

UMIDADE RELATIVA EM INCUBADORA NEONATAL: IMPLICAÇÕES SOBRE A SENSACÃO TÉRMICA DO NEONATO

M. F. Amorim*, L. H. P. Ponciano**, A. C. Cavalcanti* e R. A. P. Altafim*

*UFPB/CI, João Pessoa/PB, Brasil

** UFPB/HU, João Pessoa/PB, Brasil

e-mail: mdsamorim@gmail.com

Resumo: Este trabalho apresenta um conjunto de medidas de temperatura, de umidade relativa e de sensação térmica realizadas em incubadoras neonatais. O objetivo deste artigo é abrir a discussão sobre o efeito da sensação térmica em bebês prematuros quando submetidos ao microclima das incubadoras em uso cotidiano. Os resultados mostram que a sensação térmica sentida pelos bebês pode ser superior a 40°C, mesmo quando a temperatura do ar na incubadora é inferior a 33°C.

Palavras-chave: Sensação térmica, Conforto térmico, Incubadora neonatal.

Abstract: *This paper presents a set of measurements of temperature, relative humidity and thermal sensation made in neonatal incubators. The aim of this paper is to open discussion on the effect of thermal sensation on preterm infants when subjected to the micro climate of incubators in everyday use. The results show that the thermal sensation experienced by infants may be greater than 40 °C, even when the air temperature in the incubator is less than 33 °C.*

Keywords: *Thermal sensation, Thermal comfort of premature, Neonatal incubator.*

Introdução

Os bebês prematuros ainda não têm seus mecanismos de regulação térmica completamente desenvolvidos, razão pela qual são colocados em incubadoras aquecidas [1, 2]. O aquecimento da incubadora reduz perdas térmicas causadas pelas trocas de calor entre a criança e o meio ambiente [3]. Contudo, as perdas de calor por evaporação, que podem representar mais de 20% da produção basal de calor, tendem a aumentar, em razão do aumento da temperatura, se não houver um eficaz controle de umidade [4, 5].

A maioria das unidades de tratamento intensivo neonatais brasileiras adota incubadoras com sistemas de umidificação passivos, que não contemplam um controle com maior rigor sobre as perdas insensíveis de calor por evaporação. Para as incubadoras que utilizam sistema de controle de umidade como princípio ativo, a imprecisão da medida e a instabilidade do controle colocam em questão sua utilização para aplicações onde um ambiente rigorosamente controlado é necessário [6, 7].

Do ponto de vista físico, a grandeza diretamente ligada ao fenômeno de evaporação de um fluido é a medida da sua pressão parcial de vapor [8]. Do ponto de vista clínico, visando evitar complicações relacionadas com o aporte excessivo de água, é mais prudente limitar a oferta hídrica a valores mínimos que possibilitem atender as necessidades fisiológicas [7]. Esta proposição relaciona uma complexa interação entre os parâmetros físicos e fisiológicos sendo fundamental incorporar medidas que visem reduzir as perdas por evaporação. Dentre essas medidas, aquela que apresenta maior eficácia, é o monitoramento da umidade no interior da incubadora. Assim, com o controle mais rigoroso sobre o microclima no interior da incubadora, poder-se-á reduzir a incidência de patologias que estão intimamente relacionadas com a falta ou excesso de líquidos ofertados nos primeiros dias de vida [9]. É necessário ressaltar que a manutenção da homeostase térmica tem efeito protetor contra as complicações decorrentes da hipo ou hipertermia, tais como hipoglicemia, desconforto respiratório, distúrbios de coagulação, apneias e outros [10].

No tratamento convencional, as crianças nascidas prematuramente são colocadas em incubadoras cujos parâmetros são ajustados de acordo com a prescrição da equipe médica e com base em parâmetros preconizados de acordo com características físicas e fisiológicas do bebê. Apesar desse procedimento ser amplamente difundido, não há a certeza de que o prematuro encontrar-se-á na sua faixa de neutralidade térmica.

Tendo em vista a importância e necessidade do controle do microclima no interior da incubadora, o objetivo desse trabalho é apresentar valores de umidade relativa praticados em incubadora neonatal e abrir a discussão sobre suas implicações na sensação térmica percebida pelo recém-nascido.

Materiais e métodos

Os experimentos foram realizados no Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em incubadoras neonatal de uso cotidiano e caracterizadas como em perfeito estado de funcionamento. Em função da disponibilidade de espaço, alguns experimentos foram efetuados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) Neonatal (ambiente climatizado por ar refrigerado) e outros, em uma sala próxima

(ambiente não climatizado), em que as incubadoras permanecem em estado de espera para utilização.

Em nenhum dos casos de estudo havia criança no interior das incubadoras em que ensaios estavam sendo realizados.

Os experimentos consistiram de registros de longa duração das medidas de temperatura e de umidade relativa no interior das incubadoras a uma taxa amostragem de 10 medidas por minuto. As medidas temperatura e umidade relativa foram obtidas a partir do termohigrômetro Minipa (MTH1380), cujo sensores foram posicionados no centro da cama do bebê, a 10 cm de altura. Um computador foi utilizado e um programa em linguagem C foi desenvolvido para efetuar a comunicação com o MTH1380, controlar a taxa de amostragem e registrar as medidas em arquivo.

As medidas foram efetuadas em dois tipos de incubadoras: com sistema passivo de controle de umidade relativa e com sistema ativo. Todas as incubadoras foram configuradas para manter a temperatura do seu interior em 33 °C. Para as incubadoras com controle passivo de umidade, a umidificação no interior da incubadora se fazia pela simples evaporação da água existente no reservatório destinado a esse fim. Para as incubadoras com controle ativo de umidade, o sistema foi configurado em 5 diferentes modos: umidificação desligada, 40%, 50%, 60% e 70% de umidade relativa.

Foram registradas, no interior da incubadora, medidas de temperatura (T_{inc}) e de umidade relativa (UR). Para cada valor de T_{inc} e de UR foi calculado o valor correspondente para a temperatura aparente (T_a), que indica a sensação térmica. Essa pode ser determinada (para humanos adultos), a partir da equação (1) utilizada por Fountain [11]:

$$T_a = 0,245 \cdot T_{inc} + 0,248 \cdot P_v - 6,475 \quad (1)$$

Na equação (1), P_v indica o valor de pressão parcial de vapor de água na temperatura ambiente, que depende do valor medido de UR e do cálculo da pressão parcial de vapor de água na saturação (P_{vs}), obtidos pelas expressões (2) e (3) [12]:

$$P_v = \frac{P_{vs} \cdot UR}{100} \quad (2)$$

e

$$P_{vs} = e^{\left(\frac{-6096,94}{T_{inc}} + 21,24 - 2,71 \cdot 10^{-2} \cdot T_{inc} + 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot T_{inc}^2 + 2,43 \cdot \ln(T_{inc}) \right)} \quad (3)$$

Resultados

Os resultados obtidos durante as medições são apresentados nos gráficos a seguir, com ênfase nas medidas de sensação térmica aparente e suas implicações.

As figuras de 1 a 3 referem-se a medidas efetuadas em incubadoras com sistema passivo de umidificação e que estavam na sala não climatizada próxima ao CTI. A

Figura 1 ilustra o comportamento dos níveis de umidade relativa praticados quando a incubadora tinha água em seu reservatório destinado à umidificação. Nessa figura, destacam-se os elevados valores obtidos para UR e, por consequência, igualmente elevados os valores em T_a .

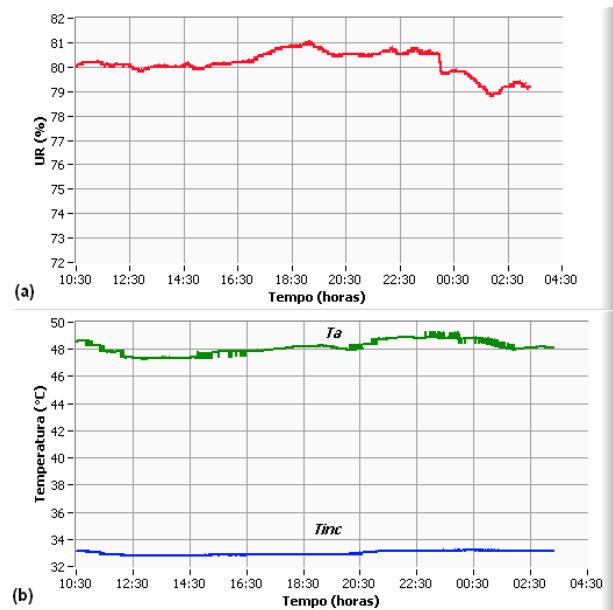


Figura 1: Medida de UR (a), T_{inc} e T_a (b), com sistema passivo de umidificação e reservatório com água.

A Figura 2 ilustra os valores obtidos para UR quando o reservatório de água para umidificação estava vazio. Nessa figura, destaca-se a flutuação nos valores de UR , que também produz variações elevadas em T_a .

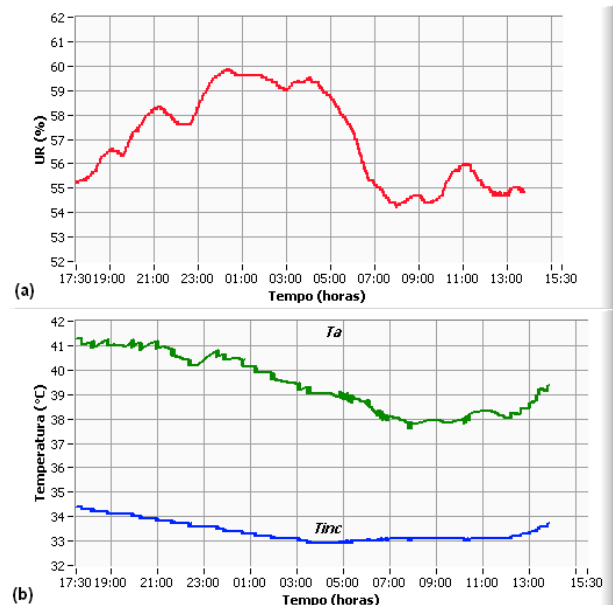


Figura 2: Medida de UR (a), T_{inc} e T_a (b), com sistema passivo de umidificação e sem água no reservatório.

Para as medidas efetuadas no CTI em incubadoras com sistema ativo de controle de umidade, o comportamento dos níveis de umidade praticados quando a incubadora estava com o sistema de

umidificação desativado foi semelhante às incubadoras sem sistema ativo de umidificação. Foi observada flutuação nos valores de UR , o que também produz variações elevadas em Ta .

Nas figuras de 3 a 5 estão ilustrados os ensaios para umidade relativa controlada em, respectivamente, 50%, 60% e 70%. Para este conjunto de figuras, destacam-se as oscilações constatadas nos valores de UR que: a) estão presentes em todos os níveis de controle de umidade; b) estão sempre acima do valor de controle; c) produzem oscilações superiores a $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Ta .

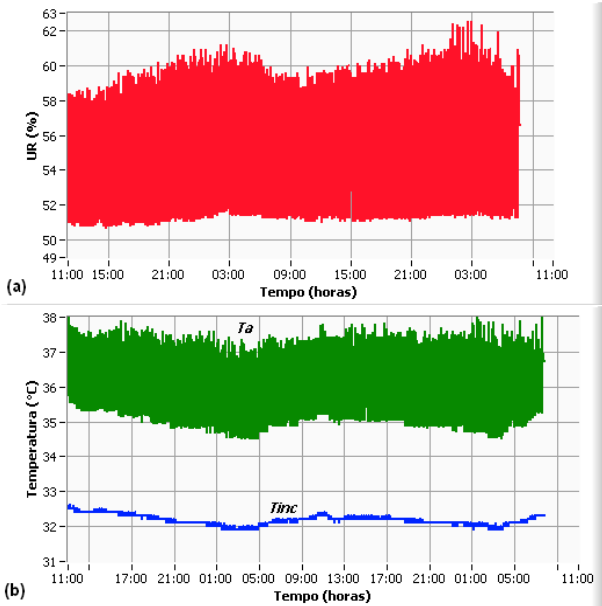


Figura 3: Medida de UR (a), $Tinc$ e Ta (b), com incubadora configurada para controlar a umidade em 50%.

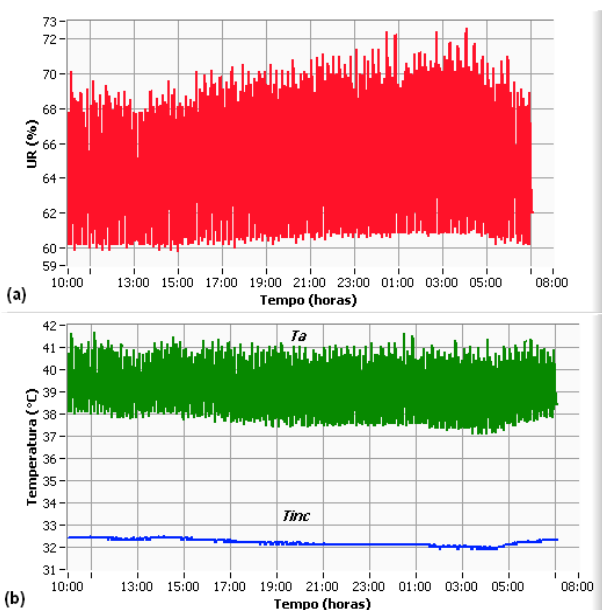


Figura 4: Medida de UR (a), $Tinc$ e Ta (b), com incubadora configurada para controlar a umidade em 60%.

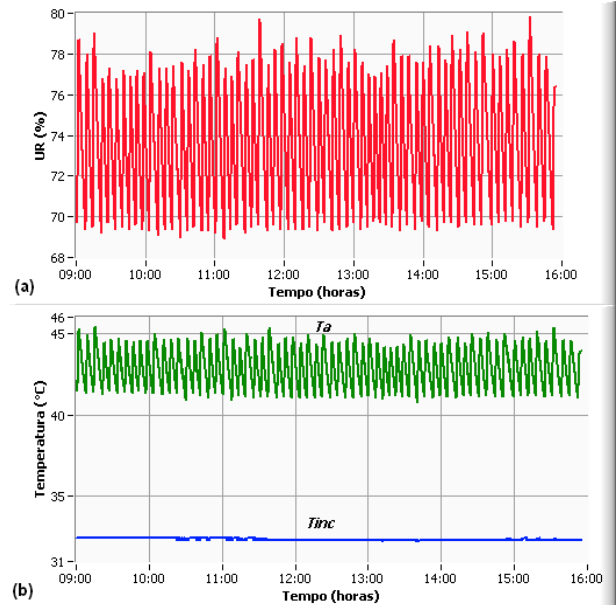


Figura 5: Medida de UR (a), $Tinc$ e Ta (b), com incubadora configurada para controlar a umidade em 70%.

A Figura 6 apresenta uma magnificação da Figura 3 para ilustrar que a variação de Ta , do valor mínimo ao valor máximo, é inferior a 2 minutos. Essa medida pode ser igualmente constatada nos demais níveis de umidade relativa controlada.

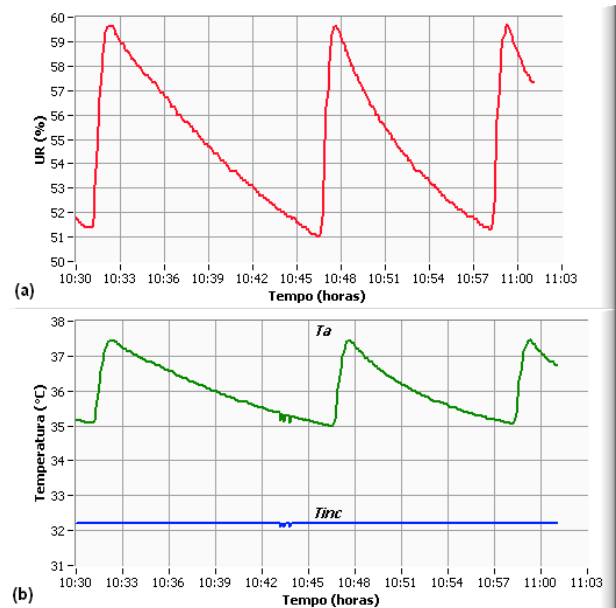


Figura 6: Magnificação no sinal da Figura 3 para destacar o tempo de subida de UR e Ta .

Discussão

Em todos os ensaios efetuados, a temperatura interna nas incubadoras ($Tinc$) permaneceu em valores próximos ao ajuste estabelecido (33°C), praticamente sem variações se considerados pequenos intervalos de tempo.

Para as incubadoras sem sistema de controle de umidade (controle passivo), os valores de UR podem atingir níveis elevados (Figura 1). Valores elevados de umidade aumentam a condutibilidade térmica do ar e, por consequência, a sensação da temperatura aparente também é maior. Quando o reservatório de água (destinado à umidificação passiva) está vazio (Figura 2), os valores de UR dependem da umidade externa à incubadora, sofrendo forte influência de dias chuvosos e da umidade ocasionada pelos procedimentos periódicos de limpeza da sala.

Para as incubadoras com sistema ativo de controle de umidade, constatou-se que os valores de UR ficaram sempre acima dos ajustes estabelecidos (Figuras 3, 4 e 5). Além disso, em todos os ensaios, oscilações nos valores de UR foram constatadas, algumas vezes, superiores a 10% de UR , provenientes do algoritmo de controle do sistema. Oscilações em UR implicam na modificação da condutibilidade térmica, que produzirá diferentes sensações térmicas para um prematuro quando colocado na incubadora.

Os valores calculados para Ta correspondem à medida objetiva para a sensação térmica. Bebês submetidos a eventuais valores elevados de Ta podem estar submetidos a ambientes super aquecidos e propensos a provocar hipertermia, desidratação e outros distúrbios [10].

Quando não há controle sobre Ta , com ocorrência de flutuações ou oscilações, tem-se o microclima no interior da incubadora objetivamente afetado por diferentes sensações térmicas. Além das consequências já mencionadas para Ta elevado, as variações muito rápidas (Figura 6) também são indesejáveis por produzir desconforto respiratório e apnéia [10].

A expressão utilizada para calcular Ta foi determinada por estudos em humanos adultos [11]. Considerando a diferença fisiológica, a prematuridade *a priori* e a capacidade de comunicação objetiva dos bebês colocados nas incubadoras, os valores estimados neste artigo para a temperatura aparente (Ta) poderiam ser mais elevados. Essa hipótese enfatizaria ainda mais as considerações apresentadas nessa discussão.

Conclusão

Os dados apresentados neste artigo revelam a necessidade de se discutir as condições de microclima a que os recém-nascidos são submetidos em incubadoras. Com os avanços tecnológicos hoje disponíveis e aplicados, é possível identificar e definir novos paradigmas para conforto térmico em incubadoras. Para minimizar os efeitos da flutuação sobre a sensação térmica, se faz necessário também discutir a legislação vigente no tocante ao controle de umidade relativa no interior de incubadora neonatal.

Agradecimentos

Esta pesquisa teve apoio do CNPq, através do projeto 478413/2011-4 - Universal 14/2011. Agradecemos igualmente à administração do Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba (HULW/UFPB).

Referências

- [1] Marks FH. Infant incubators, *Nursing*, 1972, 2(11):26-30.
- [2] Bell EF. Infant incubators and radiant warmers. *Early Human Development*, 1983, 8, pp. 351-375.
- [3] Perlstein PH et al. Computer-assisted newborn intensive care. *Pediatrics*, 1976, 57, pp. 494-501.
- [4] Hey EN, Maurice NP. Effect of humidity on production and loss of heat in the newborn baby, *Archives of Disease in Childhood*, 1968, 43:166-71.
- [5] Hammarlund K et al. Transepidermal water loss in newborn infants I : relation to ambient humidity and site of measurements and estimation of total transepidermal water loss. *Acta Paediatr Scand.*, 1977, 66, pp. 553-562.
- [6] Oldenburg Neto CF; Amorim MF. Influence of water vapour pressure on the thermal comfort of premature newborn. In: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006 (WC2006), 2006, Seoul - Korea. Proceedings of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, 2006. p. 1-4.
- [7] Telliez F et al. Influence of incubator humidity on sleep and behaviour of neonates kept at stable body temperature, *Acta Paediatr.*, 2001, 90(9):998-1003.
- [8] Moran MJ, Shapiro HN. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, New York: John Wiley, 1996.
- [9] Bell EF et al. Heat balance in premature infants: comparative effects of convectively heated incubators and radiant warmers, with and without plastic heat shield. *J. Pediatr.* 1980; 96:460-465.
- [10] Wilson SK. Incubator to open crib: a three phase process. *Mother and Baby Journal*, 1998; 3:7-13.
- [11] Fountain ME, Huizenga C. A Thermal sensation prediction tool for use by the profession. *ASHRAE Transactions*. 1977, vol 103 part 2: 130-6.
- [12] AFNOR – Association Française de Normalisation, NF X 15-110 – Mesure de l’humidité de l’air – Paramètres hygrométriques, Paris – La Defense: 1-22, 1996.