NATÁLIA SCAVAZZINI MENDES DE ALMEIDA

**Padrão de absorção e de evaporação de fraldas em incubadoras
aquecidas e umidificadas utilizadas no manejo de pacientes
prematturos**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Opção: Investigação em Pediatria.

Orientadora: Profa. Dra. Walusa Assad G. Ferri

Volume único

Ribeirão Preto- SP

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, Natália Scavazzini Mendes de

Padrão de absorção e de evaporação de fraldas em incubadoras aquecidas e umidificadas utilizadas no manejo de pacientes prematuros. Ribeirão Preto, 2020.

52p. il.

Dissertação (mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre

Orientadora: Walusa Assad Gonçalves Ferri

FOLHA DE APROVAÇÃO

Almeida, NSM. “Padrão de absorção e de evaporação de fraldas em incubadoras aquecidas e umidificadas utilizadas no manejo de pacientes prematuros.”

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Opção: Investigação em Pediatria.

Aprovado em: ____/____/____.

Banca examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo, Fernando Cicarelli de Almeida, pelo companheirismo e paciência.

Aos meus filhos **Gabriel Mendes de Almeida** e **Leonardo Mendes de Almeida** o melhor presente que Deus colocou em minha vida para cuidar e mostrar o caminho do Amor.

À minha querida, orientadora, amiga e exemplo de dedicação acadêmica **Dra. Walusa Assad Gonçalves Ferri**, sem seus ensinamentos esse trabalho não existiria.

Aos meus pais, **Sandra Scavazzini Mendes** e **José Carlos Mendes**, exemplo de luta, honestidade e para sempre serei grata por tudo o que me proporcionaram.

E à CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES).

RESUMO

Almeida, NSM. **Padrão de absorção e de evaporação de fraldas em incubadoras aquecidas e umidificadas utilizadas no manejo de pacientes prematuros.** [tese]. Faculdade de Medicina Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

Introdução: A prematuridade está aumentando em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) e uma parte vital dos cuidados para a estabilidade desses pacientes é a gestão de seus fluídos e eletrólitos. Uma das maneiras para minimizar as perdas hídricas dos recém-nascidos, é acomodá-los em incubadoras que tem como função proporcionar um ambiente termo neutro, através do controle de temperatura e umidade relativa do ar e outra maneira é realizar um balanço hídrico rigoroso, por meio da pesagem das fraldas em balanças, para mensurar a diurese. Assim, evita-se alterações clínicas indesejáveis como a desidratação, hemorragia intracraniana, hipernatremia, podendo causar danos irreversíveis nos prematuros. Entretanto a mensuração de diurese através da pesagem de fraldas é um meio falho e sujeito a interferência de vários fatores. **Objetivo:** Estabelecer um valor que expresse a absorção das fraldas em diferentes níveis de umidificação. **Metodologia:** Estudo pré-clínico experimental, realizado no Centro de Terapia Intensiva Neonatal de um Hospital Universitário de complexidade terciária em Ribeirão Preto. Os experimentos foram divididos em 4 grupos: Grupo A: Teste exclusivo de absorção (fraldas abertas secas), Grupo B: Teste misto de absorção e evaporação (exposição de fraldas úmidas e fraldas secas) Grupo C: Teste de redução de superfície (colocamos sobre as fraldas um frasco de soro fisiológico de 100 ml para simulação da superfície corporal de um recém-nascido) e Grupo D: Teste de isolamento da superfície de absorção (fraldas fechadas secas e úmidas). Todos os experimentos tiveram duração de 6 horas e temperatura do ar aproximadamente de 30°C, tamanho amostral total de 240 fraldas. Utilizamos diferentes graus de umidificação das incubadoras (80%, 40% e 30%). **Resultados e Discussão:** No grupo A de teste exclusivo de absorção quando a incubadora está umidificada a 40%, não ocorre a absorção, diferentemente de quando umidificada a 80%, que ocorre uma absorção de 2,58g por fralda. No grupo B, de teste de absorção e evaporação, notamos que após a umidificação das fraldas, ocorreu evaporação das mesmas quando a incubadora estava umidificada a 30% e 40%. Já com umidificação a 80%, ocorreu absorção de 0,58g por fralda, mesmo previamente umedecidas. O grupo C, do teste de redução de superfície, quando colocado um frasco de soro fisiológico de 100 ml sobre a fralda úmida e sobre a fralda seca, simulando um recém-nascido, observamos que com umidificação a 30% e 40% ocorreu evaporação. Quando testamos a redução de superfície com a umidificação a 80%, constatamos ainda o mesmo padrão de absorção dos experimentos anteriores, com valores semelhantes, portanto, a redução de superfície mesmo em altas umidades não interfere na absorção. No grupo D do teste de isolamento da superfície de absorção, quando as fraldas

estavam secas e fechadas, elas absorveram uma quantidade muito pequena nas diferentes umidades, mesmo com 80%. As fraldas fechadas e úmidas também obtiveram redução da absorção com umidade a 80%, quando a umidificação estava a 30%, também ocorreu redução na evaporação. Avaliamos nossos experimentos segundo a variação de pontos percentuais e observamos maior absorção (13,72 pontos percentuais) nas fraldas secas abertas umidificadas a 80% e maior evaporação nas fraldas úmidas com redução de superfície, umidificada a 30%, com redução de 9,06 pontos percentuais no peso. **Conclusão:** Notamos, portanto, que não é possível estabelecer um valor matemático para mensuração da diurese nas diferentes umidificações, porque constatamos que a porcentagem de gel saturado nas fraldas interfere no padrão de absorção e na prática clínica, seria impossível determinar o momento em que o neonato urina, num período de 6 horas (período da troca de fralda). Entretanto, foi possível observar que ao utilizar a fralda fechada para a mensuração da diurese podemos minimizar os efeitos absorptivos ou de evaporação na mensuração da diurese, portanto recomendamos essa modalidade nas unidades neonatais.

Palavras-Chave: Prematuridade, Balanço hídrico, Fralda, Unidades Neonatais, Ribeirão Preto.

ABSTRACT

Almeida, NSM. **Diapers absorption and evaporation pattern in heated and humidified incubators used in the management of premature patients.** [tese]. Faculdade de Medicina Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

Introduction: Prematurity is increasing in Neonatal Intensive Care Units (NICUs) and a vital part of care for the stability of these patients is the management of their fluids and electrolytes. One way to minimize water loss in newborns is to accommodate them in incubators that provide a thermo neutral environment by controlling temperature and relative humidity and another way is to perform a rigorous water balance, for example weighing diapers on scales to measure diuresis. This avoids undesirable clinical changes such as dehydration, intracranial hemorrhage, hypernatremia and may cause irreversible damage to premature infants. However, the measurement of diuresis by weighing diapers is a poor means and subject to interference from various factors. **Objective:** To establish a value that expresses diaper absorption at different levels of humidification. **Methodology:** Experimental preclinical study, conducted at the Neonatal Intensive Care Center of a University Hospital of tertiary complexity in Ribeirão Preto. The experiments were divided into 4 groups: Group A: Exclusive absorption test (dry open diapers), Group B: Mixed absorption and evaporation test (exposure of wet and dry diapers) Group C: Surface reduction test (put on diapers a 100 ml bottle of saline solution for simulating a newborn's body surface) and Group D: Absorption surface isolation test (dry and wet closed diapers). All experiments lasted 6 hours and the air temperature was approximately 30° C, total sample size was 240 diapers. Different degrees of incubation humidification were used, such as 80%, 40% and 30%. **Results and Discussion:** In group A, exclusive absorption test when the incubator is humidified at 40%, there is no absorption, unlike when humidified at 80%, that there is an absorption of 2.58g per diaper.

In group B, of absorption and evaporation test, we noticed that after diaper humidification, there was evaporation when the incubator was humidified at 30% and 40%. Whereas with 80% humidification, there was absorption of 0.58g per diaper, even the ones previously moist. Group C, from the surface reduction test, when a 100 ml bottle of saline solution was placed over the wet diaper and the dry diaper, simulating a newborn, we observed that with humidification at 30% and 40% evaporation occurred. When we tested the surface reduction with 80% humidification, we still found the same absorption pattern of previous experiments, with similar values, so the surface reduction even at high humidity does not interfere with absorption. In group D, of the absorption surface insulation test, when the diapers were dry and closed, they absorbed a very small amount at different humidity, even at 80%. Closed and damp diapers also had a reduction in absorption at 80% humidity, while humidification was at 30%, there was also a reduction in evaporation. We evaluated our experiments according to the variation of percentage points and observed higher absorption (13.72 percentage points)

in 80% humidified open dry diapers and greater evaporation in 30% humidified surface reduction wet diapers, with 9.06 reduction percentage points in weight. **Conclusion:** We note, therefore, that it is not possible to establish a mathematical value for the measurement of diuresis in the different percentage of humidification, because we found that the percentage of saturated gel in diapers interferes with the absorption pattern and clinical practice newborn urine within 6 hours (diaper change period). However, it was observed that, by using the closed diaper to measure diuresis we can minimize the absorptive or evaporative effects in the measurement of diuresis, so we recommend this modality in neonatal units.

Keywords: Prematurity, Hydric balance, Diaper, Neonatal Units, Ribeirão Preto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Médias de peso das fraldas abertas secas, submetidas à diferentes umidificações (teste de absorção) em balança de alta precisão	43
Tabela 2.	Médias de peso das fraldas abertas úmidas, submetidas à diferentes umidificações (teste misto de absorção e evaporação) em balança de alta precisão	44
Tabela 3.	Médias de peso das fraldas abertas úmidas, com frasco de soro de 100ml sob a fralda, simulando um Rn, submetidas à diferentes umidificações (teste de redução de superfície) em balança de alta precisão	44
Tabela 4.	Médias de peso das fraldas abertas secas, com frasco de soro de 100ml sob a fralda, simulando um Rn, submetidas à diferentes umidificações (teste de redução de superfície) em balança de alta precisão	45
Tabela 5.	Médias de peso das fraldas fechadas secas, submetidas à diferentes umidificações (teste de isolamento de superfície) em balança de alta precisão	46
Tabela 6.	Médias de peso das fraldas fechadas úmidas, submetidas à diferentes umidificações (teste de isolamento de superfície) em balança de alta precisão	46
Tabela 7.	Comparação das diferenças entre as médias de peso de fraldas fechadas e fraldas abertas com e sem redução de superfície em 6 horas de experimento	49
Tabela 8.	Diferença entre as médias de todas as disposições das fraldas submetidas à diferentes umidificações durante 6 horas e em balança de alta precisão	50
Tabela 9.	Avaliação do significado clínico da diferença de peso entre as fraldas nos diferentes experimentos	51
Tabela 10.	Comparação entre as medidas dos pós teste da balança de alta precisão e as medidas dos pós teste da balança de baixa precisão	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma dos experimentos com o grupo A (fraldas secas)	27
Figura 2.	Fraldas abertas e secas dispostas para o início dos experimentos	29
Figura 3.	Incubadora com 80% de umidade	29
Figura 4.	Fluxograma dos experimentos com o grupo B (fraldas úmidas)	30
Figura 5.	Fraldas abertas umedecidas com 10 ml de solução fisiológica 0,9%.....	32
Figura 6.	Fluxograma dos experimentos com o grupo C (redução da superfície de contato)	32
Figura 7.	Fraldas umedecidas e com redução da superfície de exposição.....	34
Figura 8.	Fluxograma dos experimentos com o grupo D (isolamento da superfície de absorção)	34
Figura 9.	Fralda aberta para uso neonatal.....	35
Figura 10.	Fralda fechada para uso neonatal.....	36
Figura 11.	Fraldas fechadas submetidas às diferentes experimentações.....	37
Figura 12.	Diagrama da Pampers “sobre as camadas utilizadas em uma fralda”	39
Figura 13.	Box plot da descrição da variação entre os pesos das fraldas pré e pós experimentos....	47
Figura 14.	Rn com dispositivos umbilicais utilizando a fralda fechada.....	48
Figura 15.	Incubadora umidificada.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	20
3. HIPÓTESE DIAGNÓSTICA.....	22
4. OBJETIVOS.....	24
4.1 Objetivo Principal	25
4.2 Objetivos secundários	25
5. METODOLOGIA	26
5.1 Desenho do estudo	27
5.2 Descrição dos Experimentos	27
5.2.1 Teste exclusivo de absorção (Grupo A)	28
5.2.2 Teste misto de absorção e evaporação (Grupo B)	30
5.2.3 Teste de redução de superfície (Grupo C)	33
5.2.4 Teste de isolamento da superfície de absorção (Grupo D)	35
5.3 Material Utilizado.....	37
5.4 Análise estatística.....	39
5.5 Local e período de estudo	40
5.6 Critérios de inclusão e exclusão	40
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
7. CONCLUSÃO.....	54
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Há um crescimento na população de prematuros extremos, devido ao avanço da tecnologia e melhoria da assistência prestada. Segundo dados do Sistema de Informação de Nascidos Vivos (SINASC), a prevalência de prematuridade no Brasil é crescente e sua ocorrência foi de 5% em 1994, 5,4% em 1998, 5,6% em 2000 e 6,5% em 2004.¹ Atualmente, a Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp/Fiocruz), revela taxa de prematuridade brasileira (11,5%), duas vezes maior do que observada em países europeus.²

De acordo com Datasus, entre 2000 e 2011, ocorreram 9,4% óbitos/1.000 nascidos vivos no Brasil e 7,9% de mortalidade neonatal, no estado de São Paulo, sendo que as maiores causas de mortalidade infantil estão ligadas à prematuridade.^{3,4} É na primeira semana de vida e em especial no primeiro dia, (representando 25%), que se concentram as mortes infantis no país.^{5,6,7}

O número de recém-nascidos prematuros de muito baixo peso (menores de 1500 gramas) está aumentando em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) e uma parte vital dos cuidados de enfermagem para a estabilidade desses pacientes é a gestão de seus fluídos e eletrólitos.^{8,9}

Os neonatos prematuros são um grupo particularmente suscetível a desenvolver distúrbios hidroeletrolíticos, devido sua área corporal reduzida e à sua dependência para administração de fluídos.¹⁰ A água constitui um fator muito importante, já que a maior parte do peso corpóreo na vida fetal é água, constituindo 90% do peso do feto no terceiro mês de idade gestacional, chegando a 85% no feto com 28 semanas e em 70% no neonato a termo.¹¹

A água endógena produzida pelo recém-nascido (RN) é de aproximadamente 9ml/kg/dia e insuficiente para equilibrar as perdas insensíveis. Estima-se que um recém-nascido pré termo (RNPT) que pesa 700- 1000g tenha uma perda insensível de 86 ml/kg/dia.

11, 12,13

O estrato córneo no prematuro não é completamente impermeável, permitindo uma difusão contínua de água para fora do corpo chamada perda transepidermal (perdas insensíveis), sendo este um processo passivo, que deve ser diferenciado da transpiração ativa que ocorre em resposta ao estresse ou emoção a partir apenas de 35 semanas de gestação,

portanto o RNPT não perde líquidos através do suor e sim por perdas insensíveis, ou seja, pelas vias aéreas, via transcutânea e através de reações químicas do organismo.¹⁴

No útero, o feto não tem necessidade de uma barreira cutânea, portanto o estrato córneo que atua como barreira protetora contra infecções sistêmicas, absorção de drogas e substâncias químicas e contra a desidratação devido à perda de água corporal, começa a se desenvolver na 24ª semana de gestação, estando bem desenvolvido a partir de 34ª semana gestacional.¹⁴

Quanto mais prematuro, maior a perda transepidermal (perda insensível), particularmente abaixo de 30 semanas de gestação, durante os primeiros dias de vida mais de 80 ml/kg de fluído pode ser perdido ao dia.^{15,16} Os fatores que interferem nas perdas insensíveis, aumentando suas perdas são: a idade do prematuro extremo (aumento de 100-300%), a fototerapia (aumento de 30-50%), o calor radiante (aumento de 50-100%), a hipertermia (aumento de 30-50%) e a taquipneia (aumento de 20-30%).^{11, 12,13}

As perdas hídricas pela pele em prematuros são as mais importantes, desta forma, é necessário o uso de incubadora umidificada e aquecida.¹⁷

São utilizados nas incubadoras, valores de umidificação que variam entre 0% a 85%, numa tentativa de minimizar a perda de água transepidermal e manter a integridade da pele nos primeiros 14 dias.^{18, 19}

A incubadora neonatal tem como função proporcionar um ambiente termo neutro para o RN, através do controle de temperatura e umidade relativa do ar. Deste modo, o RN produz apenas a quantidade de calor necessária para manter sua temperatura adequada ao metabolismo basal, contribuindo para o seu desenvolvimento mais rápido.²⁰

Para realizar o controle da temperatura e umidade do ar, a incubadora neonatal geralmente possui sensores (medição de temperatura e umidade relativa), atuadores (resistor de aquecimento e vaporizador), dispositivos para ajuste (chaves e botões acessíveis ao usuário) e circuitos eletrônicos de controle. Os circuitos de controle recebem os sinais dos sensores e acionam os atuadores visando manter as grandezas em torno dos valores selecionados pelo operador nos dispositivos de ajuste. A incubadora possui ainda um sistema de circulação de ar, formado por um motor acoplado a uma ventoinha, que serve para tornar homogênea a temperatura e umidade no interior da mesma, além de proporcionar a

renovação do ar. Existe também um dispositivo de proteção que desliga o aquecimento e soa um alarme quando a temperatura interna atinge 38 °C.²¹

As perdas urinárias podem ser significativas, já que a função renal fetal é bastante limitada, mas, imediatamente após o nascimento, ocorre rápido aumento da filtração glomerular. Esse aumento é influenciado de acordo com a idade pós-natal.¹⁷

As perdas fecais também representam em média 5ml/kg/dia e as respiratórias dependem da atividade e umidade do gás inalado, podendo variar de 7 a 14ml/kg/dia.²²

Assim, a grande concentração de água na pele do prematuro, dada pela fina camada epidérmica e o aumento da permeabilidade tecidual epitelial, faz com as perdas hídricas causadas pela diurese, pela perda transepidermal, pela suplementação adicional de fototerapia em alguns casos, assim como, termorregulação ineficaz, aumento do volume urinário associado à glicosúria, diarreia e vômitos, seja de suma importância para o cuidado dos prematuros. Esse controle é realizado através do controle rigoroso do balanço hídrico.^{23,24}

Então, pode-se dizer que o balanço hídrico (BH) representa a diferença entre os líquidos ofertados, como parenteral, medicações, hemoderivados, dieta, independentemente da forma e da via, e os líquidos eliminados, que são geralmente diurese e perdas insensíveis. O resultado dessa diferença, em situações de normalidade, deve ser bem próximo ao zero, o que significa que o organismo está conseguindo metabolizar toda a demanda hídrica que lhe é ofertada sem fazer retenções ou eliminações excessivas.^{11, 16}

Este cuidado é essencialmente feito pela enfermagem, já que este procedimento faz parte da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE), como dado imprescindível da etapa do Processo de Enfermagem, intitulado como Coleta de Dados.²⁵

É de responsabilidade da enfermagem registrar os valores de entrada e saída de fluídos corretamente, para serem repostos de acordo com suas perdas, e conseguir manter um equilíbrio hidroeletrolítico, para promover melhor qualidade de vida e evitar complicações graves.

Como a quantidade de fluídos necessários para a manutenção desses prematuros é muito pequena, é de extrema importância o reconhecimento de qualquer alteração relacionada ao volume de líquidos e a intensidade com que essa alteração ocorre, para que se

possa prevenir o mais precocemente possível e/ou intervir em algumas complicações relacionadas ao desequilíbrio hidroeletrólítico.

O manejo de fluídos é essencial para a boa evolução do paciente prematuro, uma vez que a hiper-hidratação e a desidratação podem levar a importantes repercussões clínicas, como a hiperosmolaridade, hiperbilirrubinemia, displasia bronco pulmonar, persistência do canal arterial, hemorragia intraventricular, alterações da glicose, sódio, potássio, cálcio e magnésio.^{11'12'24}

Entre as mais indesejáveis alterações clínicas está a desidratação, que pode ocasionar hipernatremia e hemorragia intracraniana, lesão esta que compromete o desenvolvimento neurológico do prematuro, muitas vezes de forma irreversível, levando a déficits motores, cognitivos, auditivos e visuais.^{11' 12' 24' 25}

A fisiopatologia da desidratação e lesões neurológicas está relacionada com o aumento da concentração de sódio no plasma. Nesta situação ocorre um desvio de água do compartimento intracelular para o extracelular, situação particularmente grave quando se considera o sistema nervoso central, onde a hipertonidade nos capilares sanguíneos frente a barreira hematoencefálica, leva a um desvio de água do líquido, do interstício cerebral e dos neurônios, com consequente ingurgitamento vascular e desidratação neuronal, ocasionando o desenvolvimento de hemorragias e fenômenos trombóticos.^{26, 27, 28}

Em termos laboratoriais, a hipernatremia é definida por um nível sérico de sódio superior a 145 mEq/L, embora alguns autores considerem acima de 150 mEq/L. ²⁹ Este distúrbio hidroeletrólítico é causado geralmente no paciente prematuro por perda de água livre. Este evento ocorre com frequência, uma vez que esses pacientes apresentam, principalmente na primeira semana de vida, imaturidade renal que ocasiona diurese excessiva, mesmo em ocasiões de baixa hidratação, ^{29, 30, 31} sendo, portanto, essencial uma mensuração precisa da diurese para uma reposição de líquidos adequada.

Os sinais de desidratação se manifestam com fontanela bregmática deprimida com suturas cavalgadas, saliva espessa, perfusão periférica inadequada, sendo maior que 3 segundos o preenchimento capilar e frequência cardíaca maior que 160 batimentos por minuto. ¹⁷

Os cálculos matemáticos para hidratação dos pacientes prematuros avaliam, como importante valor, a mensuração da diurese.^{26, 27, 28}

O balanço hídrico tem por finalidade identificar os problemas, para que se possa estruturar o plano de cuidados afim de atender as necessidades encontradas prevenindo as complicações.²⁹ Entretanto, a realização de cálculos hídricos em neonatologia encontra muitos desafios.

A principal necessidade no controle hídrico, é quantificar a diurese, valor este utilizado tanto para antecipar e ajustar os requisitos de fluídos, como para monitorizar a função renal, sendo que o volume esperado de urina seja de 1 a 2ml/kg/h.⁹

Entretanto, a gestão de fluídos e eletrólitos em unidades neonatais é realizada comumente através da pesagem de fraldas. Este controle seria preciso se realizado através do cateterismo vesical, porém não é o indicado em neonatologia, pois aumenta o risco de sepse neonatal e também pode ocorrer desvio ou deslocamento do cateter. Portanto, a pesagem das fraldas é a técnica mais comumente utilizada no mundo.³⁰

Todos os recém-nascidos utilizam fralda descartável, cobrindo a área genital e parte do abdome ou, como na maioria dos casos na primeira semana, mantém-se a fralda aberta, em caso de uso de fototerapia e/ou presença de cateter umbilical.³²⁻³⁷

Este método de pesagem de fralda é baseado no princípio de que 1 ml de urina pesa 1g. Embora seja menos invasivo e não apresente dano ao recém-nascido, o método gera uma imprecisão quanto a medição dos valores.³⁸ Também contribui muito para a falta de precisão desses valores as balanças que são utilizadas nas UTINs.

Outra desvantagem da pesagem das fraldas a ser considerada é a presença de fezes na fralda, o que pode gerar estimativas erradas da diurese. Também, dependendo do ambiente que o prematuro está inserido, como incubadoras umidificadas, a porcentagem de umidificação da incubadora pode alterar a pesagem, levando ao registro de valores não fidedignos do débito urinário, já que as fraldas podem absorver a umidificação da incubadora e/ou evaporar a diurese dependendo do tempo de troca.³⁰

Um estudo feito em 2004, um estudo, testou 57 fraldas secas em incubadoras com umidificação a 40%, 60% e 80%, com uma temperatura de 39°C. Também testou fraldas com adição de 5 ml de solução salina a 0,9% expostas ao mesmo ambiente. As fraldas pesavam

aproximadamente 17g e em cada incubadora foram colocadas aproximadamente 6 fraldas durante 6 horas. No término do tempo, estas fraldas foram pesadas em balança de alta precisão e concluiu-se que existem diferenças significativas entre os pesos das fraldas para cada ajuste de umidade.³⁹

Em outro estudo realizado em 2008, também confirmou esse achado, fraldas secas foram colocadas na incubadora a 37°C e umidificadas entre 55% a 90%, com um frasco de soro de 500 ml na parte inferior da fralda para simular um RN. Neste mesmo estudo, instilou-se 5ml de solução salina 0,9% nas fraldas e estas foram expostas aos mesmos ambientes que as fraldas secas. O resultado foi que as fraldas inicialmente secas apresentaram aumento estatisticamente significativo no peso das fraldas para cada nível de umidade, a partir de 2 horas da realização do experimento, assim como as que foram instiladas solução salina, ou seja, a umidade da incubadora era absorvida pelas fraldas tanto as secas como as úmidas.¹⁰

Muitos questionamentos foram feitos após estes estudos a procura de alternativas para minimizar os efeitos da umidificação na pesagem das fraldas, como a utilização de escalas para mensuração, mas todas essas alternativas foram inefetivas, uma vez que a troca de fralda deveria ser a cada 2 horas e isso geraria um custo muito alto e excessiva manipulação dos prematuros, portanto a questão sobre a imprecisão das fraldas continua sem resposta.¹⁰

Outro estudo realizado em 1986, feito com calor radiante (berço aquecido), utilizou-se 3 tipos de ambientes, berço aquecido a 100%, berço aquecido a 50% e sem aquecimento. Foram utilizadas 6 fraldas em cada grupo de aquecimento e colocadas nos berços as fraldas de forma aberta e fechada, totalizando 54 fraldas. Foram instilados 15 ml de água em cada fralda e feito pesagem de 5 em 5 minutos até completar 120 minutos. O resultado mostrou evaporação significativa em todas as fraldas, tanto abertas como fechadas, em todos os ambientes a partir de 10 minutos de mensuração. Naquela época já se propunha mensuração da diurese em balanças mais precisas e trocas de fralda frequentes para minimizar a absorção e erros na pesagem e consequentemente nos cálculos do balanço hídrico.⁴⁰

Então, pode-se concluir que, nenhum desses estudos conseguiu estabelecer um padrão de valor que caracteriza a absorção ou propor medidas na prática clínica que efetivamente reduzisse a interferência da umidificação na mensuração da diurese. O estabelecimento desse valor, ou de medidas, seria extremamente útil para a prática clínica

diária, fornecendo instrumentos para os neonatologistas gerenciarem o balanço hídrico nas diferentes situações de umidade que o prematuro é exposto.

Devido a necessidade de registros confiáveis para propiciar a oferta hídrica mais adequada possível e conseqüentemente melhorar a sobrevivência dos RNPT, este estudo avaliou as alterações que as fraldas apresentaram de acordo com a variação de umidade nas incubadoras utilizadas no serviço e avaliou propostas para diminuir essa interferência.

2. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

2. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Mensuração de diurese é o principal instrumento para calcular a oferta de fluidos em prematuros extremos, assim como suas perdas. Por este motivo, é de extrema importância um estudo para identificar métodos efetivos para mensuração de diurese. Assim, será possível uma melhor assistência à saúde, com provavelmente, menos sequelas, menor tempo de internação e menor custo para as unidades.

3. HIPÓTESE DIAGNÓSTICA

3. HIPÓTESE DIAGNÓSTICA

Existe um padrão de absorção de fraldas, em diferentes graus de umidade, e esse, pode ser expresso em uma expressão numérica que poderá ser utilizado na prática clínica diária.

4. OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Principal

Estabelecer uma expressão numérica que expresse a absorção e a evaporação das fraldas em incubadoras com diferentes níveis de umidificação.

4.2 Objetivos secundários

Avaliar a utilidade da pesagem de fraldas em balança de baixa precisão.

5. *M*ETODOLOGIA

5. Metodologia

5.1 Desenho do estudo

Realizamos um estudo pré-clínico experimental.

5.2 Descrição dos Experimentos

As fraldas foram avaliadas em quatro grupos:

- Grupo A: Fraldas secas e abertas (Teste exclusivo de absorção)
- Grupo B: Fraldas úmidas e abertas (Teste misto de absorção e evaporação)
- Grupo C: Fraldas úmidas e secas abertas com frasco de soro fisiológico sobre a superfície das fraldas (Teste de redução de superfície)
- Grupo D: Fraldas úmidas e secas fechadas (Teste de isolamento da superfície de absorção)

Figura 1. Fluxograma dos experimentos com o grupo A (fraldas secas).

5.2.1 Teste exclusivo de absorção (Grupo A)

Objetivo: Avaliar a porcentagem de variação de peso em fraldas secas e abertas, submetidas a diferentes níveis de umidificação (análise de absorção da umidade). Total: 20 fraldas.

Variável testada: Umidificação. Foram utilizadas as umidificações de 80% e 40%. Esses valores foram estabelecidos baseados nos valores utilizados na prática clínica em neonatologia, ou seja, 80% na primeira semana, 40% na segunda semana.⁴¹

Número de fraldas testadas: Foram colocadas em grupos de 5 fraldas por vez, totalizando 20 fraldas por grupo de umidificação (80% e 40%).

A quantidade de fraldas necessárias para o estudo proposto foi calculada pelo modelo estatístico baseada na variação de absorção de cada unidade. Esse cálculo foi realizado durante a análise preliminar do estudo, que ocorreu após a realização dos experimentos de absorção.

Descrição do experimento: Os experimentos constituíram em 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80% e 40%), com temperatura do ar de 30°C. Houve uma pesagem prévia das fraldas imediatamente antes da exposição à umidade.⁴¹

Após o período, esse grupo de fraldas foi pesado novamente na balança de baixa precisão e na balança de alta precisão e foram anotados os resultados.

Fotos do experimento de absorção

Figura 2. Fraldas abertas e secas dispostas para o início dos experimentos.

Figura 3. Incubadora com 80% de umidade.

Considerações sobre o experimento

O número de fraldas testadas por vez (20 unidades) não interferiu na umidade, uma vez que a incubadora se mantém estável à umidade do ambiente, independente do volume do conteúdo interno.

Figura 4. Fluxograma dos experimentos com o grupo B (fraldas úmidas).

5.2.2 Teste misto de absorção e evaporação (Grupo B)

Objetivo: Avaliar a porcentagem de variação de peso em fraldas abertas úmidas, submetidas a diferentes níveis de umidificação (análise de absorção e evaporação da umidade). Esse experimento foi projetado com a finalidade de avaliar a ação do ambiente interno das incubadoras nos líquidos absorvidos pelas fraldas, na prática clínica diária, esse líquido seria a urina.

A sudorese não é considerada um fator a ser avaliada nessa situação, uma vez que o ser humano no período neonatal apresenta quantidade insignificante de suor.

Variável testada: Ação da umidificação no conteúdo líquido das fraldas. Foram utilizadas as umidificações de 80%, 40% e 30% (umidade ambiente).

Número de fraldas testadas: Foram colocadas em grupos de 5 fraldas por vez, totalizando 20 fraldas por grupo de umidificação (80%, 40% e 30%).

Descrição do experimento: Os experimentos constituíram em 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80%, 40% e 30%), com temperatura do ar de 30°C.

Para gerar a saturação do gel da fralda com o líquido, foi instilado 10 ml de soro fisiológico 0,9% em cada fralda.

O valor de 10 ml foi estabelecido, considerando o volume aproximado de diurese possível em um paciente prematuro em 6 horas (aproximadamente 4-6 ml/kg).

Houve uma pesagem prévia das fraldas imediatamente após a instalação de soro e imediatamente antes da exposição à umidade.

Após o período de 6 horas, esse grupo de fraldas, foi pesado novamente na balança de baixa precisão e na balança de alta precisão e foram anotados os resultados.

Foto do experimento

Figura 5. Fraldas abertas umedecidas com 10 ml de solução fisiológica 0,9%.

Figura 6. Fluxograma dos experimentos com o grupo C (redução da superfície de contato).

5.2.3 Teste de redução de superfície (Grupo C)

Objetivo: Avaliar a porcentagem de variação de peso em fraldas abertas úmidas, com 10 ml de solução salina, e abertas secas com redução de superfície de contato, submetidas a diferentes níveis de umidificação (análise de evaporação e absorção).

Variável testada: Ação da umidificação no conteúdo líquido das fraldas após redução de superfície. Foram utilizadas as umidificações de 80%, 40% e 30% (umidade ambiente) nas fraldas abertas úmidas e 80% e 40% nas fraldas abertas secas com a redução de superfície, feita através do frasco de soro fisiológico sobre a fralda.

Número de fraldas testadas: Foram colocadas 8 fraldas abertas úmidas por grupo de umidificação (80%, 40% e 30%) e 8 fraldas abertas secas por grupo de umidificação (80% e 40%). Foram feitos os experimentos somente com 8 fraldas após cálculos amostrais dos demais experimentos.

Descrição do experimento: Os experimentos constituíram em 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80%, 40% e 30%), com temperatura do ar de 30°C nas fraldas abertas e úmidas e 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80% e 40%) com temperatura do ar de 30°C nas fraldas abertas e secas.

Para gerar saturação do gel da fralda com o líquido, foi instilado 10 ml de soro fisiológico 0,9% em cada fralda.

O valor de 10 ml foi estabelecido considerando o valor aproximado de diurese possível em um paciente prematuro em 6 horas (aproximadamente 4-6 ml/kg).

Para a redução da superfície de contato, foi colocado um frasco de soro fisiológico de 100 ml sobre a fralda para reduzir a superfície de contato, simulando o corpo de um Rn de aproximadamente 1000 gramas.

Houve uma pesagem prévia das fraldas imediatamente após a instilação de soro e imediatamente antes da exposição à umidade.

Após o período de 6 horas, esses grupos de fraldas foram pesados novamente na balança de baixa precisão e na balança de alta precisão e foram anotados os resultados.

Foto do experimento

Figura 7. Fraldas umedecidas e com redução da superfície de exposição.

Figura 8. Fluxograma dos experimentos com o grupo D (isolamento da superfície de absorção).

5.2.4 Teste de isolamento da superfície de absorção (Grupo D)

Objetivo: O modo de utilização de fraldas na UTIN é comumente o modo aberto, para favorecer a visualização de pacientes críticos e também em situações em que a presença de cateter umbilical desfavorece o fechamento da fralda. Entretanto, em muitas situações, nós acreditamos que usar fraldas fechadas é uma alternativa viável, sendo assim, testamos o impacto da umidificação e evaporação em fraldas fechadas.

Variável testada: Ação da umidificação nas fraldas umidificadas após redução de superfície, onde foram utilizadas as umidificações de 80%, 40% e 30% (umidade ambiente) e a ação da umidificação em fraldas fechadas secas nas umidificações de (80% e 40%).

Figura 9. Fralda aberta para uso neonatal: (fonte pública/Internet).

Figura 10. Fralda fechada para uso neonatal.

Número de fraldas testadas: Foram colocadas em grupos de 5 fraldas por vez, totalizando 20 fraldas por grupo de umidificação (80%, 40% e 30%). Foram testadas fraldas fechadas úmidas (com instilação de 10 ml de soro fisiológico 0,9%) e 20 fraldas por grupo de umidificação (80% e 40%) fechadas e secas.

Descrição do experimento: Os experimentos constituíram em 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80%, 40% e 30%), com temperatura do ar de 30°C nas fraldas fechadas úmidas e 6 horas de exposição à diferentes umidificações (80% e 40%) nas fraldas fechadas secas com a temperatura do ar de 30°C.

Para gerar saturação do gel da fralda com líquido, foi instilado 10 ml de soro fisiológico 0,9% em cada fralda.

Houve uma pesagem prévia das fraldas imediatamente após a instilação de soro e imediatamente antes da exposição à umidade. As fraldas foram posicionadas fechadas dentro da incubadora. Após o período de 6 horas, esse grupo de fraldas foi pesada novamente na balança de baixa precisão e na balança de alta precisão e foram anotados os resultados. Do mesmo modo as fraldas fechadas e secas porém sem a instilação da solução salina.

Foto do experimento

Figura 11. Fraldas fechadas submetidas à diferentes experimentações.

As fraldas então, foram avaliadas em quatro grandes grupos:

Grupo A: Fraldas secas abertas (Teste exclusivo de absorção).

Grupo B: Fraldas úmidas abertas (Teste misto de absorção e evaporação).

Grupo C: Fraldas úmidas abertas e secas abertas (Teste de redução de superfície).

Grupo D: Fraldas úmidas fechadas e secas fechadas (Teste de isolamento da superfície de absorção).

5.3 Material Utilizado

Balanças: As fraldas foram pesadas em balança de baixa precisão, marca Semco e na balança de alta precisão semianalítica da marca Gehaka BG8000 (Gehaka SA, São Paulo, SP) antes dos procedimentos. Após essa pesagem, as fraldas foram colocadas na incubadora Fanen Vision 2286 Advanced em diferentes graus de umidificação.

Incubadoras: As incubadoras utilizadas foram devidamente calibradas pelo termo higrômetro da instituição. A temperatura na incubadora do ar, foi constante de 30°C, valor

comumente utilizado como temperatura termo neutra em prematuros. A parede interna deste tipo de incubadora tem a função de manter o ar quente, diminuindo a perda de calor por radiação. Este tipo de incubadora propicia maior estabilidade para o bebê, com menor perda e necessidade de produção de calor e menor consumo de oxigênio pelo Rn, em comparação com a incubadora de parede simples. Esta incubadora antes do procedimento foi devidamente calibrada pela equipe de manutenção e seus sensores revisados. A incubadora não apresentava nenhum dano aparente que pudesse prejudicar a investigação.¹⁷

Fraldas: No estudo utilizamos fraldas da marca Pampers, tamanho Rn, que é composta por uma camada fina de proteção, após esta camada, existe a camada de absorção, feita de fibras de poliéster e depois a camada de distribuição, que transfere o conteúdo para um núcleo absorvente, chamada de camada de armazenamento. A cobertura exterior da fralda, também é conhecida como camada inferior, é feita de uma película permeável ao ar, coberta com fibras semelhantes a um pano macio, para ajudar a impedir a transferência de umidade para a cama ou roupas do bebê.⁴²

O material absorvente gelificante é um componente importante em todas as fraldas. Ele é usado no núcleo da fralda para absorver a umidade. O gel absorvente é utilizado desde a década de 1980. O fabricante orienta que o gel é seco e granulado, mas forma um gel à medida que absorve líquido, retendo até 30 vezes o seu peso em líquido, bloqueando-o imediatamente para ajudar a prevenir a umidade de voltar para a superfície da fralda.⁴²

Figura 12. Diagrama da Pampers “sobre as camadas utilizadas em uma fralda”.

5.4 Análise estatística

A variável peso da fralda foi utilizada como a razão (pós/pré*100) %, indicando, assim, uma variação de pontos percentuais com relação ao período pré. Para a comparação entre as médias, foi utilizada a ANOVA. Quando rejeitada a hipótese nula (igualdade entre as médias dos 4 grupos), comparações múltiplas por meio de contrastes ortogonais foram feitas. O software utilizado foi o SAS 9.4.

Os primeiros experimentos foram realizados em 20 fraldas, sem cálculo amostral. Com a necessidade da inclusão de experimentos diferentes, foram incluídos mais três grupos, considerando um frasco em cima da fralda, simulando um bebê. Assim, a partir de dados

prévios, que considerava 20 fraldas para cada experimento, utilizando fraldas fechadas com umidades iguais a 80%, 40% e 30%, encontraram-se médias de absorção ou evaporação (com relação ao basal, em porcentagem) iguais a 1,83, -2,02 e -3,54, respectivamente. Ainda, o maior desvio padrão para esses 3 experimentos foi de 1,3. Essas quantidades, mais um nível de significância de 5% e um poder de teste de 90%, foram consideradas no cálculo amostral para diferença entre 3 médias, utilizando o PROC POWER do SAS 9.4. Encontrou-se um tamanho amostral de 3 fraldas por grupo, que foi aumentado para 8 por possíveis motivos de perda e pela facilidade em se fazer o experimento.

5.5 Local e período de estudo

O experimento foi realizado no Centro de Terapia Intensiva Neonatal, em um Hospital Universitário de complexidade terciária na cidade de Ribeirão Preto.

O período que foram coletados os dados foram de 01 de julho de 2018 à 01 janeiro de 2019.

5.6 Critérios de inclusão e exclusão

Este estudo não foi realizado com pacientes, para evitar que a diurese interferisse no estabelecimento do valor de absorção, porém qualquer tipo de marca de fralda diferente da Pampers tamanho Rn e qualquer incubadora diferente da marca mencionada ou que estivesse apresentando alguma alteração em sensores, umidificação ou rachaduras e aberturas que pudessem prejudicar o trabalho, foram excluída do experimento.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6. Resultados e Discussão

Os quatro experimentos realizados para testarem a absorção e evaporação das fraldas em incubadoras aquecidas e umidificadas, totalizaram 240 fraldas.

No primeiro teste, denominado Grupo A (teste de absorção), foram utilizadas 40 fraldas abertas e secas, sendo que 20 delas estavam na incubadora umidificada a 80% e as 20 fraldas restantes, estavam na incubadora, agora umidificada a 40%, durante um período de 6 horas de experimento. Não foi realizado este teste com umidificação a 30%, pois não teria resultados relevantes, devido ao resultado que obtivemos com as fraldas umidificadas a 40%.

No segundo teste, denominado Grupo B (teste de absorção e evaporação), foram utilizadas 60 fraldas, porém desta vez, de forma abertas e úmidas com 10 ml de soro fisiológico, simulando a diurese do Rn. As fraldas foram divididas em subgrupos, com 20 fraldas cada, com umidificação na incubadora de 80%, 40% e 30%, num período de 6 horas de experimento.

No terceiro teste, denominado Grupo C (teste de redução de superfície), foram utilizadas 40 fraldas no total, sendo que 24 eram fraldas abertas e úmidas com 10 ml de soro fisiológico simulando diurese de Rn, com redução de superfície, onde foi colocado um frasco de soro fisiológico de 100ml sobre a fralda, simulando o corpo de um Rn, subdivididas em 8 fraldas para cada grau de umidificação (80%, 40% e 30% respectivamente) após análise de cálculo amostral e as 16 fraldas restantes, foram feitas o experimento com as fraldas abertas e secas com redução de superfície, ou seja, com um frasco de soro de 100 ml sobre a fralda, simulando novamente o corpo de um Rn.

No quarto teste, denominado Grupo D (teste de isolamento da superfície de absorção), foram utilizadas 100 fraldas, sendo que 60 delas estavam fechadas e úmidas com 10 ml de soro fisiológico, simulando a diurese de um Rn, sendo subdividida em 20 fraldas para cada grau de umidificação (80%, 40% e 30% respectivamente) e as 40 fraldas restantes foram acomodadas de forma fechadas e secas, subdivididas em 20 fraldas com umidificação a 80% e 40%. Não foi realizado este experimento com umidificação a 30%, devido o resultado já encontrado com umidificação a 40% que não foi relevante.

O controle hídrico do paciente neonatal continua um desafio. Estudos foram realizados para avaliar todas as variáveis envolvidas na mensuração de diurese. Esses estudos

demonstraram que ocorre absorção em situação de umidificação, entretanto, não apresentaram estudo detalhado dos fatores que interferem na absorção e também não houveram propostas de mudanças no manejo clínico da mensuração da diurese.^{10,39,40}

Os nossos dados descreveram vários aspectos relacionados ao uso de fraldas como instrumento para medida de diurese, testamos a influência da absorção com diferentes umidades, da evaporação em fraldas úmidas, da capacidade absorviva do gel saturado e da absorção segundo a redução da superfície de absorção e também da exposição da superfície absorviva.

Tabela 1. Médias de peso das fraldas abertas secas, submetidas à diferentes umidificações (teste de absorção) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas abertas secas		
	Pré experimento (g) (desvio padrão)	Pós experimento (g) (desvio padrão)	Diferença pós-pré (g) (desvio padrão)
40%	18,67 (0,24)	18,67 (0,24)	0,00 (0,00)
80%	18,77 (0,36)	21,35 (0,46)	2,58 (0,10)

Em relação a absorção, na tabela 1, observamos que a incubadora quando umidificada a 40%, não ocorre absorção, diferentemente de quando umidificada a 80%, quando houve uma absorção de 2,58g por fralda. Outros trabalhos que avaliaram mensuração de diurese com fraldas, como Oddie, Adappa e Wyllie em 2004 e Amey et al em 2008, concluíram que existiam diferenças significativas entre os pesos das fraldas para cada ajuste de umidade, entretanto, mensuraram apenas fraldas úmidas.^{10,39}

Tabela 2. Médias de peso das fraldas abertas úmidas, submetidas à diferentes umidificações (teste misto de absorção e evaporação) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas abertas úmidas		
	Pós experimento (g) (desvio padrão)	Após umidificação (g)	Diferença pós-após umidif. (g) (desvio padrão)
30%	27,13 (0,98)	25,44 (1,20)	- 1,69 (0,22)
40%	26,85 (4,50)	26,42 (0,99)	- 0,43 (3,51)
80%	27,87 (1,30)	28,45 (1,37)	+ 0,58 (0,07)

No experimento que foi realizado com fraldas abertas e úmidas, notamos que após a umidificação das fraldas, houve evaporação das mesmas quando umidificada a 30% e 40%, de acordo com os resultados do estudo de Oddie, 2004 que utilizou a mesma metodologia descrita na tabela 2 (fraldas úmidas com diferentes umidificações). Já com umidificação a 80% nossos dados também apresentaram concordância com Oddie, ou seja, ambos trabalhos apresentaram valores muito próximos de absorção, os nossos dados 0,58g e Oddie 0,9g em 6 horas de experimento.³⁹

Tabela 3. Médias de peso das fraldas abertas úmidas, com frasco de soro de 100 ml sob a fralda, simulando um Rn, submetidas à diferentes umidificações (teste de redução de superfície) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas abertas úmidas		
	Pós experimento com frasco de s.f 0,9% (g) (desvio padrão)	Após umidificação (g) (desvio padrão)	Diferença pós-experimento após umidif. (g)
30%	25,16 (0,28)	22,88 (0,78)	- 2,28 (0,50)
40%	24,88 (0,45)	23,93 (0,49)	- 0,95 (0,04)
80%	25,00 (0,47)	25,68 (0,25)	+ 0,68 (0,22)

Tabela 4. Médias de peso das fraldas abertas secas, com frasco de soro de 100 ml sob a fralda, simulando um Rn, submetidas à diferentes umidificações (teste de redução de superfície) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas abertas secas		
	Pré experimento (g) (desvio padrão)	Pós experimento com frasco de s.f 0,9% (g) (desvio padrão)	Diferença pré-pós experimento (g) (desvio padrão)
40%	17,27 (0,19)	17,33 (0,24)	+ 0,06 (0,05)
80%	15,41 (0,06)	17,57 (0,36)	+ 2,16 (0,30)

No teste de redução de superfície, quando colocado um frasco de soro fisiológico de 100 ml, sobre a fralda úmida, simulando um Rn, observamos que no experimento com fralda aberta úmida, com umidificação à 30% e 40% ocorreu evaporação, devido ao ambiente mais seco. Apresentando o mesmo padrão de evaporação das fraldas sem redução de superfície. Quando avaliamos as fraldas secas, notamos também o mesmo padrão das fraldas de redução de superfície, portanto em umidificações de 30% e 40% a redução de superfície não altera no padrão de absorção.

Quando testamos a redução de superfície com a umidificação de 80%, constatamos ainda o mesmo padrão de absorção dos experimentos anteriores, com valores semelhantes, portanto, a redução de superfície mesmo em altas umidades não interfere na absorção. Há absorção da umidificação em todas as situações, mesmo com redução de superfície.

Amey et al, também testou redução de superfície com soro fisiológico de 500 ml e observou que o padrão de absorção se manteve tanto nas fraldas úmidas quanto nas fraldas secas em umidificação a 80%, estando de acordo com os resultados encontrados no nosso estudo. Nas fraldas de Amey, observou-se absorção de 1,81g em 6 horas de experimento e nos nossos dados 0,68g no mesmo período de tempo.¹⁰

Após testarmos todos os fatores envolvidos na mensuração da diurese com fraldas, concluímos que a umidificação de 30% e 40% não promove absorção nas fraldas secas e em situações de presença de fraldas úmidas promove a evaporação. Na umidade de 80%, sempre há absorção, independente da saturação do gel ou redução de superfície.

Situações em que utilizamos 80% de umidificação são as que deveríamos ter o maior controle de diurese, a primeira semana de vida. Portanto, em busca de alternativas para reduzir a influência da umidificação na pesagem das fraldas, testamos o isolamento da superfície absorviva (fraldas fechadas), situação nunca antes testada.

Tabela 5. Médias de peso das fraldas fechadas secas, submetidas à diferentes umidificações (teste de isolamento de superfície) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas fechadas secas		
	Pré experimento (g) (desvio padrão)	Pós experimento (g) (desvio padrão)	Diferença pré-pós experimento (g) (desvio padrão)
40%	18,59 (0,28)	18,61 (0,29)	+ 0,02 (0,01)
80%	18,85 (0,49)	19,33 (0,48)	+ 0,48 (0,01)

No experimento com as fraldas fechadas, as secas se mostraram com uma quantidade de absorção muito pequena nas diferentes umidades mesmo com 80%. As fraldas abertas absorveram 2,58g e as fraldas fechadas absorveram, somente 0,40g, uma redução de absorção de 85%.

Tabela 6. Médias de peso das fraldas fechadas úmidas, submetidas à diferentes umidificações (teste de isolamento de superfície) em balança de alta precisão.

Umidificação	Fraldas fechadas úmidas		
	Pós experimento (g) (desvio padrão)	Após Umidificação (g) (desvio padrão)	Diferença Pós- após umid. (g) (desvio padrão)
30%	26,67 (0,78)	25,72 (0,70)	- 0,95 (0,08)
40%	27,59 (0,94)	27,04 (1,10)	- 0,55 (0,16)
80%	27,13 (0,91)	27,62 (0,69)	+ 0,49 (0,22)

Já as fraldas fechadas úmidas também houveram redução da absorção com umidade de 80%. As fraldas úmidas abertas absorveram 0,58g e as fechadas úmidas 0,49g, representando uma diminuição de 15,6% no resultado final.

As fraldas fechadas úmidas a 30% e 40% de umidificação também reduziu a evaporação na umidade de 30% em 41,9% (1,6g para 0,95g). Entretanto na umidade de 40%, houve um aumento da evaporação 25,9% (0,58g para 0,43g). Não encontramos motivos que justificasse a maior evaporação com a fralda fechada em umidades de 40%, atribuímos a possíveis variações na fabricação das fraldas.

Com intuito de realizar uma análise matemática mais rigorosa dos nossos dados, avaliamos os nossos experimentos segundo a variação de pontos percentuais e observamos maior absorção (13,72 pontos percentuais) nas fraldas abertas secas umidificadas a 80% e maior evaporação nas fraldas úmidas com redução de superfície, umidificada a 30% com redução de 9.06 pontos percentuais no peso. Todos esses dados confirmam a interpretação dos valores absolutos.

Legenda: AB80 fralda aberta seca com umidificação a 80%, FE80 fralda fechada seca com umidificação a 80%, FR30 fralda aberta seca com redução de superfície (frasco de soro 100ml sobre a fralda) com umidificação a 30%, FR40 fralda aberta seca com redução de superfície (frasco de soro 100ml sobre a fralda) com umidificação a 40%, FR80 fralda aberta seca com redução de superfície (frasco de soro 100ml sobre a fralda) com umidificação a 80%.

Figura 13. Box plot da descrição da variação entre os pesos das fraldas pré e pós experimentos.

Podemos observar na figura 13, a distribuição da média de absorção das fraldas nos diferentes experimentos, sempre evaporando na incubadora a 40% e 30% e absorvendo a 80% independente do experimento. Com essas informações na prática clínica, podemos supor que as fraldas mensuradas em situação de umidificação a 80%, a diurese estará superestimada e em situação de 30% e 40% a diurese estará subestimada.

Notamos, portanto, que não é possível estabelecer um valor matemático para mensuração da diurese nas diferentes umidificações, porque constatamos que a porcentagem de gel saturado interfere no padrão de absorção. Em um aspecto translacional para a prática clínica, seria impossível determinar o momento e a quantidade de saturação do gel, uma vez que é impossível determinar a quantidade e o horário que o neonato irá urinar em 6 horas (período da troca de fralda).

Sendo assim, uma alternativa que testamos e seria viável na prática clínica, é o uso de fraldas fechadas. Poucas situações não são recomendadas o uso de fraldas fechadas, que seria em pacientes com fototerapia, mesmo pacientes com cateter umbilical poderíamos utilizar as fraldas fechadas.

Figura 14. Rn com dispositivos umbilicais utilizando a fralda de forma fechada.

Na tabela 7, notamos que o valor da absorção quando fechamos a fralda é estatisticamente significativo ($p < 0,0001$), demonstrando que este modo de utilizar a fralda é eficaz como método de verificação de diurese através da pesagem de fraldas se tornando mais confiável.

Quando avaliamos a diferença entre as fraldas abertas e fechadas úmidas com redução de superfície, não foi observado diferença estatisticamente significativa, entretanto, devemos considerar que nas duas situações, a absorção foi muito baixa, próxima de 0, atribuímos a isso, não encontrarmos diferenças significantes nessa situação.

Tabela 7. Comparação das diferenças entre as médias de peso de fraldas fechadas e fraldas abertas secas com e sem redução de superfície em 6 horas de experimento.

Comparações	Diferença entre as médias	p-valor	IC 95%	
AB80 – FE80	11,1664092	<,0001	10,2546792	12,0781393
FE80 – FR80	-0,1970550	0,7449	-1,4031605	1,0090505

Legenda: AB80, fralda aberta a 80%, FE80, fralda fechada a 80%, FR80, fralda com frasco de 100ml sobre a fralda a 80%.

Não foi realizado análise com umidificações de 40% e 30% porque nestes níveis não ocorreu variabilidade de absorção.

Tabela 8. Diferença entre as médias de todas as disposições das fraldas submetidas à diferentes umidificações durante 6 horas e em balança de alta precisão.

Umidificação	40%	80%
Média (Desvio Padrão.)	Diferença entre as médias	Diferença entre as médias
Aberta	0,00 (0,00)	+2,5 (0,10)
Fechada	-0,02 (0,01)	+0,48 (0,01)
Úmida aberta	-0,43 (3,51)	+0,58 (0,07)
Úmida fechada	-0,55 (0,16)	+0,49 (0,22)
Úmida aberta com frasco	-0,95 (0,04)	+0,68 (0,22)
Úmida fechada com frasco	-0,06 (0,05)	+2,16 (0,30)

Tabela 9. Avaliação do significado clínico da diferença de peso entre as fraldas nos diferentes experimentos.

Grupos	40%	Interpretação clínica na diurese em 24 hs para paciente de 1 quilo	80%	Interpretação o clínica na diurese em 24 hs para paciente de 1 quilo	Interpretação clínica na diurese em 24 hs para paciente de 500 gramas	Ganho em volume absoluto (ml)
Média (desv. Pad)	Diferenças entre as médias/24h (g)	ml/h	Diferenças entre as médias/24h (g)	ml/Kg/h	ml/Kg/h	ml
Aberta seca	0,00	0,00	+10,0	+0,41	+0,82	+10,0
Fechada seca	-0,08	-0,03	+1,92	+0,08	+0,16	+1,92
Úmida aberta	-1,72	-0,07	+2,32	+0,09	+0,18	+2,32
Úmida fechada	-2,20	-0,09	+1,96	+0,08	+0,16	+1,96
Aberta úmida com frasco	-3,80	-0,15	+2,72	+0,11	+0,22	+2,72
Aberta Seca com frasco	-0,24	-0,01	+8,64	+0,36	+0,72	+8,64

Considerando um paciente de 1 quilo ou mais, a significância clínica do acréscimo nas mensurações da fralda é pequena, aproximadamente, 10ml/Kg no balanço final, entretanto, em um paciente com 500 gramas, seria 20ml/Kg, valor com significância clínica, portanto, podemos considerar nestes casos um ganho de 10 ml em 24 horas de valor absoluto, no caso de fraldas abertas secas a 80%. A situação clínica em que isso acontece é quando as incubadoras estão umidificadas aguardando o nascimento com a fralda exposta ao ambiente umidificado.

Foto do experimento

Figura 15. Incubadora umidificada.

Na situação de fralda aberta e seca, o ganho em situações de umidificação de 80% seria 8,64ml no paciente com 1 quilo e 17,20 em paciente com 500g.

Essas variações de peso no balanço hídrico de crianças de extremo baixo peso, pode induzir a decisões clínicas equivocadas, por exemplo, um paciente de 500g com balanço hídrico 20ml/Kg negativo, não necessitaria de intervenção clínica, entretanto, se for somado as perdas o volume de 20 ml/kg, proveniente da absorção da fralda, a equipe de saúde, entenderia, que houve um balanço negativo de 40ml/Kg, necessitando provavelmente de aumento da oferta hídrica, portanto, induzindo as decisões clínicas de modo errôneo.

Porém, não é viável estabelecer um valor fixo para uso clínico, porque, quando o paciente urina e satura o gel, a absorção diminui significativamente, de 10ml para 2,32ml. Não é possível prever o momento que haverá diurese e diminuirá a absorção, assim como, a composição das fraldas que são diferentes dependendo da marca. Portanto em situações onde o uso de fralda aberta é imprescindível com no caso de fototerapia, o balanço hídrico deve ser avaliado com cuidado e outros fatores como peso, densidade urinária e sódio sérico obrigatoriamente que devem ser considerados.

Nas outras situações em que é possível o uso da fralda fechada, esse modo é recomendado, porque a absorção da fralda fechada é insignificante clinicamente, totalizando um valor absoluto em 24 horas em fraldas secas fechadas a 80%, de 1,92ml.

Outro hábito comum em UTI neonatal brasileiras é o uso de balanças de baixa precisão para pesagem de fraldas, entretanto, essas pesagens não têm utilidade clínica alguma.

Também as fraldas utilizadas em UTI são de diferentes marcas, podendo ocorrer diferença na composição e fabricação das mesmas, interferindo na absorção em umidade, uma vez que o gel exerce fator importante nesse aspecto.

Tabela 10. Comparação entre as medidas dos pós teste da balança de alta precisão e as medidas dos pós teste da balança de baixa precisão

Umificação (fralda)	Balança de Alta Precisão	Balança Baixa precisão
	(Medidas pós experimento) (g) (desvio padrão)	(Medidas pós experimento) (g) (desvio padrão)
Aberta seca a 40%	18,67 (0,24)	20,00 (0,00)
Fechada seca a 40%	18,61 (0,29)	20,00 (0,00)
Aberta seca a 80%	21,35 (0,46)	20,00 (0,00)
Fechada seca a 80%	19,33 (0,49)	20,00 (0,00)
Úmida aberta a 30%	27,13 (0,98)	29,50 (1,53)
Úmida fechada a 30%	26,67 (0,78)	27,75 (2,55)
Úmida aberta a 40%	23,93 (0,49)	28,00 (2,51)
Úmida fechada a 40%	27,59 (0,94)	30,00 (0,00)
Úmida aberta a 80%	25,68 (0,47)	30,00 (0,00)
Úmida fechada a 80%	27,13 (0,91)	30,00 (0,00)
Aberta Úmida com frasco a 30%	22,22 (0,78)	22,50 (2,67)
Aberta Úmida com frasco a 40%	23,93 (0,49)	21,87 (2,58)
Aberta Úmida com frasco a 80%	25,68 (0,47)	25,00 (0,00)
Aberta Seca com frasco a 40%	17,33 (0,24)	20,00 (0,00)
Aberta Seca com frasco a 80%	17,57 (0,36)	20,00 (0,00)

Podemos observar que as balanças de baixa precisão, não conseguiram detectar a diferença de peso entre as fraldas, sendo que, na maioria dos experimentos, obtivemos um valor igual a zero na maioria das mensurações.

Nas únicas situações em que foi possível detectar diferença, foi quando as fraldas estavam úmidas e mesmo assim, podemos observar um grande desvio padrão.

7. CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Não é possível a determinação de um padrão de absorção das fraldas em unidades neonatais, porque, fatores como a saturação do gel com diferentes volumes de diurese, interferem na capacidade de absorção das fraldas.

Nas unidades neonatais, deve-se utilizar a fralda fechada para a mensuração de diurese.

Quando o uso da fralda aberta é imprescindível como no caso de fototerapia, o balanço hídrico deve ser avaliado com cuidado e outros fatores como peso, densidade urinária e sódio sérico obrigatoriamente devem ser considerados.

Para mensuração de diurese em neonatologia, sempre devem ser utilizadas balanças de alta precisão.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silveira MF, Santos IS, Barros AJD, Matijasevich A, Barros FC, Victora CG. Aumento da prematuridade no Brasil: revisão de estudos de base populacional. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2008 Oct;42 (5): 957-964.
2. Leal, MC. Nascer no Brasil: inquérito nacional sobre parto e nascimento. <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/prematuridade-provocada-por-intencao-medica-chega-40-no-brasil>. Acesso 15/03/2017.
3. <https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/c0104-htm>. Acesso em 15/03/2017.
4. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS [Internet]. Informações de Saúde. Estatísticas vitais. Mortalidade e nascidos vivos: nascidos vivos desde 1994. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2014 [citado 2014 Abr 16]. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>
5. Lansky S, França E, Ishitani L, Perpétuo IHO. Evolução da mortalidade infantil no Brasil: 1980 a 2005. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde Brasil 2008: 20 anos SUS no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2009; p.239-266.
6. Santos IS, et al. Infant mortality in three population-based cohorts in Southern Brazil:trends and diferentials. *Cad. Saúde Pública*. 2008 Jan;24(supl 3):451-460.
7. Matijasevich A, et al. Perinatal mortality in three population-based cohorts from Southern Brazil: trends and diferences. *Cad. Saúde Pública*. 2008 Jan;24(supl 3):399-408.
8. Doyle LW. Evaluation of neonatal intensive care for extremely-low-birth-weight infants. *Semin Fetal Neonat Med*. 2006 Apr;11(2):139-45.
9. Gomella TL (Ed). Neonatology: Management, Procedures, On-Call Problems, Dases and Drugs. Fifth Edition. New York, McGraw-Hill, 2004; 123.
10. Amey M, Butchard N, Hanson L, Kinross D, Mannion M, Parsons J, Wright IM. Cautionary tales from the neonatal intensive care unit: Diapers may mislead urinary output estimation in extremely low birthweight infants. *Pediatr Crit Care Med*. 2008 Jan;9(1):76-9.
11. Marcondes E, et al. *Pediatrics básica*. 9.ed. São Paulo: Sarvier; 2002.
12. Margotto PR, Resende JG. RN de muito baixo peso. Assistência ao Recém-nascido de Risco. 2.ed. 2006.
13. Margotto PR, Paula AMC. Hidratação venosa. Assistência ao Recém-nascido de Risco. 2.ed. 2004.
14. Cartlidge P. The epidermal barrier. *Semin Neonatol*. 2000 Nov; 5(4):273-80.
15. Rutter N, Hull D. Water loss from the skin in term and preterm babies. *Arch Dis Child*. 1979 Nov; 54(11): 858-868

16. Terue JAL, et al. Bioquímica para ciências de la salud. 2.ed. Madrid: Interamericana, 1997.
17. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Atenção à Saúde do Recém-Nascido. Guia para os profissionais de saúde. Intervenções comuns, icterícia e infecções. 2 ed. Atualizada. Brasília, 2014; vol. (2); Cap.12. Administração de líquidos e eletrólitos.
18. Flenady VJ, Woodgate PG. Radiant warmers versus incubators for regulating body temperature in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD000435.
19. Kalia YN, Nonato LB, Lund CH, Guy R. Development of skin barrier function in premature infants. *J Invest Dermatol.* 1998 Aug;111(2):320-6.
20. Hey E, Katz G. The optimum thermal environment for naked babies. *Archives of Disease in Childhood.* 1970 Jun;45(241):328-334.
21. Iaione F, Moraes, R. Equipamento para avaliação de funcionalidade de incubadoras para recém-nascidos. *Rev. Bras. de Engenharia Biomédica.* 2002 set/dez;18(3):151-162.
22. Bell EF, OH W. Fluid and Electrolyte Maagement. In: Macdonald MG, Mullett MD, SESHIA MMK. (Ed). *Avery's neonatology pathophysiology and management of newborn.* 6.ed. Philadelphia: Lippincott Willians&Wilkins, 2005; p.362-379.
23. Vaz FAC, Lauridser E. Troster EJ. Alimentação do Recém-nascido Pré-Termo: Considerações Atuais. *Pediatr. (S.Paulo).* 1985; 7:3-14.
24. Evora PRB, Reis CL, Ferez MA, Conte DA, Garcia LV. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrolítico e do equilíbrio ácido-básico - Uma revisão prática. *Medicina, Ribeirão Preto.* 1999 out./dez; 32:451-469.
25. Tamez RN. Enfermagem na UTI neonatal: Assistência ao recém-nascido de alto risco. 3.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006.
26. Hellerstein S. Fluid and electrolytes: clinical aspects. *Pediatr Rev.* 1993 Mar;14(3):103-15.
27. Bongard FS, Sue DY. Fluid, electrolytes & acid-base. In: Bongard FS, Sue DY, eds. *Current critical care diagnosis & treatment.* Norwalk: A Lange; 1994; p.294-342.
28. Hellerstein S. Fluid and electrolytes: physiology. *Pediatr Rev.* 1993; 14:70-9.
29. Colvero AP, Colvero MO, Fiori RM. Módulo de Ensino Fototerapia. *Scientia Medica.* 2005; 15(2):125-32.
30. Bittar DB, Pereira LV, Lemos RCA. Sistematização da assistência de enfermagem ao paciente crítico: proposta de instrumento de coleta de dados. *Texto & Contexto Enferm.* Florianópolis, 2006 out/dez; 15(4):617-28.
31. Foxman B. Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity, and economic costs. *Am J Med.* 2002 Jul;113(supl 1):5-13.
32. Carvalho M. Tratamento da icterícia neonatal. *J. Pediatr.* 2001;77(supl 1):71-80.

-
33. Sociedade Mineira de Pediatria [Internet]. [cited 2010 jun 30]. SMP - Sociedade Mineira de Pediatria. Available from: <http://www.smp.org.br>.
 34. Campos ACS, Cardoso MVLML. O recém-nascido sob fototerapia: a percepção da mãe. *Rev. Latin-Am. Enf.* 2004 Jul/Agost;12(4):606-13.
 35. Carvalho M. Otimização do uso da fototerapia no período neonatal. In: Procianoy RS, Leone CR. Programa de atualização em Neonatologia: ciclo 1: módulo 1. Porto Alegre: SBP-RS. 2003; p.11-27.
 36. Deustsch ADA. Icterícia Neonatal e Fototerapia. In: Leone CR, Tronchin DMR. Assistência integrada ao Recém-nascido. São Paulo: Atheneu. 1996; p.171-327.
 37. Department of Neonatal Medicine Protocol Book - Royal Prince Alfred Hospital. Disponível em: www.neonatology.org. Acesso em: 26/03/2019.
 38. Cooke R, Werkman S, Watson D. Urine output measurement in premature infants. *Pediatrics*. 1989 Jan;83(1):116-118.
 39. Oddie S, Adappa R, Wyllie J. Measurement of urine output by weighing nappies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*. 2004 Mar; 89(2):180-181.
 40. Hermansen MC, Buches M. Urine output determination from superabsorbente and regular diapers under radiante heat. *Pediatrics*. 1988 Mar; 81(3):428-31.
 41. Harpin VA, Rutter N. Humidification of incubators. *Archives of Disease in Childhood*. 1985; 60:219-224.
 42. Pampers site oficial. Disponível em: https://www.pampers.com.br/?gclid=EAlaIQobChMIze653Jim5AIVDYSRCh0ggjG9EAAYASAAEgKj7_D_BwE. Acesso em: 28/08/2019.