. Acesso em: 14 de novembro de 2021.

PERRELLA, Marcelo. **Caracterização dos processos de manutenção em equipamentos eletromédicos hospitalares**. Tese (Mestrado em Engenharia Clínica) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. p. 84. 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18151/tde-02062016-160749/publico/Dissert_Perrella_Marcelo.pdf. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

SILVA, A. C. F. A. da, *et al*. **Índice de morte neonatal precoce**: uma análise do perfil materno. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 26. Disponível em: https://doi.org/10.25248/reas.e690.2019. Acesso em: 03 de dezembro de 2021.

SOARES, Tamara *et al*. **Prevalência da hipotermia na primeira hora de vida de prematuros com peso ≤ 1500g**. Revista Gaúcha de Enfermagem, v.41. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2020.20190094. Acesso em: 04 de dezembro de 2021.

World Health Organization (WHO). **Thermal protection of the newborn:** a practical guide. Maternal and newborn health/safe motherhood unit, reproductive health (technical support). Geneva, 1997. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/63986/WHO_RHT_MSM_97.2.pdf;jsessionid=B5232C31871CB3B44F60339AE937425F?sequence=1. Acesso em: 07 de janeiro de 2021.

APÊNDICE I

Identificador (Patrimônio, TAG, Número de série)	Temperatura modo ar (°C)								Temperatura modo pele (°C)								Umidade relativa (%)											
	32°C				36°C				32°C				36°C				60%				70%				80%			
	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média
228329	31,8	32,3	32,2	32,10	36,4	36,3	36,3	36,33	31,5	31,6	31,4	31,50	36,8	36,7	36,6	36,70	65	66	67	66	74	75	76	75,00	83	83	84	83,33
227461	31,1	31,2	31,9	31,40	35,8	35,5	35,7	35,67	32,4	32,3	32,4	32,37	36,7	36,4	36,3	36,47	61	60	61	61	72	71	70	71,00	81	80	71	77,33
227462	32,3	32,5	32,6	32,47	36,7	36,5	36,5	36,57	32,5	32,7	32,5	32,57	36,3	36,7	36,5	36,50	60	60	61	60	71	71	70	70,67	80	80	81	80,33
2011042258	32,6	32,3	32,5	32,47	36,6	36,1	36,3	36,33	32,5	32,3	32,4	32,40	36,4	36,7	36,5	36,53	61	61	60	61	71	71	71	71,00	81	80	80	80,33
223366	32,4	32,3	32,5	32,40	36,6	36,7	36,5	36,60	32,3	32,5	32,4	32,40	36,6	36,4	36,4	36,47	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
228327	32,5	32,4	32,3	32,40	36,7	36,4	36,4	36,50	32,5	32,7	32,2	32,47	36,3	36,7	36,4	36,47	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
228342	32,4	32,6	32,5	32,50	36,6	36,7	36,6	36,63	32,1	32,3	32,3	32,23	36,7	36,7	36,6	36,67	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
223367	32,3	32,3	31,9	32,17	36,2	36,3	36,3	36,27	32,2	32,1	32,1	32,13	36,2	36,2	36,1	36,17	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
223200	32,3	32,2	32,2	32,23	36,3	36,4	36,4	36,37	32,4	32,3	32,2	32,30	36,4	36,3	36,5	36,40	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
227516	32,3	32,4	32,5	32,40	36,4	36,5	36,4	36,43	32,4	32,5	32,1	32,33	36,5	36,4	36,5	36,47	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
INNE-0032	32,3	32,4	32,4	32,37	36,6	36,4	36,4	36,47	32,3	32,4	32,4	32,37	36,5	36,5	36,6	36,53	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
INNE-0030	32,3	32,4	32,4	32,37	36,5	36,5	36,3	36,43	32,5	32,2	32,1	32,27	36,3	36,5	36,4	36,40	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
223202	32,4	32,5	32,6	32,50	36,4	36,4	36,5	36,43	32,5	32,4	32,4	32,43	36,3	36,6	36,4	36,43	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
227515	32,3	32,5	32,3	32,37	36,4	36,5	36,5	36,47	32,4	32,5	32,4	32,43	36,5	36,4	36,4	36,43	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
INNE-0034	32,4	32,5	32,3	32,40	36,3	36,5	36,4	36,40	32,3	32,3	32,1	32,23	36,3	36,4	36,4	36,37	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
227529	32,3	32,2	32,2	32,23	36,3	36,3	36,5	36,37	32,3	32,1	32,2	32,20	36,4	36,5	36,5	36,47	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
228145	32,3	32,4	32,4	32,37	36,5	36,4	36,5	36,47	32,3	32,1	32,4	32,27	36,5	36,4	36,4	36,43	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
223199	32,3	32,5	32,5	32,43	36,5	36,6	36,2	36,43	32,3	32,1	32,2	32,20	36,4	36,5	36,5	36,47	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
227430	32,3	32,6	32,3	32,40	36,2	36,3	36,6	36,37	32,3	32,4	32,1	32,27	36,4	36,4	36,5	36,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
223363	32,3	32,4	32,4	32,37	36,4	36,4	36,5	36,43	32,4	32,2	32,3	32,30	36,4	36,5	36,4	36,43	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
227530	32,4	32,2	32,4	32,33	36,5	36,4	36,5	36,47	32,3	32,2	32,2	32,23	36,4	36,3	36,3	36,33	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
INNE-0031	32,3	32,2	32,2	32,23	36,1	36,1	36,1	36,10	32,3	32,3	32,3	32,30	36,2	36,4	36,4	36,33	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00
223203	32,4	32,5	32,4	32,43	36,4	36,6	36,4	36,47	32,4	32,1	32,3	32,27	36,2	36,2	36,3	36,23	60	60	60	60	70	70	70	70,00	80	80	80	80,00

Fonte: produzido pelo autor.