








# Efeito da iluminância no interior de incubadoras nos parâmetros clínicos de recém-nascidos prematuros em terapia intensiva

Effect of illuminance inside incubators on the clinical parameters of preterm newborns in intensive care

## Como citar este artigo:

Carmo MDJ, Santos LM, Silva BSM, Marcatto JO, Mascarenhas LTS, Pereira JS, et al. Effect of illuminance inside incubators on the clinical parameters of preterm newborns in intensive care. Rev Rene. 2026;27:e96505. DOI: <https://doi.org/10.36517/2175-6783.20262796505>

 Max Douglas de Jesus Carmo<sup>1</sup>  
 Luciano Marques dos Santos<sup>1</sup>  
 Bianka Sousa Martins Silva<sup>2</sup>  
 Juliana de Oliveira Marcatto<sup>3</sup>  
 Luana Trindade dos Santos Mascarenhas<sup>1</sup>  
 Jadiel dos Santos Pereira<sup>4</sup>  
 Maria Cristina de Camargo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana.  
Feira de Santana, BA, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade do Estado da Bahia. Salvador, BA, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Minas Gerais.  
Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.  
Feira de Santana, BA, Brasil.

## Autor correspondente:

Max Douglas de Jesus Carmo  
Rua Ceará, 403 – Queimadinha.  
CEP: 44050-446. Feira de Santana, BA, Brasil.  
E-mail: maxd40028@gmail.com

**Conflito de interesse:** os autores declararam que não há conflito de interesse.

EDITOR CHEFE: Ana Fatima Carvalho Fernandes 

EDITOR ASSOCIADO: Suellen Cristina Dias Emidio 

## RESUMO

**Objetivo:** verificar o efeito do nível de iluminância no interior de incubadoras nos parâmetros clínicos de recém-nascidos prematuros em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal. **Métodos:** pesquisa *post hoc* longitudinal e prospectiva, com 14 recém-nascidos prematuros em incubadoras de três Unidades de Terapia Intensiva Neonatal. Os níveis de iluminância e os parâmetros clínicos foram mensurados às 6h00, 12h00, 18h00 e 00h00. Os dados foram analisados por medidas descritivas e regressão linear. Resultados: os níveis medianos de iluminância foram elevados às 12h00 (662,5 lux), 18h00 (115,5 lux) e 6h00 (114,0 lux). As medianas da frequência cardíaca e respiratória foram maiores na avaliação das 6h00 e os da pressão arterial sistólica e diastólica, saturação de oxigênio e temperatura, às 12h00. Não se registraram diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de iluminância durante os quatro períodos de registro e os parâmetros clínicos. **Conclusão:** os elevados níveis de iluminância ao longo do dia não afetaram estatisticamente os parâmetros vitais dos recém-nascidos prematuros. **Contribuições para a prática:** os elevados valores de iluminância no interior de incubadoras demandam a utilização de intervenções que possam reduzi-los a fim de mitigar outros prováveis efeitos clínicos em recém-nascidos prematuros. (RBR-6xww44w).

**Descritores:** Unidades de Terapia Intensiva Neonatal; Luz; Incubadoras; Recém-Nascido Prematuro; Estresse Fisiológico.

## ABSTRACT

**Objective:** to verify the effect of illuminance levels inside incubators on the clinical parameters of preterm newborns in Neonatal Intensive Care Units. **Methods:** a longitudinal and prospective *post hoc* study conducted with 14 preterm newborns placed in incubators in three Intensive Care Units. Illuminance levels and clinical parameters were measured at 6:00 a.m., 12:00 p.m., 6:00 p.m., and 12:00 a.m. Data were analyzed using descriptive measures and linear regression. **Results:** median illuminance levels were high at 12:00 p.m. (662.5 lux), 6:00 p.m. (115.5 lux), and 6:00 a.m. (114.0 lux). Median heart and respiratory rates were higher at the 6:00 a.m. assessment, whereas systolic and diastolic blood pressure, oxygen saturation, and temperature were higher at 12:00 p.m. No statistically significant differences were found between illuminance levels across the four recording periods and the clinical parameters. **Conclusion:** the high illuminance levels throughout the day did not statistically affect the vital parameters of preterm newborns. **Contributions to practice:** the high illuminance values inside incubators require the implementation of interventions aimed at reducing them in order to mitigate other potential clinical effects in preterm newborns. (RBR-6xww44w).

**Descriptors:** Intensive Care Units, Neonatal; Light; Incubators; Infant, Premature; Stress, Physiological.

## Introdução

A prematuridade é um problema de saúde que impacta globalmente a vida de várias famílias. No mundo, um em cada 10 recém-nascidos são prematuros, o que equivale a um a cada dois segundos<sup>(1)</sup>. Esta condição está associada ao risco aumentado de problemas de saúde, muitos associados à hospitalização dos recém-nascidos prematuros (RNPTs) nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) e sua exposição a condições de luminosidade deste ambiente e outros estressores.

A UTIN é um ambiente com altos níveis de luminosidade<sup>(2-3)</sup>, que variam de intensidade superiores a 200 lux durante o dia e inferiores a 20 lux à noite, em unidades que fazem a utilização da luz ciclada<sup>(4)</sup>, sendo a recomendação nacional em Unidades de Terapia Intensiva, de até 500 lux para iluminação geral<sup>(5)</sup>. O excesso de luminosidade ambiental pode alcançar o interior de incubadoras, podendo ultrapassar 500 lux<sup>(6)</sup>, o que, nos primeiros dias de vida afeta a maturação cerebral do RNPT, com resultados em longo prazo na saúde destas crianças<sup>(7)</sup>.

A exposição do RNPT ao excesso de luminosidade e outros fatores estressantes compromete de forma considerável o neurodesenvolvimento a longo prazo e o ciclo circadiano interno<sup>(7-9)</sup>. Estas alterações se dão a partir da entrada do excesso da luz na rede de núcleos supraquiasmáticos por meio do trato hipotalâmico retiniano, que sincroniza o ciclo circadiano interno e externo<sup>(10)</sup>. Os núcleos supraquiasmáticos desempenham um papel crucial na criação do ciclo circadiano, enviando informações para os osciladores periféricos, que estão presentes em praticamente todas as células do corpo<sup>(11)</sup>.

O excesso de luminosidade pode modificar processos biológicos essenciais, como a função do sistema imunológico, o sistema nervoso autônomo e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, além de afetar a expressão gênica e, conseqüentemente, a estrutura e função cerebral<sup>(9)</sup>. O RNPT também consegue perceber as variações dos níveis de luminosidade, expressando alterações dos parâmetros fisiológicos<sup>(8,12)</sup> e do sono<sup>(13)</sup>.

Por isso, diversas estratégias têm sido utilizadas para reduzir a luminosidade no interior de incubadoras, como capas acima da cúpula<sup>(14)</sup>, o modelo de quase escuridão<sup>(4)</sup> e a hora do soninho<sup>(15)</sup>. Mesmo com a utilização desses cuidados, o RNPT podem detectar oscilações no nível de iluminância maior que 50 lux<sup>(8,12)</sup>. Desta forma, para compreender a interação entre a exposição à luz e os resultados clínicos em RNPT na UTIN, é necessário realizar uma análise precisa do ambiente de iluminação e caracterizar as variações dentro e entre os pacientes em um ambiente clínico<sup>(16)</sup>.

Apesar de algumas evidências constatando a relação entre o excesso de luminosidade e alterações nos parâmetros clínicos de RNPT em UTIN, até o momento não há pesquisas clínicas brasileiras que investigaram se o nível de luminosidade no interior de incubadoras tem efeito sobre estes parâmetros no período de 24 horas.

Globalmente, há registro de uma coorte com 27 RNPTs, nascidos antes de 32 semanas de idade gestacional e em UTIN, que monitorou a iluminância no interior de incubadoras por um período de 10 horas. Nesta pesquisa foram monitoradas somente a frequência cardíaca, respiratória e a saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), o que demanda investimentos em investigações que tenham este propósito<sup>(12)</sup> e incluam outros parâmetros vitais.

Desta maneira, esta pesquisa teve como objetivo verificar o efeito do nível de iluminância no interior de incubadoras nos parâmetros clínicos de recém-nascidos prematuros em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal.

## Métodos

### Tipo de estudo

Trata-se de uma análise *post hoc* longitudinal e prospectiva, vinculada a ensaio clínico, randômico, crossover e aberto, que verificou a eficácia de protetores oculares comparados ao cuidado habitual na estabilidade fisiológica de RNPTs hospitalizados na UTIN,

relatada conforme recomendações da *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT).

### Período e local do estudo

A coleta foi realizada de setembro de 2023 a fevereiro de 2024 em três UTINs (A, B e C) de um hospital pediátrico público de alta complexidade em Feira de Santana, na Bahia. Estas três unidades totalizam 30 leitos, sendo 10 leitos em cada uma delas.

As UTIN A e C têm estruturas semelhantes, com janelas de vidro transparente que permitem a incidência de luz natural, iluminação artificial com lâmpadas fluorescentes dispostas no centro das unidades e acima da área na qual estão localizados os berços e incubadoras para o atendimento de cada recém-nascido. Na UTIN B não há janelas.

Nestas unidades, são atendidos recém-nascidos em condições críticas de saúde, predominantemente prematuros com asfixia perinatal, problemas respiratórios, cardíacos, intestinais, metabólicos e malformações congênitas. Nestas três UTINs, adota-se a estratégia denominada “horário do soninho”, das 13h00 às 15h00 e, quando possível, das 00h30 às 2h30, durante o qual é reduzida a luz central das unidades e das áreas próximas aos leitos, promovendo penumbra.

Durante o “horário do soninho”, os profissionais de saúde manipulam oportunamente o recém-nascido, exceto em casos de intercorrência. Nestes horários, a cúpula da incubadora permanece coberta com manta, visando reduzir a iluminância dentro da incubadora.

### Amostra do estudo

A amostra foi do tipo por conveniência e composta pela mensuração de 56 medidas de sinais vitais a cada seis horas (6h00, 12h00, 18h00 e 00h00), 80.640 medidas do nível de iluminância dentro da incubadora de 14 RNPTs, ao longo de 24 horas. Estas medidas foram obtidas durante a coleta de dados do ensaio clínico, quando os recém-nascidos foram alocados para o grupo controle (ausência de proteção ocu-

lar das 8h00 às 20h00) e no período de *washout* (no qual os RNPTs permaneceram sem a proteção ocular das 20h00 às 8h00).

Os RNPTs foram incluídos quando apresentavam estabilidade fisiológica (frequência cardíaca entre 120 e 180 batimentos por minuto, frequência respiratória entre 35 e 60 incursões por minuto e saturação de oxigênio maior ou igual a 95% nas últimas 24 horas), em incubadoras e 24 horas após o término do tratamento fototerápico, quando usado. Ressalta-se que todos os RNPTs foram submetidos ao “horário do soninho”.

Não foram incluídos na amostra RNPTs em fototerapia, ventilação mecânica invasiva e não invasiva, com malformação congênita, hemorragia periventricular graus II a IV, em uso de medicamento depressor do sistema nervoso central, analgésico opioide e sedativo nas últimas 24 horas, corticoide, necessidade de cirurgia e aqueles cujas mães tinham histórico de uso de drogas ilícitas ou antidepressivos durante a gestação.

Foram excluídos os RNPTs que, após iniciado o protocolo da pesquisa, apresentaram piora clínica e necessitaram de nova intubação traqueal para iniciar a ventilação pulmonar mecânica, pressão positiva contínua em vias aéreas, medicamentos depressores do sistema nervoso central, analgésicos opioides, sedativos ou corticoides e indicação fototerápica.

### Instrumentos e coleta de dados

A equipe de coleta de dados foi composta por quatro bolsistas de iniciação científica (fomentados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) e duas enfermeiras mestrandas que foram qualificadas para montar e posicionar os equipamentos, além da aplicação dos formulários de coleta. Esta qualificação ocorreu ao longo de quatro horas em uma das UTINs que foram campos da pesquisa.

Após a inclusão do RNPT na pesquisa, a equipe instalou no interior da incubadora e próximo à cabeça do RNPT uma caixa envolvida em plástico filme, con-

tendo um sensor resistor dependente de luz, destinado à mensuração dos níveis de luminosidade. O dispositivo foi desenvolvido por um professor de Física e calibrado por meio de comparação a um luxímetro digital da marca (Instrutherm Mod. LD-900).

O sensor foi programado para registrar o nível de iluminância no interior da incubadora a cada 15 segundos durante 24 horas, período no qual a equipe de coleta monitorou remotamente o funcionamento da caixa pelo *site* ThingSpeak™<sup>(17)</sup>, uma plataforma digital que visualiza e analisa dados em tempo real<sup>(18)</sup>.

Ao término do período de coleta, todos os registros de iluminância foram armazenados no formato de planilha no programa *Microsoft Office Excel* em um computador para análise posterior.

As variáveis foram agrupadas em: caracterização da amostra, exposição e desfecho. Nos prontuários dos RNPTs foram coletadas variáveis para a caracterização da amostra: demográficas (sexo – masculino e feminino), gestacionais (via de parto – vaginal ou operatória; idade gestacional no nascimento em semanas; idade cronológica e corrigida) e clínicas (motivos de admissão na UTIN – por sistemas orgânicos; tempo de hospitalização na UTIN em dia).

A idade gestacional no nascimento foi calculada pela data da última menstruação e método *New Ballard* realizado pela equipe de médicos neonatologistas e imediatamente após o nascimento e a idade gestacional cronológica, pela diferença entre a data da coleta de dados e a do nascimento dos RNPTs. A idade gestacional corrigida foi calculada pelo ajuste da idade cronológica em função do grau de prematuridade na data da coleta de dados. Considerando que o ideal seria nascer com 40 semanas de idade gestacional, descontou-se da idade cronológica as semanas que faltaram para sua idade gestacional atingir 40 semanas<sup>(19)</sup>.

Foram considerados como variáveis de exposição os níveis de luminosidade no interior da incubadora, medidos em lux nos horários de 6h00, 12h00, 18h00 e 00h00. Considerou-se a média dos valores de iluminância 1 hora antes e depois de cada horário destinado à avaliação dos sinais vitais dos RNPTs para

controlar a variação do provável efeito nos parâmetros investigados e variações bruscas que pudessem enviesar a leitura da exposição no momento do exame, além de garantir a robustez da associação pontual.

Os desfechos foram os parâmetros clínicos do RNPT: frequência cardíaca em batimentos por minuto, frequência respiratória em incursões respiratórias por minuto, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, ambas em milímetros de mercúrio – mmHg; saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) em percentual; temperatura corpórea em graus Celsius.

Os parâmetros clínicos foram mensurados pelos membros da equipe de enfermagem das UTINs, escalados para o cuidado dos RNPTs e de acordo com a rotina de cada unidade. As medidas de frequências cardíaca e respiratória, pressão arterial sistólica e diastólica e SpO<sub>2</sub> foram obtidas por monitores multiparamétricos disponíveis nas UTINs. O método oscilométrico foi utilizado para as medidas de pressão arterial sistólica e diastólica. Os níveis de SpO<sub>2</sub> foram medidos usando oxímetro de pulso conectado ao monitor multiparamétrico da própria unidade de investigação. A temperatura corpórea foi aferida por meio de termômetro digital posicionado na axila do RNPT e utilizado no atendimento clínico de rotina da UTIN. A aferição dos parâmetros clínicos foi realizada a cada seis horas (6h00, 12h00, 18h00 e 00h00).

Todas as variáveis da pesquisa foram registradas no formulário elaborado e previamente validado por pesquisadores vinculados ao Laboratório de Pesquisas ao qual os autores fazem parte.

## **Análise de dados**

Os dados foram digitados e analisados no programa estatístico SPSS versão 22.0. Para descrever das variáveis categóricas foram utilizadas frequências absolutas e relativas, e nas numéricas, mínimo, máximo, mediana, quartis e intervalo interquartil, pois estas variáveis não aderiram à distribuição normal, conforme resultado do teste *Shapiro-Wilk*.

Ao verificar a associação entre as variáveis de exposição e de desfechos, utilizou-se a regressão linear simples, considerando nível de significância de 5% e intervalos de confiança de 95%. Realizou-se diagnóstico de resíduos e o cálculo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para avaliar a qualidade do ajuste do modelo.

### Aspectos éticos

Análises *post hoc* foram previstas no ensaio clínico ao qual esta pesquisa foi derivada, e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana, conforme Resoluções 466/2012, 510/16 e 580/18 do Conselho Nacional de Saúde (Parecer de número 6.287.516/2022 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética 67259223.5.0000.0053). O ensaio clínico está devidamente registrado (RBR-6xww44w).

### Resultados

Os 14 RNPTs foram de ambos os sexos (7; 50%) e nascidos majoritariamente por parto-operatório (9; 64,3%). Nos prontuários analisados, foram identificados 43 diagnósticos para a admissão nas UTINs, sendo os mais frequentes o baixo peso e desconforto respiratório precoce (7; 16,3%). Outros diagnósticos foram identificados: risco infeccioso e metabólico, tocotraumatismo, anemia, asfixia neonatal, hipoglicemia, icterícia neonatal, risco para displasia de quadril, risco para toxoplasmose, rubéola, citomegalovírus, herpes e sífilis congênita, sepse neonatal e incompatibilidade do fator RH e sistema ABO.

Na Tabela 1 estão descritos os valores mínimos, máximo, primeiro e terceiro quartis, mediana, os intervalos interquartílicos das idades gestacionais dos RNPTs (ao nascimento, corrigida e cronológica) e dias de hospitalização nas UTINs.

**Tabela 1** – Estatísticas descritivas da idade gestacional e tempo de hospitalização na UTIN dos recém-nascidos prematuros. Feira de Santana, BA, Brasil, 2024

Variáveis	Mínimo	Máximo	Mediana	1° Quartil	3° Quartil	Intervalo Interquartil
Idade gestacional						
Nascimento (semanas)	26,4	31,4	30,1	28,9	30,7	1,8
Corrigida (semanas)	29,0	35,3	32,2	31,4	33,1	1,7
Cronológica (dias)	1,0	42,0	15,5	10,7	25,2	14,5
Tempo de hospitalização na UTIN* (dias)	1,0	42,0	15,5	10,7	22,7	12,0

\*Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

O maior valor mediano da iluminância foi registrado às 12h00 (662,5 lux) ao longo das 24 horas de registro deste parâmetro, seguido das 18h00 (115,5 lux) e 6h00 (114,0 lux). O valor mínimo registrado foi de 6 lux (às 00h00) e o máximo de 10.804,0 lux (às

12h00). As medianas da frequência cardíaca e respiratória foram maiores na avaliação das 6h00 e as da pressão arterial sistólica e diastólica, saturação de oxigênio e temperatura, às 12h00 (Tabela 2).

**Tabela 2** – Descriptive statistics of illuminance levels inside the incubators in lux according to the measurement periods. Feira de Santana, BA, Brasil, 2024

Variáveis	Mínimo	Máximo	Mediana	1° Quartil	3° Quartil	Intervalo Interquartil
Nível de iluminância no interior de incubadoras (horas)						
6h00	12,0	690,0	114,0	25,5	492,5	467,0
12h00	18,0	10.804,0	662,5	214,7	1.995,0	1.780,3
18h00	10,0	660,0	116,5	69,5	295,5	226,0
00h00	6,0	75,0	17,0	6,2	45,2	39,0

Os valores medianos das frequências cardíaca e respiratória foram maiores na avaliação das 6h00, e os da pressão arterial sistólica e diastólica, SpO<sub>2</sub> e temperatura corpórea, às 12h00 (Tabela 3).

A regressão linear não identificou diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de iluminância durante os quatro períodos de registro e os parâmetros clínicos dos RNPTs (Tabela 4).

**Tabela 3** – Estatísticas descritivas dos parâmetros clínicos dos recém-nascidos prematuros. Feira de Santana, BA, Brasil, 2024

Variáveis	Mínimo	Máximo	Mediana	1° Quartil	3° Quartil	Intervalo Interquartil
Frequência cardíaca (horas)						
6h00	130,0	172,0	158,0	137,7	164,0	26,3
12h00	131,0	185,0	152,0	147,2	166,5	19,3
18h00	130,0	183,0	151,0	143,5	163,0	19,5
00h00	137,0	186,0	153,5	150,0	160,2	10,2
Frequência respiratória (horas)						
6h00	40,0	48,0	43,5	41,0	44,2	3,2
12h00	40,0	49,0	42,0	40,0	45,0	5,0
18h00	38,0	46,0	40,5	40,0	45,0	5,0
00h00	36,0	51,0	42,0	41,7	45,7	4,0
Pressão arterial sistólica (horas)						
6h00	47,0	83,0	63,0	57,7	70,5	12,8
12h00	48,0	87,0	67,0	63,0	78,5	15,5
18h00	53,0	81,0	63,5	58,2	70,0	11,8
00h00	44,0	86,0	61,0	54,2	75,5	21,3
Pressão arterial diastólica (horas)						
6h00	20,0	52,0	33,5	25,0	42,0	17,0
12h00	19,0	64,0	37,0	28,7	43,2	14,5
18h00	20,0	47,0	34,0	28,2	40,5	12,3
00h00	25,0	68,00	36,0	29,0	46,5	17,5
Saturação de oxigênio (horas)						
6h00	94,0	100,0	98,0	96,7	99,2	2,5
12h00	94,0	100,0	98,5	97,0	99,0	2,0
18h00	93,0	100,0	97,5	96,0	99,0	3,0
00h00	72,0	100,0	98,0	95,7	99,2	3,5
Temperatura corpórea (horas)						
6h00	35,9	37,2	36,4	36,0	36,7	0,7
12h00	35,9	37,5	36,6	36,4	37,0	0,6
18h00	36,0	37,3	36,5	36,2	36,9	0,7
00h00	36,0	37,0	36,4	36,0	36,7	0,7

**Tabela 4** – Regressão linear simples para estimar a relação entre o nível de iluminância no interior das incubadoras por horário de avaliação e os parâmetros clínicos dos recém-nascidos prematuros. Feira de Santana, BA, Brasil, 2024

Variáveis	Coefficiente β	p-valor	R <sup>2*</sup>	IC (95%) <sup>†</sup>
Frequência cardíaca (horas)				
6h00	-0,570	0,053	0,325	137,43 – 169,53
12h00	-0,508	0,092	0,258	147,50 – 163,86
18h00	0,081	0,783	0,007	140,30 – 164,46
00h00	-0,228	0,477	0,052	145,83 – 173,54
Frequência respiratória (horas)				
6h00	-0,065	0,842	0,004	41,01 – 45,61
12h00	0,050	0,878	0,002	40,28 – 44,40
18h00	0,431	0,124	0,186	38,74 – 42,78
00h00	0,342	0,227	0,117	38,48 – 45,00
Pressão arterial sistólica (horas)				
6h00	0,437	0,155	0,191	51,40 – 70,28
12h00	0,351	0,264	0,123	58,46 – 76,28
18h00	0,177	0,545	0,031	56,30 – 69,68
00h00	0,208	0,517	0,043	46,41 – 74,16
Pressão arterial diastólica (horas)				
6h00	0,141	0,662	0,020	22,82 – 41,86
12h00	0,257	0,420	0,066	27,42 – 45,21
18h00	0,187	0,523	0,035	26,11 – 38,86
00h00	-0,181	0,573	0,033	30,06 – 58,09
Saturação de oxigênio (horas)				
6h00	-0,388	0,213	0,151	96,76 – 100,12
12h00	0,178	0,581	0,032	96,63 – 99,20
18h00	0,113	0,700	0,013	95,20 – 98,76
00h00	0,386	0,215	0,149	84,97 – 99,55
Temperatura corpórea (horas)				
6h00	-0,283	0,373	0,080	36,18 – 37,00
12h00	-0,034	0,917	0,001	36,27 – 37,03
18h00	-0,021	0,944	0,000	36,21 – 36,94
00h00	0,011	0,972	0,000	36,07 – 36,86

\*R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação; †IC: Intervalo de confiança

## Discussão

Nesta pesquisa, no período de 24 horas, foram identificados elevados níveis de iluminância no interior das incubadoras, sendo superiores ao que é recomendado<sup>(5)</sup>. Os maiores valores medianos de iluminância foram registrados entre 6h00 e 18h00, com maior valor às 12h00, evidenciando-se que os ritmos ambientais variam ao longo das 24 horas<sup>(16)</sup> de assistência ao RNPT nas três UTINs investigadas, e confirmando dados da literatura da área de que as maiores exposições à luminosidade ocorrem pela manhã<sup>(6,16)</sup>.

Evidenciou-se que 80% das medidas variaram entre 10 e 50 lux, enquanto 20% apresentaram valores superiores a 50 lux<sup>(8)</sup>. A exposição à luz foi geralmente baixa, com iluminância raramente ultrapassando 75 lux<sup>(16)</sup>. Um fator que pode ter contribuído com estes resultados pode ser sido a utilização de proteção nas incubadoras, principalmente naquelas próximas a fonte de luz natural, o que mantém a iluminância entre 32,5 e 51 lux. Quando a incubadora não é protegida da exposição à luz, o nível de iluminância pode alcançar até 108 lux, e se este artefato permanecer distante da fonte de luz natural, os valores de iluminância variam entre 200 e 250 lux<sup>(6)</sup>, devido à luminosidade ambiente. Estas condições foram registradas nas unidades pesquisadas.

Outra condição ambiental que interfere na iluminância interna e externa de incubadoras em uma unidade neonatal é a sua estrutura física do tipo quarto único. Nestes ambientes, o nível de luminosidade ambiental diurna pode atingir 3.630 lux e, no interior das incubadoras, pode permanecer abaixo de 50 lux com o uso de capas e utilização da luz ciclada<sup>(16)</sup>.

Ao comparar os níveis de luz antes e depois de uma mudança de projeto arquitetônico de uma UTIN aberta com 34 leitos para 40 leitos composta por quartos unifamiliares, os níveis de luz foram significativamente mais altos na unidade de quartos unifamiliares, o que foi associado ao número e configuração de janelas na nova unidade, permitindo mais entrada de luz do dia em comparação com a UTIN aberta<sup>(20)</sup>.

Em unidades abertas, como nas UTINs investi-

gadas, o controle da iluminância ambiental, e no interior das incubadoras, é difícil de ser realizado, visando atender às demandas de desenvolvimento de cada RNPT, o que demanda da equipe o uso de coberturas acima da cúpula deste artefato. As três UTINs investigadas na presente pesquisa são abertas e recebem luz natural, além das fontes artificiais de luz. No entanto, como estratégia de redução da luminosidade, são utilizadas mantas sobre a cúpula das incubadoras e o manejo ambiental do “horário do soninho”. Este manejo pode ter influenciado a ausência de associação estatística entre o nível de iluminância e os parâmetros clínicos dos RNPTs incluídos na pesquisa.

Apesar de elevados, os níveis de iluminância no interior das incubadoras investigadas não afetaram estatisticamente os parâmetros clínicos (frequências cardíaca e respiratória, pressão arterial sistólica e diastólica, SpO<sub>2</sub> e temperatura corporal) dos RNPTs incluídos na amostra da pesquisa.

Os resultados indicaram ausência de associação estatisticamente significativa na amostra investigada<sup>(21)</sup>, o que precisa ser observado com bastante cautela ante ao pequeno número de RNPTs incluído na pesquisa, pois a ausência de significância estatística pode ser decorrente de menor poder amostral. Reforça-se a precisão dos intervalos de confiança obtidos para cada associação investigada, o que pode agregar valor aos achados da pesquisa.

Resultados desta natureza mostram-se importantes para o avanço da ciência, pois, na medida em que mais pesquisas relevantes confirmem estes achados, o fenômeno passa a ser estudado por outra vertente, ou indicará futuramente a ausência de efeito da exposição de interesse nos desfechos investigados, não demandando mais pesquisas para sua consolidação.

Os parâmetros clínicos investigados apresentaram discreta alteração, conforme acréscimo do nível de iluminância no interior da incubadora, porém mantiveram-se estáveis. Estes achados foram semelhantes ao ensaio clínico randômico que investigou possíveis diferenças nos sinais vitais de RNPT com 28 e 32 semanas que foram hospitalizados em uma UTIN da Turquia e submetidos ao ciclo claro-escuro, no

qual não houve diferenças estatística significativa nos sinais vitais entre os grupos intervenção e controle<sup>(22)</sup>.

Conforme resultados de uma pesquisa realizada na Turquia, com medições repetidas em dois grupos distintos (cobertura de incubadora e ausência deste cuidado) e que incluiu 91 recém-nascidos hospitalizados em UTIN (44 a termo e 47 prematuros), não houve diferença significativa entre as medianas de frequências cardíaca e respiratória dos recém-nascidos a termo e prematuros nas medições sem capa e com capa na incubadora. Na primeira medição, as medianas de SpO<sub>2</sub> dos recém-nascidos a termo e prematuros na incubadora com cobertura foram significativamente maiores do que as dos recém-nascidos a termo e prematuros sem cobertura na incubadora<sup>(23)</sup>.

Quando a variação de luminosidade é superior a 50 lux, a frequência cardíaca aumenta em 3,8 batimentos por minuto, a frequência respiratória em seis incursões por minuto e a saturação regional de oxigênio cerebral em 1,1%. A frequência respiratória diminuiu significativamente em 8,4 ciclos por minuto quando a variação de luminosidade foi igual ou inferior a 50 lux. Assim, níveis mais elevados de iluminação aumentam a reatividade de RNPT. Alterações moderadas de luz entre 10 e 50 lux aumentam as frequências respiratória e cardíaca e diminuem a SpO<sub>2</sub> e a oxigenação cerebral nas variações mais intensas (>50 lux)<sup>(12)</sup>. Há registros de que a exposição do RNPT a ciclos claro-escuro potencializa alta precoce da UTIN, quando comparada à ausência deste cuidado<sup>(22)</sup>.

Os dados supramencionados podem ser explicados pelo fato de o nascimento prematuro afetar o ciclo circadiano, porque os sinais hormonais maternos deixam de sincronizar este sistema, o que pode afetar o recém-nascido<sup>(11)</sup>. Realizar o controle da iluminação no ambiente da UTIN é um grande desafio, à medida que a posição das incubadoras em relação às janelas geralmente é fixa, e as atividades de cuidado requerem luz forte a qualquer hora do dia. Além disso, há muitos fatores que carecem de ritmicidade estrita ou perturbam a ritmicidade fisiológica destes recém-nascidos na UTIN, incluindo a ausência de um ritmo claro de dia/noite na exposição à luz ambiental<sup>(16)</sup>.

Na maioria dos RNPTs nascidos entre 24 e 29 semanas de gestação, não foi observada ritmicidade circadiana na temperatura da pele e na frequência cardíaca até que atingissem 34 semanas de gestação<sup>(16)</sup>, o que pode estar associado ao efeito da iluminação artificial convencional na neuropsina, um receptor acoplado à proteína G sensível à luz, não ser ativada e, portanto, não regular adequadamente a temperatura corporal do recém-nascido<sup>(24)</sup>.

Quando a proteção contra a luz em sua incubadora é insuficiente, os RNPTs podem ser acordados pelas variações de luz, o que pode afetar seu estilo de sono. Quanto mais tempo o cérebro passa dormindo ao longo do desenvolvimento inicial e, posteriormente, especialmente um sono consistente e ininterrupto, maior será sua capacidade de maturação cerebral<sup>(25)</sup>.

Por isso, reduzir a luminosidade ambiental da UTIN desempenha papel crítico na minimização do estresse oxidativo no RNPT, o qual pode afetar sua saúde imediata e o neurodesenvolvimento a longo prazo<sup>(26)</sup>. Ciclos claro-escuro podem ser mais bem introduzidos em RNPTs com 26 a 32 semanas de idade gestacional<sup>(22,27)</sup>, quando os olhos começam a perceber a luz<sup>(27)</sup>.

Os benefícios deste tipo de iluminação são mais expressivos entre 32 e 34 semanas de idade gestacional, com níveis de luz entre 10 e 600 lux<sup>(28)</sup>. Estes ciclos podem não ser totalmente eficazes para RNPT com idade gestacional inferior a 30 semanas, pois não responderão adequadamente à luz, visto que seus fotorreceptores visuais ainda são imaturos e não funcionam de forma eficaz. A ritmicidade circadiana destes recém-nascidos em incubadora pode ser desenvolvida por meio da estimulação de sentidos não visuais, como o tato e a audição<sup>(27)</sup>.

Há evidências crescentes de que a introdução de ciclos claro-escuro na UTIN tem efeitos benéficos nos resultados clínicos em RNPT, em comparação aos expostos à luz constante ou quase escuridão constante<sup>(11)</sup>, sendo recomendada a manutenção do RNPT em escuridão quase completa até a 32ª semana de idade gestacional para promover o sono<sup>(28)</sup>, o que poderia contribuir com outros desfechos clínicos em longo prazo nos RNPTs incluídos nesta pesquisa, mesmo

que a amostra tenha sido de pequeno tamanho.

Nas unidades investigadas, utiliza-se luz contínua e intensa no ambiente. Dados de recente revisão sistemática com metanálise de dez ensaios clínicos randômicos evidenciam que o uso de luz cíclica diurna e/ou noturna reduz o período de hospitalização em 7,52 dias, comparado à luz intensa ou fraca<sup>(29)</sup>.

As evidências são incertas sobre o efeito da luz ciclada em comparação com a luz fraca ou quase escuridão na probabilidade de desenvolver retinopatia da prematuridade em qualquer estágio. Não há relato de deficiências graves no neurodesenvolvimento. A luz ciclada, em comparação com a luz fraca ou quase escuridão, pode ter efeito mínimo ou nenhum na duração da hospitalização inicial, mas a evidência é muito incerta. A luz intermitente, em comparação com a luz brilhante contínua, pode reduzir a duração da hospitalização inicial, mas a evidência é muito incerta<sup>(4)</sup>.

No entanto, a base biológica para esses efeitos e a relação com o desenvolvimento funcional e anatômico do sistema circadiano do RNPT não são totalmente compreendidas<sup>(11)</sup>, e o que requer mais investigações científicas.

Mesmo não sendo constatados efeitos estatisticamente significantes entre o nível de iluminância no interior da incubadora e os parâmetros clínicos investigados, os resultados alcançados fornecem conhecimento científico por meio de uma análise *post hoc*, e podem contribuir para apoiar a otimização do ambiente clínico da UTIN e adaptá-lo às necessidades e capacidades sensoriais dos RNPTs, com potenciais melhorias no seu neurodesenvolvimento<sup>(8)</sup>.

## Limitações do estudo

Esta pesquisa possui algumas limitações. A associação entre o nível de iluminância e os parâmetros clínicos foi estimada de forma secundária, por meio de uma análise *post hoc* e com este tipo de desenho de pesquisa há um risco maior de viés de seleção. Para evitar este viés, decidiu-se incluir os dados de todos os recém-nascidos do grupo controle. A ausência de significância estatística para a associação investigada

pode ser decorrente do pequeno tamanho amostral, amostra por conveniência, assim como das medidas ambientais utilizadas nas três unidades investigadas (redução da luminosidade ambiental e uso de manta sobre a cúpula da incubadora).

A associação pretendida na presente pesquisa não foi considerada no cálculo do tamanho amostral do ensaio clínico randômico, o que pode ter influenciado os resultados estatísticos. A incipiente publicação de conhecimentos relacionada ao objeto de pesquisa apresentado nesta produção científica dificultou a comparação dos achados desta pesquisa, visando refutá-los ou confirmá-los publicamente.

A avaliação dos sinais vitais durante quatro períodos do dia pode ter restringido e ocultado variações que ocorreram em momentos antes ou após a coleta dos sinais clínicos. A ausência de padronização na localização das lâmpadas das unidades e das incubadoras dificultou a avaliação precisa dos efeitos da iluminância no interior destes artefatos nos parâmetros clínicos do RNPT, o que pode ser considerado em pesquisas futuras.

## Contribuições para a prática

Os dados são relevantes para a clínica na medida em que os valores de iluminância registrados nesta pesquisa foram elevados nos três principais horários de manipulação dos RNPTs em UTIN, o que demanda maior visibilidade do mesmo e utilização da luz ambiente. Também podem demandar a utilização de intervenções que possam reduzi-los a fim de mitigar outros prováveis efeitos clínicos nestes recém-nascidos.

## Conclusão

Registra-se elevados níveis de iluminância no interior de incubadoras contendo recém-nascidos prematuros em unidades de terapia intensiva neonatal, contudo, mesmo descritivamente tendo sido identificadas alterações nos parâmetros clínicos frequência cardíaca e respiratória, pressão arterial sistólica e diastólica, saturação de oxigênio e temperatura corpórea nos

horários de maior pico (6h00, 12h00 e 18h00), estas diferenças não foram estatisticamente significantes.

## Agradecimentos

A Universidade Estadual de Feira de Santana (Edital FINAPESQ 2024), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Chamada Universal CNPq/MCTI/FNDCT N° 18/2021, n° do Processo: 407771/2021-2, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia por meio de bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica.

## Contribuição dos autores

Concepção e projeto ou análise e interpretação dos dados: **Carmo MDJ, Santos LM, Silva BSM, Marcatto JO, Pereira JS, Camargo MC.** Redação do manuscrito ou revisão crítica relevante do conteúdo intelectual: **Carmo MDJ, Santos LM, Mascarenhas LTS.** Aprovação final da versão a ser publicada: **Santos LM, Silva BSM, Marcatto JO, Camargo MC.** Concordância em ser responsável por todos os aspectos do manuscrito relacionados à precisão ou integridade de qualquer parte sejam investigadas e resolvidas adequadamente: **Carmo MDJ, Santos LM, Silva BSM, Marcatto JO, Mascarenhas LTS, Pereira JS, Camargo MC.**

## Disponibilidade de dados

Os autores declaram que os dados estão disponíveis de forma completa no corpo do artigo.

## Referências

1. World Health Organization. Preterm birth [Internet]. 2022 [cited Feb 26, 2026]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
2. Firmino C, Rodrigues M, Franco S, Ferreira J, Simões AR, Castro C, et al. Nursing interventions that promote sleep in preterm newborns in the neonatal intensive care units: an integrative review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(17):10953. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph191710953>
3. Malin KJ, Gondwe KW, Fial AV, Moore R, Conley Y, White-Traut R, et al. Scoping review of early toxic stress and epigenetic alterations in the neonatal intensive care unit. *Nurs Res*. 2023;72(3):218-28. doi: <http://doi.org/10.1097/nnr.0000000000000652>
4. Morag I, Xiao YT, Bruschetti M. Cycled light in the intensive care unit for preterm and low birth weight infants. *Database Syst Rev*. 2024;12:CD006982. doi: <https://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd006982.pub5>
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior [Internet]. 2013 [cited Feb 26, 2026]. Available from: [https://ce-aratransparente.ce.gov.br/attachments/6655554e059b404fbb282b4ebbe9e5403fdf012b/store/6642a0e65d7966201d69538b2b89c015bbdc3d1da07609cba71a400ff924/nbriso\\_cie8995-1.pdf](https://ce-aratransparente.ce.gov.br/attachments/6655554e059b404fbb282b4ebbe9e5403fdf012b/store/6642a0e65d7966201d69538b2b89c015bbdc3d1da07609cba71a400ff924/nbriso_cie8995-1.pdf)
6. Oh RS, Orsi KC, Pinheiro EM, Santos LM, Avelar AF. Lighting level in Neonatal Units according to environment and furniture management. *Acta Paul Enferm*. 2022;35:eAPE02517. doi: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022ao02517>
7. Cheong JL, Burnett AC, Treyvaud K, Spittle AJ. Early environment and long-term outcomes of preterm infants. *J Neural Transm (Vienna)*. 2020;127(1):1-8. doi: <https://dx.doi.org/10.1007/s00702-019-02121-w>
8. Marchal A, Melchior M, Dufour A, Poisbeau P, Zores C, Kuhn P. Pain behavioural response to acoustic and light environmental changes in very preterm infants. *Children*. 2021;8(12):1081. doi: <https://doi.org/10.3390/children8121081>
9. Zhang X, Spear E, Hsu HH, Gennings C, Stroustrup A. NICU-based stress response and preterm infant neurobehavior: exploring the critical windows for exposure. *Pediatr Res*. 2022;92(5):1470-8. doi: <https://doi.org/10.1038/s41390-022-01983-3>
10. Tir S, Foster RG, Peirson SN. Evaluation of the Digital Ventilated Cage® system for circadian phenotyping. *Sci Rep*. 2025;15(1):3674. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87530-6>
11. Hazelhoff EM, Dudink J, Meijer JH, Kervezee L. Beginning to see the light: lessons learned from the development of the circadian system for optimizing light conditions in the Neonatal Intensive Care Unit. *Front Neurosci*. 2021;15:634034. doi: <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.634034>

12. Zores C, Dufour A, Pebayle T, Langlet C, Astruc D, Kuhn P. Very preterm infants can detect small variations in light levels in incubators. *Acta Paediatr.* 2015;104(10):1005-11. doi: <https://dx.doi.org/10.1111/apa.13085>
13. Neukamm AC, Quante M, Poets CF, Shellhaas RA, Austin T, Boylan GB, et al. The impact of sleep in high-risk infants. *Pediatr Res.* 2025;98(6):2073-81. doi: <http://doi.org/10.1038/s41390-025-04049-2>
14. Lee YH, Malakooti N, Lotas M. A Comparison of the light- reduction capacity of commonly used incubator covers. *Neonatal Netw.* 2005;24(2):37-44. doi: <https://doi.org/10.1891/0730-0832.24.2.37>
15. Rocha AD, Sá PM, Reis DB, Costa AC. "Horário do Soninho": uma estratégia para reduzir os níveis de pressão sonora em uma unidade de terapia intensiva neonatal. *Enferm Foco.* 2020;11(1):114-7. doi: <http://doi.org/10.21675/2357-707x.2020.v11.n1.2698>
16. Van der Linden IA, Hazelhoff EM, Groot ER, Vijlbrief DC, Schlangen LJ, Kort YA, et al. Characterizing light-dark cycles in the Neonatal Intensive Care Unit: a retrospective observational study. *Front Physiol.* 2023;14:1217660. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1217660>
17. The MathWorks Inc. ThingSpeak for IoT: Projects data collection in the cloud with advanced data analysis using MATLAB [Internet]. 2026 [cited Feb 26, 2026]. Available from: <https://thingspeak.mathworks.com>
18. The MathWorks Inc. MathWorks - Maker of MATLAB and Simulink - MATLAB & Simulink [Internet]. 2026 [cited Feb 26, 2026]. Available from: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
19. Maki MT, Orsi KC, Tsunemi MH, Hallinan MP, Pinaireiro EM, Avelar AF. The effects of handling on the sleep of preterm infants. *Acta Paul Enferm.* 2017;30(5):489-96. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201700071>
20. Aita M, Robins S, Charbonneau L, Doray-Demers P, Feeley N. Comparing light and noise levels before and after a NICU change of design. *J Perinatol.* 2021;41(9):2235-43. doi: <https://dx.doi.org/10.1038/s41372-021-01007-8>
21. Correia LC, Bagano GO, Melo MH. Should we retire statistical significance? *BrJP.* 2020;3(4):299-300. doi: <http://doi.org/10.5935/2595-0118.20200199>
22. Olgun AB, Yüksel D, Yardımcı F. The effect of a light-dark cycle on premature infants in the Neonatal Intensive Care Unit: a randomized controlled study. *J Pediatr Nurs.* 2024;77:e343-e349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2024.04.050>
23. Çetin K, Ekici B. The effect of incubator cover on newborn vital signs: the design of repeated measurements in two separate groups with no control group. *Children.* 2023;10(7):1224. doi: <https://doi.org/10.3390/children10071224>
24. Greenberg JM, Gruner KA, Rodney L, Struve JN, Kang D, Cao Y, et al. Biologically aware lighting for newborn intensive care. *J Perinatol.* 2023;43(Suppl 1):49-54. doi: <http://doi.org/10.1038/s41372-023-01816-z>
25. Riggins T, Ratliff EL, Horger MN, Spencer RMC. The importance of sleep for the developing brain. *Curr Sleep Med Rep.* 2024;10(4):437-46. doi: <https://doi.org/10.1007/s40675-024-00307-7>
26. Jiang Q, Wen J, Ding Y, Cui H. From vulnerability to resilience: unraveling the role of oxidative stress in preterm brain injury. *Ital J Pediatr.* 2025;51(1):232. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/10.1186/s13052-025-02079-4>
27. Arimitsu T, Fukutomi R, Kumagai M, Shibuma H, Yamanishi Y, Takahashi KI, et al. Designing artificial circadian environments with multisensory cares for supporting preterm infants' growth in NICUs. *Front Neurosci.* 2023;17:1152959. doi: <https://doi.org/10.3390/10.3389/fnins.2023.1152959>
28. Harvey E. Review of cycled lighting's effect on premature infants' circadian rhythm development and clinical outcomes based on gestational age. *Adv Neonatal Care.* 2025;25(3):259-69. doi: <https://doi.org/10.3390/10.1097/ANC.0000000000001258>
29. Ho CL. Effects on weight gain and length of hospital stay of day and night-cycled light exposure in premature infants: a meta-analysis. *J Nurs Res.* 2025;33(5):e416. doi: <https://dx.doi.org/10.3390/10.1097/jnr.0000000000000700>



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons