

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

LÍVIA FEITOSA ALVES
STEPHANIE BENTO CATUNDA

IRRADIÂNCIA DOS APARELHOS DE FOTOTERAPIA EM UMA MATERNIDADE
DE JOÃO PESSOA

CAMPINA GRANDE

2018

Lívia Feitosa Alves

Stephanie Bento Catunda

IRRADIÂNCIA DOS APARELHOS DE FOTOTERAPIA EM UMA MATERNIDADE
DE JOÃO PESSOA

Trabalho de conclusão de curso de Medicina
apresentado a Universidade Federal de
Campina Grande como requisito para
obtenção do título de Médica

Orientadora: Waldeneide Fernandes de
Azevedo

CAMPINA GRANDE

2018

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do HUAC - UFCG

A474i

Alves, Livia Feitosa.

Irradiância dos aparelhos de fototerapia em uma Maternidade de João Pessoa / Livia Feitosa Alves, Stephanie Bento Catunda – Campina Grande, 2018.

33f.; il; tab.

Monografia (Graduação em Medicina) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Unidade Acadêmica de Ciências Médicas, Curso de Medicina, Campina Grande, 2018.

Orientadora: Waldeneide Fernandes de Azevedo, Me.

1.Icterícia. 2.Fototerapia. 3.Icterícia neonatal. I.Catunda, Stephanie Bento. II.Título.

BSHUAC/CCBS/UFCG

CDU 612.648:615.831(043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

ANEXO VI

Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso de Medicina da UAMED/CCBS/UFCG

Às 8 horas do dia 09/08/2018, nas dependências do Hospital Universitário Alcides Carneiro, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, realizou-se a defesa do TCC intitulado: Incidência dos Apêndices do polímero em uma malha de tecido

de autoria dos discentes:

Isadora Tereza Alves
Stephanie Bento Almeida

sendo orientado(s) por:

Walciana Fernandes

e coorientado por:

Estiveram presentes os seguintes componentes da Banca Examinadora:

Mônica Lúcia Rodrigues
Mônica Carolina Miranda

Iniciados os trabalhos, o Presidente da Banca Examinadora sorteou o aluno:

Stephanie Bento Almeida e o aluno Isadora Tereza Alves passando a palavra ao mesmo para iniciar a apresentação, que teve 30 minutos para fazê-lo. A apresentação durou 27 minutos, após a qual foi iniciada a discussão e arguição pela Banca Examinadora. A seguir, os discentes retiraram-se da sala para que fosse atribuída a nota. Como resultado, a Banca resolveu aprovar o trabalho, conferindo a nota final de 4,0. Não havendo mais nada a tratar, deu-se por encerrada a sessão e lavrada a presente ata que vai assinada por quem de direito.

Campina Grande, 09/08/2018

Orientador

Walciana Tereza de Azevedo

Titular 1

Mônica Lúcia Rodrigues

Titular 2

Mônica Carolina Miranda

Suplente

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Av. Juvêncio Arruda 795 - Bodocongó - Campina Grande - Paraíba - CEP 58109-790

Resumo

INTRODUÇÃO: A fototerapia tem sido a conduta universalmente mais difundida para o tratamento da icterícia neonatal. O correto manejo, bem como aparelhos e lâmpadas adequadas com contínuo monitoramento de suas irradiâncias, são de fundamental importância para que a fototerapia seja eficaz no tratamento da doença, reduzindo o tempo de internamento e o risco de dano cerebral. **OBJETIVO:** Avaliar a eficácia dos aparelhos de fototerapia utilizados em recém-nascidos no Instituto Cândida Vargas (ICV) através da medição padronizada da irradiância. **METODOLOGIA:** Trata-se de um estudo transversal com caráter descritivo e abordagem quantitativa. A amostra foi composta por todos os aparelhos de fototerapia disponíveis no serviço, totalizando 17. Para aferição foi utilizado um fotodosímetro modelo THOR Multitester 3620, calibrado diretamente em microwatts por centímetros ao quadrado por nanômetros ($\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$). Os dados foram tabulados em planilha Excel e analisados descritivamente. **RESULTADO:** Foram analisados 17 aparelhos de fototerapia, sendo 16 Bilispot® e 1 Biliberço®. A irradiância média dos aparelhos foi de $2,95 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm} \pm 1,42$. Os aparelhos do tipo Bilispot® apresentaram uma variação de 0,97 a $5,32 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$, média de $2,77 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$; o Biliberço® apresentou a maior irradiância entre todos os aparelhos analisados, com um valor de $5,87 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Apenas 17,64% dos aparelhos apresentaram uma irradiância maior que $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. **CONCLUSÃO:** A maioria dos aparelhos estavam com irradiância inferior ao mínimo considerado terapêutico, tornando evidente a necessidade de uma maior eficácia na manutenção dos aparelhos de fototerapia.

Palavras-chave: Icterícia; Fototerapia; icterícia neonatal

Abstract

INTRODUCTION: Phototherapy has been universally most widely used way to treat neonatal jaundice, and the correct management, as well as adequate devices and lamps with continuous monitoring of their irradiances, are of fundamental importance for effective phototherapy in the treatment of jaundice, reducing the length of hospitalization and the risk of brain damage. **OBJECTIVE:** Evaluate the effectiveness of phototherapy devices used in newborns at Instituto Cândida Vargas (ICV) through the standardized measurement of the irradiance. **STUDY DESIGN:** This is a descriptive cross-sectional study with a quantitative approach. To measure the 17 phototherapy devices, a THOR Multitester 3620 photodosimeter was used, calibrated directly in microwatts per square centimeters per nanometer ($\mu\text{W} / \text{cm}^2 / \text{nm}$). **RESULTS:** 17 phototherapy devices, 16 Bilispot® and 1 Biliberço®, were analyzed. The mean irradiance of the devices was $2.95 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm} \pm 1.42$. The Bilispot®-type devices presented a variation of 0.97 to $5.32 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$, average of $2.77 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$; Biliberço® presented the highest irradiance among all analyzed devices, with a value of $5.87 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Only 17.64% of the devices had an irradiance greater than $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. **CONCLUSION:** The majority of the devices had irradiance below the minimum considered therapeutic, making evident the need for a greater efficiency in the maintenance of phototherapy devices.

Keywords: Jaundice; Phototherapy; neonatal jaundice

Sumário

1. Introdução	6
2. Objetivos	7
2.1. Objetivo Geral:	7
2.2. Objetivos específicos:	8
3. Justificativa	8
4. Revisão Bibliográfica	9
5. Metodologia	18
5.1 Delineamento do Estudo	18
5.2 Coleta de Dados	19
5.3 Análise de dados	21
6. Resultados	21
7. Discussão	24
8. Conclusão	27
Referências	28
Anexo A	32

1. Introdução

A icterícia é uma das manifestações clínicas mais frequentes no período neonatal, sendo designada como a coloração amarelada da pele e/ou conjuntivas. Quase todos os recém-nascidos apresentam valores de bilirrubina na circulação superior a 1mg/dl, quando este valor atinge 5mg/dl torna-se visível na avaliação clínica. Na primeira semana de vida é observada em aproximadamente 60% a 80% dos recém-nascidos. (NELSON, 2013)

Na maioria das vezes em que ocorre, representa um fenômeno fisiológico transitório, que reflete a adaptação neonatal ao metabolismo da bilirrubina, não requerendo intervenção terapêutica. Por outras vezes, decorre de um processo patológico podendo alcançar concentrações elevadas e ser lesiva ao cérebro, instalando-se um quadro de encefalopatia bilirrubínica. (ALMEIDA, 2012)

Considerando a toxicidade potencialmente irreversível da bilirrubina no sistema nervoso central (kernicterus), os recém-nascidos devem ser avaliados para que sejam identificados aqueles que necessitam de tratamento. Atualmente, as formas de terapia para controle da hiperbilirrubinemia sérica, no período neonatal, mais utilizadas incluem a fototerapia e a exsanguineotransfusão. (SILVA, 2009)

Desde a década de 1950, a fototerapia tem sido a terapia de escolha, por ser um método não invasivo e de alto impacto para a diminuição dos níveis de bilirrubina plasmática, independente da maturidade do neonato, da presença ou não de hemólise ou do grau de pigmentação cutânea. Desde a descoberta da fototerapia, não só as indicações para seu uso mudaram consideravelmente como novos e mais eficazes modelos foram introduzidos no mercado. (FERREIRA, 2009)

A fototerapia tem reduzido a necessidade de exsanguineotransfusão e melhorado o desfecho/resultado do neurodesenvolvimento nos recém-nascidos com icterícia causada pela hiperbilirrubinemia. (BORDEN, 2018)

O mecanismo de ação da fototerapia é a utilização de energia luminosa na transformação da bilirrubina em produtos mais hidrossolúveis. A superfície corporal

exposta à luz e a intensidade da irradiância emitida pelo aparelho de fototerapia, em associação com o comprimento de onda, são os principais fatores que interferem na eficácia da terapia. Esta eficácia é ainda influenciada pelo peso de nascimento, idade gestacional e idade pós-natal. (TAN, 1996)

A irradiância é medida com um radiômetro e é geralmente expressa em termos de microwatts por centímetro quadrado por nanômetro em uma determinada faixa de comprimento de onda, geralmente de 400 a 520 nm. A irradiância não é determinada apenas pela intensidade da fonte de luz, mas também pela distância entre a fonte de luz e a pele a ser tratada. (BORDEN, 2018)

As recomendações atuais da Academia Americana de Pediatria (AAP) para fototerapia afirmam que um dispositivo convencional deve fornecer uma irradiância espectral de 8–10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ na largura de banda de 430–490 nm, e a fototerapia intensiva deve ter um irradiância espectral de pelo menos 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ na mesma largura de banda, fornecida ao maior número possível de área corporal da criança.

Nos últimos 20 anos, vários estudos avaliaram a irradiância de dispositivos de fototerapia. Vários deles demonstraram que em países subdesenvolvidos os dispositivos de fototerapia são utilizados de forma subterapêutica. (BORDEN, 2018)

São fatores responsáveis pela fototerapia de baixa efetividade: a não substituição das lâmpadas, a distância muito grande entre as lâmpadas e o recém-nascido, a falta de radiômetros para a correta medição da efetividade da luz e o desconhecimento sobre os critérios técnicos adequados para o uso da tecnologia.

Para o melhor tratamento da icterícia, além da importância do diagnóstico precoce, é preciso também a monitorização da irradiância das lâmpadas dos aparelhos de fototerapia para que estejam adequadas para a terapêutica.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral:

- Avaliar a eficácia dos aparelhos de fototerapia utilizados em recém-nascidos no Instituto Cândida Vargas (ICV) através da medição padronizada da irradiância.

2.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar os tipos de aparelhos de fototerapia existentes e a sua manutenção;
- Identificar os tipos de lâmpadas utilizadas;
- Medir de forma padronizada a irradiância de todos os aparelhos disponíveis no ICV.

3. Justificativa

Mais de 60% dos recém-nascidos a termo desenvolvem icterícia durante os primeiros dias de vida, sendo a maior parte benigna e reversível.

A hiperbilirrubinemia neonatal acontece quando há desequilíbrio entre a produção e a eliminação da bilirrubina. Embora a bilirrubina possa ter um papel fisiológico, as elevações da bilirrubina não conjugada são potencialmente neurotóxicas e podem gerar encefalopatia bilirrubínica e Kernicterus.

A fototerapia constitui a terapia de escolha para os recém-nascidos com hiperbilirrubinemia. A eficácia da terapêutica depende da intensidade da irradiância e do comprimento de onda, assim como da área da superfície corporal em exposição. Por isso, torna-se de extrema importância avaliar e garantir a correta aplicação dessas variáveis para a otimização da terapêutica e o encurtamento do período de internação dos neonatos.

4. Revisão Bibliográfica

O termo "icterícia" é usado para descrever a coloração da pele e da esclera devido ao acúmulo excessivo de bilirrubina na pele e nas membranas mucosas. A icterícia em si não é uma doença, mas um sintoma ou sinal de uma doença (BRITS et al., 2018).

A bilirrubina é um produto de degradação do heme presente, principalmente, nos eritrócitos. Os eritrócitos velhos são apreendidos pelo sistema retículo endotelial e a hemoglobina vai sofrer transformação até o estágio de bilirrubina. Quando a bilirrubina é liberada para corrente sanguínea, por ser lipossolúvel, liga-se a albumina para ser carregada até o fígado e nele ser captada pela membrana do hepatócito. A bilirrubina é normalmente removida do organismo por conjugação hepática com ácido glicurônico e eliminação na bile na forma de glicuronídeos de bilirrubina (KAPLAN; HAMMERMAN; MAISELS, 2003).

A icterícia neonatal deriva de uma deficiência transitória de conjugação combinada com um aumento do *turn over* dos eritrócitos. Condições patológicas que podem aumentar a produção de bilirrubina incluem isoimunização, distúrbios hemolíticos hereditários e sangue extravasado (por exemplo, hematomas e cefalematomas). Os distúrbios genéticos da conjugação da bilirrubina, particularmente a síndrome de Gilbert, também podem contribuir para a hiperbilirrubinemia neonatal (KAPLAN; HAMMERMAN; MAISELS, 2003). Contudo, no recém-nascido, a flora intestinal está ausente até em torno da primeira semana de vida e a beta glicuronidase está presente de forma ativa, aumentando a quantidade de bilirrubina indireta que será reabsorvida (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

O maior grupo de bebês saudáveis em maior risco de hiperbilirrubinemia são os prematuros tardios e aqueles que são exclusivamente amamentados. A amamentação e a má ingestão calórica associada às dificuldades da amamentação são consideradas causadoras de um aumento na circulação entero-hepática da bilirrubina (GARTNER, 2001).

Mais de 60% dos recém-nascidos a termo desenvolvem icterícia durante os primeiros dias de vida. Uma grande parcela das causas da hiperbilirrubinemia em recém-nascidos a termo é benigna e reversível (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

Embora a maioria dos recém-nascidos com icterícia seja saudável, eles precisam ser monitorados porque a bilirrubina não conjugada pode penetrar na barreira hematoencefálica, sendo potencialmente tóxica para o sistema nervoso central. Níveis suficientemente elevados de bilirrubina podem levar à encefalopatia bilirrubínica e ao kernicterus, com desvantagens devastadoras e permanentes do desenvolvimento neurológico (OKWUNDU et al, 2017).

A encefalopatia aguda por bilirrubina consiste em letargia e hipotonia iniciais, seguidas por hipertonia (retrocólise e opistótono), irritabilidade, apneia e convulsões. Já o Kernicterus refere-se à coloração amarela dos núcleos profundos do cérebro, ou seja, os gânglios da base (globus pallidus). No entanto, o termo também é usado para descrever a forma crônica da encefalopatia por bilirrubina, que inclui sintomas como paralisia cerebral atetóide, perda auditiva, falha do olhar para cima e displasia do esmalte dentário (WOODGATE; JARDINE, 2015).

O nível no qual a bilirrubina não conjugada se torna neurotóxica não é claro, e o kernicterus na autópsia foi relatado em lactentes na ausência de níveis marcadamente elevados de bilirrubina. Relatos sugerem um ressurgimento do kernicterus em países nos quais essa complicação praticamente desapareceu. Isso tem sido atribuído principalmente à alta precoce de recém-nascidos no hospital (WOODGATE; JARDINE, 2015).

Estudos de países desenvolvidos estimam que a incidência de kernicterus varia de cerca de 0,4 a 2 por 100 000. No entanto, estudos de países em desenvolvimento sugerem que a incidência pode ser muito maior (OKWUNDU et al, 2017).

A hiperbilirrubinemia significativa é definida como concentrações plasmáticas de bilirrubina total na zona de alto risco (\geq percentil 95), conforme definido pelo nomograma Bhutani específico da idade (PEETERSL et al, 2016). O nomograma de Buthani relaciona a bilirrubina sérica contra o tempo (horas) para cada bebê. O principal objetivo do nomograma é fornecer um método simples e preciso para quantificar o risco de que um recém-nascido desenvolva hiperbilirrubinemia nas zonas de alto risco para o qual as intervenções e as

recomendações para acompanhamento vigilante são indicadas (BHUTANI, VILMS, HAMERMAN-JOHNSON, 2010).

Os tratamentos atuais para hiperbilirrubinemia incluem fototerapia e exsanguinotransfusão, que geralmente são usados para casos graves de hiperbilirrubinemia. Desde a década de 1950, a fototerapia tem sido a terapia de escolha para os recém-nascidos com hiperbilirrubinemia indireta (SILVA, 2009).

Os nativos americanos notaram, há muitas décadas, que a luz solar diminuía a intensidade da coloração amarelada encontrada na pele de alguns recém-nascidos. Em 1956, a Irmã J. Ward, enfermeira encarregada pelos cuidados da unidade de bebês prematuros do Rochford General Hospital em Essex, Inglaterra, mostrou a um grupo de pediatras um bebê prematuro icterico, que parecia amarelo-pálido exceto em uma área triangular onde o amarelo era mais intenso que no resto do corpo. Aparentemente, esta parte era coberta por uma ponta de lençol (COLVERO; FIORI; COLVERO, 2005).

Poucas semanas depois, na mesma enfermaria, um frasco de sangue foi deixado exposto à luz solar durante algumas horas e notou-se que o nível de bilirrubina caiu 10 mg/dL, confirmando a ideia de que a luz visível pode afetar os níveis de bilirrubina. Foi então que nasceu a ideia de utilizar a fototerapia como ferramenta clínica. A utilização da fototerapia como tratamento da hiperbilirrubinemia foi proposta pela primeira vez em 1958 por Cremer. Desde então diversos progressos e novas técnicas de fototerapia foram propostas (COLVERO; FIORI; COLVERO, 2005).

Embora a fototerapia seja eficaz no tratamento da hiperbilirrubinemia, a exsanguinotransfusão é ocasionalmente indicada. A exsanguinotransfusão deve ser realizada em bebês com níveis de bilirrubina sérica na faixa indicada pelo nomograma, com níveis de 25 mg/dL (427,6 $\mu\text{mol/L}$) ou maiores, e com icterícia e sinais de encefalopatia aguda por bilirrubina (STANLEY et al, 2004).

Mortalidade dentro de seis horas de transfusão de sangue em recém-nascidos a termo sem hemólise é de três ou quatro por mil bebês. Cerca de 5% dos bebês submetidos à exsanguinotransfusão apresentam complicações cardiorrespiratórias ou desequilíbrios metabólicos (MAISELS et al., 2009).

O objetivo da terapia é diminuir a concentração de bilirrubina circulante ou impedi-la de aumentar. A fototerapia consegue isso usando a energia da luz para alterar a forma e a estrutura da bilirrubina, convertendo-a em moléculas que podem ser excretadas mesmo quando a conjugação normal é deficiente (WOODGATE; JARDINE, 2015).

A absorção de luz pela bilirrubina dérmica e subcutânea induz uma fração do pigmento para sofrer várias reações fotoquímicas que ocorrem em taxas muito diferentes. Essas reações geram estereoisômeros amarelos de bilirrubina e derivados incolores de menor peso molecular. Os produtos são menos lipofílicos do que a bilirrubina e, ao contrário da bilirrubina, podem ser excretados na bile ou na urina sem a necessidade de conjugação (LIGHTNER; MCDONAGH, 1984).

As contribuições relativas das várias reações à eliminação total de bilirrubina são desconhecidas, embora estudos *in vitro* e *in vivo* sugiram que a fotoisomerização seja mais importante que a fotodegradação. A eliminação da bilirrubina depende das taxas de formação e das taxas de depuração dos fotoprodutos. A fotoisomerização ocorre rapidamente durante a fototerapia e os isômeros aparecem no sangue muito antes que o nível de bilirrubina plasmática comece a diminuir (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

A bilirrubina absorve a luz mais fortemente na região azul do espectro próximo a 460nm, uma região na qual a penetração do tecido pela luz aumenta acentuadamente com o aumento do comprimento de onda. A taxa de formação de fotoprodutos de bilirrubina é altamente dependente da intensidade e dos comprimentos de onda da luz utilizada - apenas os comprimentos de onda que penetram no tecido e são absorvidos pela bilirrubina têm um efeito fototerapêutico (SEIDMAN et al, 2003).

O espectro de luz emitido por uma unidade de fototerapia é determinado pelo tipo de fonte de luz e pelos filtros utilizados. As unidades de fototerapia comumente usadas contêm tubos fluorescentes diurnos, brancos frios, azuis ou “azuis especiais”. Outras unidades utilizam lâmpadas de halogéneo de tungstênio em diferentes configurações, quer em posição livre quer como parte de um dispositivo de aquecimento radiante (STANLEY et al, 2004).

Há algum tempo foi introduzido um sistema que usa diodos emissores de luz (LED) de nitreto de gálio de alta intensidade (SEIDMAN et al., 2000). Os sistemas de fibra ótica fornecem luz de uma lâmpada de alta intensidade para uma manta de fibra ótica. A maioria desses dispositivos fornece saída suficiente na região azul-verde do espectro visível para ser eficaz no uso de fototerapia padrão (ENNEVER, 1990).

As vantagens da lâmpada de LED em comparação com os outros tipos são dispensar o uso de filtros para radiações indesejáveis; emissão de luz no espectro desejado; meia-vida longa (maior que qualquer outra fonte de luz); maior durabilidade (não há filamento para queimar); resistente à vibração e choques; menor tamanho; menor consumo de energia; e praticamente não gera calor (MARTINS et al., 2007).

No entanto, quando os níveis de bilirrubina se aproximam do intervalo no qual a fototerapia intensiva é recomendada, a eficiência máxima deve ser buscada. As fontes de luz mais eficazes atualmente comercialmente disponíveis para fototerapia são aquelas que usam tubos fluorescentes azuis especiais ou diodo emissor de luz (LED) especialmente (SEIDMAN et al., 2000).

É importante notar que tubos azuis especiais fornecem uma irradiância muito maior do que os tubos azuis regulares, uma vez que fornecem luz predominantemente no espectro azul-verde. Nesses comprimentos de onda, a luz penetra bem na pele e é absorvida maximamente pela bilirrubina (ENNEVER, 1990). Levando em conta esses fatores, as lâmpadas com saída predominantemente na região azul do espectro de 460 a 490nm provavelmente são as mais efetivas no tratamento da hiperbilirrubinemia (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

A eficácia da fototerapia depende, principalmente, da intensidade e do comprimento de onda da luz e da proporção de área de superfície corporal exposta à luz (SILVA, 2009).

A medida da irradiância pode ser realizada de forma satisfatória através dos radiômetros para fototerapia. Entende-se por irradiância a quantidade de energia

que incide em uma determinada superfície, por unidade de área da mesma (FACCHINI, 2001).

Não existe consenso a respeito dos valores que definiriam um aparelho de fototerapia como eficiente quanto à sua irradiância, variando desde níveis baixos como 4 a 6 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ até valores extremos de 60 a 80 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. O ideal seria manter a irradiância o mais próximo possível dos valores máximos para que os tratamentos sejam eficientes e rápidos (LEITE; CASTRO, 2014).

Uma fototerapia efetiva requer uma irradiância mínima, o qual para a fototerapia padrão é em torno de 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ e para fototerapia intensiva é maior que 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Vários estudos mostraram a relação entre dose-resposta entre a irradiância e a redução dos níveis de bilirrubina. Vandborg et al. demonstrou uma relação positiva entre irradiância e redução dos níveis de bilirrubina: quando a irradiância aumenta de 22 para 55 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$, a redução em 24 horas nos níveis de bilirrubina cai de 30% para 50% (HULZEBOS et al., 2017).

A dose e a eficácia da fototerapia são afetadas pelo tipo de fonte de luz. As unidades de fototerapia comumente usadas contêm tubos fluorescentes de luz do dia, branco ou azul. No entanto, quando os níveis séricos de bilirrubina total se aproximam do intervalo no qual a fototerapia intensiva é recomendada, é particularmente importante usar lâmpadas com emissão azul pelas razões descritas acima (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

A dose e eficácia da fototerapia também são afetadas pela distância da criança à luz e a área de pele exposta, daí a necessidade de uma fonte de luz abaixo da criança para fototerapia intensiva. A folha de alumínio ou o pano branco colocado em cada lado da criança para refletir a luz também melhorará a eficácia da fototerapia. Como a luz pode ser tóxica para a retina imatura, os olhos da criança devem sempre ser protegidos das manchas oculares opacas (WOODGATE; JARDINE, 2015).

A fototerapia simples é o método mais comumente utilizado e, quando os níveis de bilirrubina se aproximam do limiar para exsanguinotransfusão, a fototerapia intensiva é indicada. Para tanto, aumenta-se a área de superfície

corporal do recém-nascido exposta à luz, assim como a intensidade da fototerapia com o uso de painéis laterais, objetos refletores e colchão de fibra óptica. Dentre esses materiais, um segundo painel lateral, também chamado fototerapia dupla, é utilizado com frequência (SILVA et al, 2009).

As fototerapias convencionais são alimentadas por banco de lâmpadas fluorescentes contendo 4 a 10 unidades de 20 Watts. Quando posicionados 20 cm acima do lactente, as unidades de fototerapia convencional ou padrão deveriam fornecer uma irradiância espectral (medida no nível da criança) de 8 a 10 μW por centímetro quadrado por nanômetro na faixa de 430 a 490 nm, enquanto lâmpadas fluorescentes azuis especiais fornecerão 30 a 40 μW por centímetro quadrado por nanômetro (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

O Biliberço® é um equipamento no qual há 7 lâmpadas fluorescentes colocadas abaixo do berço de acrílico 7cm abaixo do RN, existem superfícies refletoras colocadas superiormente e nas paredes laterais do berço. Sua irradiância varia de 15–20mW/cm²/nm com lâmpadas brancas a $\geq 30\text{mW/cm}^2/\text{nm}$ com lâmpadas azuis especiais (FANEM, 2009).

O Bilispot® emprega uma lâmpada halógena para gerar energia radiante. Possui uma lente Fresnel, que filtra raios ultravioletas lesivos a pele, e um filtro anticalórico, que tem a função de filtrar raios infravermelhos, que produzem aquecimento, na sua porção frontal para direcionar as ondas luminosas. Quando corretamente colocadas, a 50cm de uma superfície plana, o círculo luminoso mede exatamente 15cm de diâmetro e tem bordos precisos. Segundo o fabricante, a esta distância de 50 cm da fonte de luz é gerada uma irradiância mínima de 18 $\mu\text{W/cm}^2/\text{nm}$ no ponto mais central do foco luminoso. A energia irradiada por esses aparelhos cai rapidamente da parte central para a periferia do fecho (FANEM, 2009).

O Biliblanket® é uma manta de fibra óptica que utiliza uma lâmpada halógena (400–550nm). A energia após filtragem adequada é conduzida através de feixes de fibra óptica. Indicado para fototerapia em incubadora em conjunto com a fototerapia superior para aumentar a superfície corpórea exposta à luz (FANEM,2009).

O Bilitron® é um spot com focos de super LED contendo 5 conjuntos de lâmpadas LED com espectro azul e possui a possibilidade de controle da irradiância do aparelho. O Bilitron bed® é um berço que tem o mesmo mecanismo de luz irradiada do Bilitron®, porém o foco inferior contendo 17 conjuntos de lâmpadas dispostas 7 cm abaixo do RN (FANEM, 2009).

O impacto clínico da fototerapia pode ser evidente em 4-6 horas após o início da fototerapia com um decréscimo de mais de 2mg/dL (34 µmol/L) na concentração sérica de bilirrubina. Quando os níveis de bilirrubina são extremamente elevados (mais de 30 mg/dL [513 µmol/L]) e é utilizada fototerapia intensiva, pode ocorrer um decréscimo de 10 mg/dL (171 µmol/L) dentro de algumas horas, e uma diminuição de pelo menos 0,5 a 1 mg/dL por hora pode ser esperada nas primeiras 4 a 8 horas (BHUTANI, 2011).

Em média, para crianças com mais de 35 semanas de gestação readmitidas para fototerapia, a fototerapia intensiva pode produzir um decréscimo de 30% a 40% no nível inicial de bilirrubina em 24 horas após o início da fototerapia. O declínio mais significativo ocorrerá nas primeiras 4 a 6 horas. Com sistema de fototerapia padrão, uma diminuição de 6% a 20% do nível inicial de bilirrubina pode ser esperada nas 24hs (STANLEY et al, 2004).

Embora não existam padrões firmes para descontinuar o tratamento, a fototerapia pode ser interrompida com segurança em bebês tratados durante a hospitalização quando a bilirrubina sérica total cai abaixo do nível em que a fototerapia foi iniciada (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

A resposta clínica depende da taxa de produção de bilirrubina, da circulação entero-hepática e da eliminação de bilirrubina; do grau de deposição tecidual de bilirrubina e da taxa de reações fotoquímicas da bilirrubina (BHUTANI, 2011).

Alguns efeitos colaterais que podem ser esperados no RN em fototerapia são: aumento da perda hídrica insensível; exantema máculo-papular; aumento do número de evacuações com fezes amolecidas e esverdeadas; erupções cutâneas; hipertermia; bronzeamento; hipocalcemia; deficiência de riboflavina; irritação na pele e possível lesão na retina. As possíveis complicações podem ser: genotoxicidade; alterações das hemácias; letargia; eritema; queimaduras; efeitos

no relacionamento mãe-RN; instabilidade térmica; rash cutâneo; hipocalcemia; distensão abdominal; aumento da frequência respiratória e cardíaca; irritabilidade e aerofagia devido a oclusão dos olhos (GOMES, TEIXEIRA, BARICHELO, 2010).

5. Metodologia

5.1 Delineamento do Estudo

Trata-se de um estudo transversal com caráter descritivo e abordagem quantitativa, realizado Instituto Cândida Vargas (ICV) na cidade de João Pessoa - Paraíba.

Fundada em agosto de 1945, pela Legião Brasileira de Assistência (LBA), a unidade hospitalar já foi administrada pelo Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social (INAMPS), Ministério da Saúde (MS) e municipalizada em dezembro de 1990. Com os investimentos, capacitação e responsabilidade municipal, a maternidade se tornou referência em atendimento às mulheres em situação de violência sexual e doméstica, referência estadual para atenção ao Método Canguru e em gestação de alto risco

No ICV, aproximadamente 60% dos atendimentos de urgência são realizados em pacientes residentes em João Pessoa, enquanto o restante são casos de urgência de pacientes de outros municípios e estados vizinhos. Já do total de mulheres internadas na maternidade, 52% são de outras cidades e estados.

.A amostra foi composta por todos os equipamentos de fototerapia do ICV, no total de 17.

5.2 Coleta de Dados

Para a coleta de dados utilizou-se de fichas estruturadas (Anexo A) previamente construído pelos autores deste trabalho. As afeições foram realizadas pelas autoras deste trabalho, devidamente treinadas pelo técnico responsável da maternidade. As variáveis analisadas foram a quantidade de aparelhos de fototerapia em cada serviço, os tipos de aparelhos utilizados, as lâmpadas utilizadas e a medição da irradiância dos aparelhos de fototerapia.

Para aferição dos aparelhos utilizou-se um fotodosímetro modelo THOR Multitester 3620 fabricado pela empresa FANEM. Este aparelho responde a luz emitida na faixa de 400 a 500 nanômetros sendo composto por uma cabeça óptica e uma unidade eletrônica de medida tem operação portátil através de bateria interna e com leitura digital em display. A unidade de medição calibrada diretamente em microwatts por centímetros ao quadrado por nanômetros ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$).

O cálculo da irradiância espectral média (IEM) foi feita segundo a Proposta de Padronização de Fernando Facchini, descrita em 2001. No Biliberço®, a medida da irradiância é feita na superfície do colchonete, no qual uma folha de cartolina medindo 34X60cm é fixada. Na porção central dessa folha é demarcada uma área

de 42X34cm. A área demarcada é dividida em nove retângulos de igual área, e no ponto central de cada um, recortada a porção com a forma do sensor do radiômetro usado para as leituras. A média aritmética desses nove pontos é considerada a irradiância espectral média a que está submetido o recém-nascido em tratamento (Figura 1).

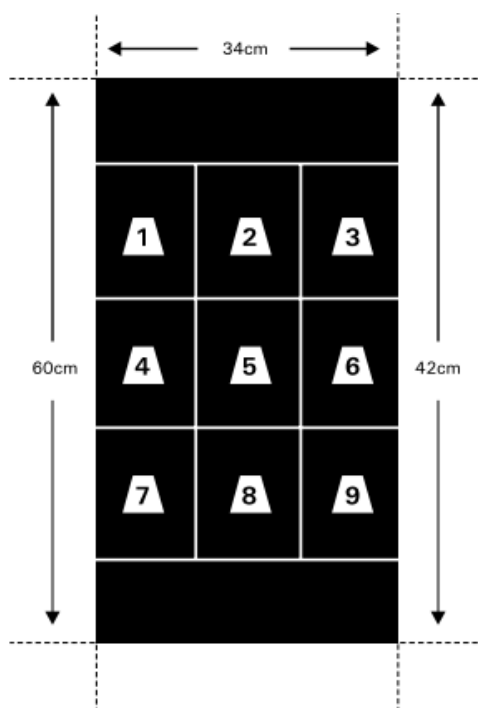


Figura 1 - Gabarito usado para medida de irradiância em aparelhos de fototerapia

Para avaliação dos aparelhos de Bilispot 006- BP, a medição da irradiância é obtida com o uso de um círculo projetado, desenhado sobre um cartão e subdividido em três áreas concêntricas, obtidas pelo traçado de duas circunferências adicionais de 2,5 e 5 cm de raio que, dessa forma, dividem o círculo em 3 áreas (A, B e C) de 19,6, 58,9 e 98,2 cm² respectivamente. Em cada uma dessas áreas, foram marcados quatro pontos diametralmente opostos para servirem de local de aferição de irradiância que, segundo o próprio fabricante, se reduz consideravelmente do centro para a periferia. As médias aritméticas desses quatro pontos, uma vez ponderadas com as respectivas áreas e somadas, deram a irradiância espectral média do feixe de energia terapêutico (Figura 2).

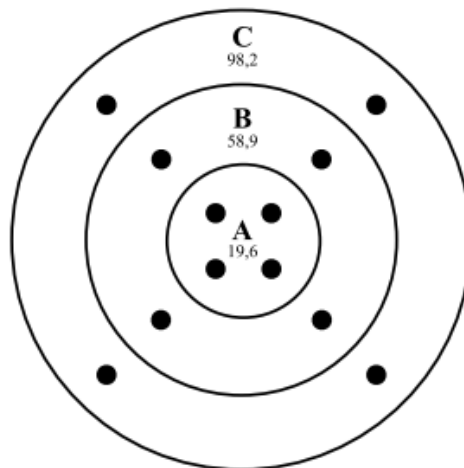


Figura 2 - Gabarito para medida de irradiância no feixe de energia luminosa do Bilispot®

$$IEM_{total} = \frac{IEMA \times 19,6 + IEMB \times 58,9 + IEMC \times 98,2}{176,7}, \text{ onde } IEMA, IEMB, IEMC \text{ são a}$$

irradiância espectral média obtida nos 4 pontos da área A, B e C, respectivamente, e 176,7 a área total em cm² do círculo de luz projetado pelo aparelho

5.3 Análise de dados

Os dados foram tabulados em planilhas de Excel e analisados de forma descritiva. e apresentados em forma de tabelas.

6. Resultados

O Instituto Cândida Vargas possuía 20 aparelhos de fototerapia sendo 19 do tipo Bilispot ® 006-BP e 1 do tipo Biliberço® 006 FB, todos fabricados pela empresa FANEM. Dentre estes aparelhos, 2 Bilispot® estavam em manutenção e 1 Bilispot® estava com lâmpada queimada, sendo excluídos do estudo.

Portanto, apenas 85% dos aparelhos disponíveis na instituição estavam adequados para o uso (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos aparelhos de fototerapia no ICV, João Pessoa-PB.

	Número	Porcentagem (%)
Total de Aparelhos	20	100
Adequados	17	85
Em manutenção	2	10
Lâmpadas queimadas	1	5

Com relação ao tipo de lâmpada utilizada, os aparelhos Bilispot® apresentavam lâmpadas do tipo halogênio-tungstênio, ao todo foram 16. No biliberço® havia sete lâmpadas, sendo quatro brancas e três azuis (Tabela 2).

Tabela 2. Tipo de luz analisada nos aparelhos de fototerapia do ICV, João Pessoa-PB.

Tipo de luz	Quantidade	Porcentagem (%)
HALÓGENA	16	69,5
BRANCA	4	17,39
AZUL	3	13,11

A irradiância espectral média de todos os aparelhos variaram entre 0,97 a 5,87 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ (Tabela 3), apresentando uma média de 2,95 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm} \pm 1,42$. De acordo com o tipo de aparelho fototerápico, verificou-se que os aparelhos do tipo Bilispot® apresentaram uma variação de 0,97 a 5,32 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$, média de 2,77 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. O biliberço® apresentou a maior irradiância entre todos os aparelhos analisados, com um valor de 5,87 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Tabela 3. Irradiância espectral média dos aparelhos de fototerapia analisados no ICV, João Pessoa-PB.

TIPO DE FOTOTERAPIA	MARCA DO APARELHO	IRRADIÂNCIA ESPECTRAL MÉDIA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$)
BILISPOT	FANEM	2,47
BILISPOT	FANEM	2,77
BILISPOT	FANEM	2,54
BILISPOT	FANEM	1,04
BILISPOT	FANEM	3,9
BILISPOT	FANEM	4,52
BILISPOT	FANEM	3,6
BILISPOT	FANEM	5,32
BILISPOT	FANEM	1,57
BILISPOT	FANEM	1,32
BILISPOT	FANEM	2,9
BILISPOT	FANEM	1,88
BILISPOT	FANEM	3,19
BILISPOT	FANEM	2,56
BILISPOT	FANEM	3,8
BILISPOT	FANEM	0,97
BILIBERÇO	FANEM	5,87

Tendo a irradiância de $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ como valor mínimo aceitável em termos terapêuticos, apenas 17,64% dos aparelhos (2 bilispot e 1 biliberço) apresentavam níveis de irradiância aceitável (Tabela 4).

Tabela 4. Número de fototerapia relacionada à irradiância emitida

	BILISPOT	BILIBERÇO	TOTAL
MÉDIA ($\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	(%)	(%)	(%)

			82,36
ABAIXO DE 4	87,5 (n=14)	0	(n=14)
			17,64
ACIMA DE 4	12,5 (n=2)	100 (n=1)	(n=3)

7. Discussão

A fototerapia para icterícia neonatal foi o tratamento de escolha durante mais de 30 anos e tem-se revelado eficaz e segura para a diminuição dos índices de bilirrubina, sendo sua taxa de declínio proporcional à luz, sugerindo que a maior

intensidade de irradiância da fototerapia aumentaria a sua eficácia (MARTINEZ, 2005).

O presente estudo avaliou a irradiância do aparelho em condições satisfatórias em relação à distância entre a luz e o berço e as incubadoras, para evitar que o erro de padronização de distâncias interferisse no valor da irradiância. Realizou-se a medição em todos os pontos refletidos pela luz no neonato, estabelecendo média espectral de acordo com a proposta de Facchini (2001). A irradiância deve ser medida em múltiplos lugares abaixo da área iluminada, por unidade, e calculada a média das medições, já que a medição efetuada no centro da fonte de luz pode ser mais que o dobro da medida na periferia. Essas estratégias propiciam o fornecimento de dados de irradiância mais fidedignos.

Utilizando o parâmetro de $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ como valor mínimo aceitável para se ter algum efeito terapêutico, observou-se que apenas 17,64% dos aparelhos de fototerapia estavam acima do parâmetro. Valor esse muito abaixo que estudos anteriores realizados em cidades brasileiras.

Um estudo realizado em 2000 avaliou 11 maternidades da cidade de Curitiba, análise sobre a irradiância dos aparelhos de fototerapia, concluindo-se que quase a metade das fototerapias usadas no tratamento da icterícia neonatal eram ineficazes. Porém, nesse estudo a medida da irradiância dos aparelhos foi feito apenas no ponto central podendo superestimar o valor encontrado, uma vez que irradiância diminui à medida que se distancia do foco central (II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA, 2001).

Ferreira, Nascimento, Veríssimo (2009) analisaram aparelhos de fototerapia das maternidades de Maceió, os quais apresentaram, em sua maioria, irradiância adequada para a terapêutica da hiperbilirrubinemia neonatal, onde 72,20% apresentaram irradiância maior que $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Diferentemente do estudo anterior, este obteve os dados utilizando as normas de padronização para aferição dos equipamentos de fototerapia propostas por Facchini (2001), assim como o atual estudo.

Observou-se o predomínio da fototerapia halógena do tipo Bilispot®, caracterizado por ter menor capacidade de irradiância ente os demais tipos de

aparelhos. O fabricante recomenda que o equipamento seja usado a uma distância não inferior a 50 cm, provavelmente devido à incompleta filtragem de radiação infravermelha, que poderia causar algum dano ao paciente se usado a uma distância menor. A área irradiada nessa distância é bastante restrita (176,7 cm²). Aumentando-se a distância ou inclinando-se o aparelho, obviamente a área irradiada aumenta, porém a irradiância cai por aumentar a distância da fonte energética (FANEM, 2009).

Além disso, a luz halógena, o tipo mais prevalente no estudo, é menos eficaz que os demais tipos de luz utilizada nos aparelhos fototerápicos. Há preferência por luz no espectro verde-azul já que são os comprimentos de luz mais efetivos para a conversão de bilirrubina não conjugada (MAISELS, MCDONAGH, 2008).

Em contraste com o atual estudo, Borden et al. (2018) mostrou que o seu estudo não encontrou déficits significativos nos equipamentos utilizados. Todos os dispositivos de fototerapia estavam em boas condições de funcionamento, sem lâmpadas quebradas ou faltando, e todos faziam manutenção anualmente. Seus dados esclareceram outras variáveis que impactaram a irradiância, incluindo a distância do bebê da fonte de luz, a área da superfície da pele exposta, a posição da criança em relação ao centro da luz, o tipo de fonte de luz usada, e se havia um protocolo para padronizar as práticas corretas de fototerapia. Mostrando que as barreiras existentes para alcançar os níveis apropriados de irradiância diferem entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos.

O presente estudo avaliou a irradiância do aparelho de fototerapia de uma maternidade da cidade de João Pessoa – PB. Observou-se que a maior parte dos aparelhos estavam com atividade insatisfatória, mostrando a necessidade de maior manutenção e atenção para esses aparelhos. Os autores desse estudo apontam para a necessidade de estudos que abordem maior número de aparelhos e conseqüentemente de hospitais. Esse trabalho apresenta limitações como o pequeno número amostral, no entanto, não prejudicam a importância dos resultados apresentados.

A melhor maneira de controlar a medição da irradiância é mediante a instalação de um "horímetro" (contador de horas) nos

aparelhos que ainda não dispõem desta tecnologia, como os do tipo convencional e spots. Tendo conhecimento da durabilidade das lâmpadas se tornam desnecessárias avaliações muito frequentes.

A manutenção dos parâmetros de irradiância e a consequente interferência dessa manutenção na eficácia de tratamento do neonato depende diretamente de uma equipe de saúde capacitada e atenta, pois fototerapia eficaz diminui o tempo de internação hospitalar e exposição desnecessária do neonato ao tratamento fototerápico por tempo prolongado.

8. Conclusão

O estudo demonstrou que apenas 17,64% dos aparelhos de fototerapia do Instituto Cândida Vargas possuíam irradiância mínima adequada ao tratamento da hiperbilirrubimemia neonatal. Por isso, é importante que os profissionais viabilizem

a inserção de rotina de medição e manutenção desses aparelhos, favorecendo a emissão de irradiâncias mais altas.

Devem fazer parte da rotina da maternidade a verificação periódica das irradiâncias desses aparelhos, bem como a manutenção das lâmpadas, instituindo rotina de troca.

O valor da irradiância espectral média obtida varia bastante a depender do tipo de fototerapia e da luz utilizada. Portanto, deve-se conhecer estas diferenças para escolhas que propiciem um maior poder terapêutico, otimizando assim a assistência ao neonato e encurtando o período de internação dos pacientes com icterícia agravada. Lembrando que para a otimização do tratamento deve-se dar preferência para o uso de lâmpadas azuis e verdes.

Referências

II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA, 2001, La Habana. **Avaliação dos equipamentos de fototerapia no tratamento da**

hiperbilirrubinemia neonatal em maternidades de Curitiba (brasil). La Habana: Sociedad Cubana de Bioingenieria, 2001. 5 p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/237828399>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

ALMEIDA, M. F. B.; DRAQUE, C. M. Icterícia No Recém-Nascido Com Idade Gestacional > 35 Semanas. Sociedade Brasileira De Pediatria Departamento De Neonatologia. **Manual de Atenção à saúde do recém-nascido.** Documento Científico, novembro 2012.

BHUTANI, V K; VILMS, R J; HAMERMAN-JOHNSON, L. Universal bilirubin screening for severe neonatal hyperbilirubinemia. **Journal Of Perinatology**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.6-15, 29 set. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/jp.2010.98>.

BHUTANI, V. K.. Phototherapy to Prevent Severe Neonatal Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant 35 or More Weeks of Gestation. **Pediatrics**, [s.l.], v. 128, n. 4, p.1046-1052, 26 set. 2011. American Academy of Pediatrics (AAP). <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2011-1494>.

BORDEN, Amy R. et al. Variation in the Phototherapy Practices and Irradiance of Devices in a Major Metropolitan Area. **Neonatology**, [s.l.], v. 113, n. 3, p.269-274, 2018. S. Karger AG. <http://dx.doi.org/10.1159/000485369>

BRITS, Hanneke et al. The prevalence of neonatal jaundice and risk factors in healthy term neonates at National District Hospital in Bloemfontein. **African Journal Of Primary Health Care & Family Medicine.** South Africa, p. 1-6. 12 abr. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4102/phcfm.v10i1.1582>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

COLVERO, Aline Pieruccini; FIORI, Renato Machado; COLVERO, Mauricio Obal. Módulo De Ensino Fototerapia. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p.90-97, abril, 2005.

ENNEVER, J F. Blue light, green light, white light, more light: treatment of neonatal jaundice. **Clinics In Perinatology**, [s.i.], v. 17, n. 2, p.467-481, jun. 1990. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2196141>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

FACCHINI, F. P. Proposta de padronização para aferição de equipamentos de fototerapia. **J. Pediatr.** (Rio J.), Porto Alegre, v. 77, n. 2, p. 67-74, abr. 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572001000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 30 mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572001000200004>.

FANEM. **Manual do usuário: Aparelho de fototerapia bilispot® modelos 006-BP e 006-BB.** São Paulo, 2009.

FERREIRA, A. L. C.; NASCIMENTO, R. M.; VERÍSSIMO, R. C. S. S. Irradiância Dos Aparelhos De Fototerapia Nas Maternidades De Maceió. **Revista Latino-Americana Enfermagem**, v. 17, n.5, set. 2009.

GARTNER, Lawrence M. Breastfeeding and Jaundice. **Journal Of Perinatology**, Chicago, v. 1, n. 21, p.25-29, 18 dez. 2001. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/7210629>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

GOMES, N. S; TEIXEIRA J. B. A; BARICHELLO E. Cuidados ao recém nascido em fototerapia: o conhecimento da equipe de enfermagem. **Rev. Eletr. Enf.** 2010 abr./jun.;12(2):337-41. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/ree.v12i2.6507>.

HULZEBOS, C V et al. Irradiance levels of phototherapy devices: a national study in Dutch neonatal intensive care units. **Journal Of Perinatology**, [s.l.], v. 37, n. 7, p.839-842, 2 mar. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/jp.2017.13>.

KAPLAN, Michael; HAMMERMAN, Cathy; MAISELS, M. Jeffrey. Bilirubin Genetics for the Nongeneticist:: Hereditary Defects of Neonatal Bilirubin Conjugation. **Pediatrics**, [s.i.], v. 111, n. 4, p.886-893, abr. 2003. Disponível em: <<http://pediatrics.aappublications.org/content/111/4/886>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

LEITE, Maria das Graças da Cunha; CASTRO, Myrian Serradourada de. Irradiância dos aparelhos de fototerapia em hospital universitário. **Pediatria Moderna**, [s.i.], v. 50, n. 10, p.466-470, out. 2014. Disponível em: <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=5918&fase=imprime>. Acesso em: 13 jun. 2018.

LIGHTNER, David A.; MCDONAGH, Antony F.. Molecular mechanisms of phototherapy for neonatal jaundice. **Accounts Of Chemical Research**, [s.l.], v. 17, n. 12, p.417-424, dez. 1984. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ar00108a002>

MAISELS, M. Jeffrey; MCDONAGH, Antony F.. Phototherapy for Neonatal Jaundice. **New England Journal Of Medicine**, [s.l.], v. 358, n. 9, p.920-928, 28 fev. 2008. New England Journal of Medicine (NEJM/MMS). <http://dx.doi.org/10.1056/nejmct0708376>

MAISELS, M. J. et al. Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant \geq 35 Weeks' Gestation: An Update With Clarifications. **Pediatrics**, [s.l.], v. 124, n. 4, p.1193-1198, 28 set. 2009. American Academy of Pediatrics (AAP). <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-0329>.

MARTINEZ, Jorge C.. El real problema del recién nacido icterico: Nuevas guías de la Academia Estadounidense de Pediatría. **Arch. argent. pediatr.**, Buenos Aires, v. 103, n. 6, p. 524-532, dic. 2005. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752005000600010&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 13 jun. 2018.

MARTINS, Bianca M. R. et al. Avaliação da eficácia clínica de uma nova modalidade de fototerapia utilizando diodos emissores de luz. **Jornal de Pediatria**, [s.l.], v. 83, n. 3, p.253-258, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0021-75572007000400011>.

NELSON. **Tratado de Pediatria** - Richard E. Behrman, Hal B. Jenson, Robert Kliegman. 19ª Edição. Elsevier. 2013.

OKWUNDU, Charles I et al. Transcutaneous bilirubinometry versus total serum bilirubin measurement for newborns. **Cochrane Database Of Systematic Reviews**, [s.l.], 17 maio 2017. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd012660>

PEETERS, Bart et al. Post-test probability for neonatal hyperbilirubinemia based on umbilical cord blood bilirubin, direct antiglobulin test, and ABO compatibility

results. **European Journal Of Pediatrics**, [s.l.], v. 175, n. 5, p.651-657, 19 jan. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00431-016-2690-1>.

SEIDMAN, Daniel S. et al. A new blue light-emitting phototherapy device: a prospective randomized controlled study. **The Journal Of Pediatrics**, [s.l.], v. 136, n. 6, p.771-774, jun. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(00\)75202-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(00)75202-4).

SEIDMAN, Daniel S et al. A Prospective Randomized Controlled Study of Phototherapy Using Blue and Blue-Green Light-Emitting Devices and Conventional Halogen-Quartz Phototherapy. **Journal Of Perinatology**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.123-127, mar. 2003. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jp.7210862>.

SILVA, J. et al.. Fototerapia simples versus dupla no tratamento de recém-nascidos a termo com hiperbilirrubinemia não-hemolítica. **J Pediatr (Rio J)**. 2009;85(5):455-458

STANLEY IP, et al. American Academy Of Pediatrics. **An Evidence-Based Review of Important Issues Concerning Neonatal Hyperbilirubinemia**. [s.i]: Pediatrics, 2004: 114(1): 130-154.

VIEIRA, A. A. et al. O uso da fototerapia em recém-nascidos: avaliação da prática clínica. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant., Recife, v. 4, n. 4, p. 359-366, Dec. 2004. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-38292004000400004&lng=en&nrm=iso>. Access on 25 Mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-38292004000400004>.

WOODGATE, Paul; JARDINE, Luke Anthony. **Neonatal jaundice: phototherapy**. 2015. BMJ Clin Evid. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4440981/>>. Acesso em: 22 maio 2015.

Anexo A

Ficha estruturada para coleta de dados

Patrimônio (nº) _____

Data da manutenção: _____

Tipo: _____ Aparelho: _____

() Halógena

() Branca

() Azul

Número total de lâmpadas: _____

Halógenas _____

Queimadas: _____

Branças _____

Queimadas: _____

Azuis _____

Queimadas: _____

Irradiância _____ $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$