

# Impacto da fisioterapia aquática em UTIN sobre a mobilidade diafragmática avaliada por ultrassonografia cinesiológica: ensaio clínico

## Impact of Aquatic Therapy in the NICU on diaphragmatic mobility assessed by ultrasound: clinical trial

Kely Cristina Liberato<sup>1</sup>   
Marimar Goretti Andreazza<sup>2</sup>   
Marciane Sanches de Assis<sup>3</sup>   
Ana Lucia Figueiredo Sarquis<sup>4</sup> 

Demetria Monteiro Kovelis<sup>5</sup>   
Evellin de Oliveira Gomes<sup>6</sup>   
Monica Nunes Lima<sup>7</sup>   
Vera Lúcia Israel<sup>8</sup> 

<sup>1,3-8</sup>Universidade Federal do Paraná (Curitiba). Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Autora para correspondência. Universidade Federal do Paraná (Curitiba). Paraná, Brasil. marimar.andreazza@gmail.com

**RESUMO | INTRODUÇÃO:** A fisioterapia aquática é uma modalidade de hidroterapia realizada em recém-nascidos (RN) nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN). Os efeitos sobre nível de dor, estado comportamental e função respiratória já são conhecidos, porém pouco se refere aos efeitos sobre a função diafragmática na população recém-nascida a termo prematura. **OBJETIVO:** Avaliar o efeito da fisioterapia aquática sobre a amplitude diafragmática por meio da ultrassonografia cinesiológica diafragmática (USCD) em RNs internados em UTIN, bem como a segurança de sua realização quanto a estabilidade clínica dos RNs, estado comportamental, dor e desconforto respiratório. **MÉTODOS:** Ensaio clínico tipo antes e depois, de caráter transversal. Os RNs participantes do estudo receberam uma única intervenção com fisioterapia aquática durante 10 minutos. Foi realizada a avaliação utilizando a USCD antes e depois da sessão, e anotado as frequências cardíaca e respiratória, estado comportamental, dor e desconforto respiratório. **RESULTADOS:** Participaram 26 RNs. Observou-se aumento significativo da amplitude diafragmática ( $p=0,02$ ) e da saturação periférica de oxigênio ( $p=0,05$ ); os parâmetros fisiológicos permaneceram nos limites da normalidade e a intervenção não provocou desorganização comportamental, dor ou desconforto respiratório aos RNs. **CONCLUSÃO:** A fisioterapia aquática promoveu aumento da amplitude diafragmática, sugerindo que esta técnica pode ser utilizada como forma de estimular a contração da musculatura respiratória em RN, além de se mostrar uma técnica segura, pois não gerou instabilidade clínica, desorganização comportamental, dor ou desconforto respiratório aos participantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidroterapia. Fisioterapia Aquática. Ultrassonografia. Diafragma. Recém-nascido.

**ABSTRACT | INTRODUCTION:** Aquatic physiotherapy is a modality of hydrotherapy performed on newborn babies (NB) in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU). The effects on pain levels, behavior, and respiratory function are already known; however, little has been said about the effects on diaphragmatic function in the preterm newborn population. **OBJECTIVE:** To evaluate the effect of aquatic physiotherapy on diaphragmatic amplitude using diaphragmatic kinesiological ultrasound (DKUS) in NBs admitted to a NICU, as well as the safety regarding the clinical stability of the NBs, behavioral state, pain, and respiratory distress. **METHODS:** Cross-sectional before-and-after clinical trial. The NBs participating in the study received a single intervention with aquatic physiotherapy for 10 minutes. An assessment was performed using the USCD before and after the session, and heart and respiratory rates, behavioral state, pain, and respiratory discomfort were recorded. **RESULTS:** Twenty-six NBs participated. There was a significant increase in diaphragmatic amplitude ( $p=0.02$ ) and peripheral oxygen saturation ( $p=0.05$ ); physiological parameters remained within normal limits, and the intervention did not cause behavioral disorganization, pain, or respiratory discomfort in NBs. **CONCLUSION:** Aquatic physiotherapy promoted an increase in diaphragmatic amplitude, suggesting that this technique can be used as a way to stimulate the contraction of the respiratory muscles in NB, in addition to being a safe technique, as it did not generate clinical instability, behavioral disorganization, pain, or respiratory discomfort to the participants.

**KEYWORDS:** Hydrotherapy. Aquatic Therapy. Ultrasonography. Diaphragm. Newborn.

## 1. Introdução

Durante a gestação, o feto tem no útero um ambiente com condições ideais para seu desenvolvimento, com temperatura controlada, estímulos luminosos e sonoros filtrados e a presença do saco amniótico, que está cheio de líquido de alta densidade, proporcionando movimentação espontânea ampla e rica, livre de gravidade. As paredes uterinas e a placenta oferecem contenção e estabelecem limites físicos que mantêm o feto em posição flexionada e alinhada, o que é crucial para seu desenvolvimento estrutural típico.<sup>1-3</sup>

Nascendo antes de 37 semanas, o recém-nascido (RN) pode ser admitido em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) e, durante o internamento, é exposto a estímulos e procedimentos necessários para garantir sua sobrevivência, os quais podem causar dor e desconforto.<sup>1,2</sup> Causando alterações cardiorrespiratórias, hormonais e comportamentais como resposta a esse estresse sofrido, colocando em risco sua fisiologia e o funcionamento de seus subsistemas (motor, estados comportamentais, atenção/ interação e regulador).<sup>1,3,4</sup>

Além disso, a mecânica respiratória do RN sofre desvantagens, pela imaturidade dos músculos respiratórios, caixa torácica altamente complacente com costelas horizontalizadas, além do diafragma, principal músculo inspiratório — o qual tem sua estrutura com fibras musculares com pouca reserva, sendo mais propenso à fadiga —, que quando contrai, move-se caudalmente, aumentando a dimensão da caixa torácica, diminuindo a pressão pleural, aumentando a pressão abdominal e, conseqüentemente, a pressão transdiafragmática (Pdi), que é a diferença de pressão nas cavidades abdominal e torácica, provocando a entrada de ar nos pulmões.<sup>5,6</sup>

A função respiratória depende da mobilidade do diafragma, com a relação comprimento-tensão ideal, e da interação eficiente com os músculos abdominais.<sup>7</sup> Sabe-se que o diafragma é responsável por três quartos do aumento do volume pulmonar durante a respiração silenciosa<sup>8</sup> e, em indivíduos saudáveis, existe uma correlação moderada entre excursão do diafragma e marcadores de capacidade de geração de pressão.<sup>9</sup> A eficiência contrátil do diafragma é diretamente proporcional a idade gestacional (IG) ao nascimento; quanto maior a IG, maior será a Pdi ou pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>).<sup>5</sup>

Ademais, os RNs internados cursam com diversas patologias respiratórias que influenciam na biomecânica respiratória, interferindo nesse sistema respiratório.<sup>1,6</sup>

Visando a prevenção e reabilitação de disfunções decorrentes dos tratamentos que o RN é exposto e do tempo de hospitalização na UTIN, o fisioterapeuta dispõe de estratégias baseadas na assistência humanizada como a fisioterapia aquática.<sup>4</sup> Esta, segundo Anjos<sup>4</sup>, busca simular as sensações vivenciadas dentro do útero materno, proporcionando relaxamento, segurança e limite corporal ao RN. O ambiente líquido facilita a movimentação espontânea, promove propriocepção, organização postural e, em associação a aplicação do calor, há aumento do fluxo circulatório, diminuindo espasmos musculares com conseqüente relaxamento muscular, redução de dor e estresse, favorecendo um funcionamento adequado do sistema musculoesquelético e do estado comportamental e fisiológico do organismo.<sup>3,4,10</sup>

Os benefícios da fisioterapia aquática sobre o controle da dor, estado comportamental e parâmetros fisiológicos dos recém-nascidos já são descritos, porém pouco se estuda sobre seus efeitos no sistema respiratório, em especial na função diafragmática. Sabe-se que a mecânica pulmonar fica alterada quando o corpo está em imersão ao nível da vértebra C7, pois os músculos respiratórios recebem a atuação da pressão hidrostática como carga para sua contração durante a inspiração, tornando-se um exercício para essa musculatura.<sup>10</sup> O diafragma se desloca em direção cefálica, causando a diminuição da capacidade vital, da capacidade residual funcional e do volume de reserva expiratório, somado à ação da pressão hidrostática sobre a caixa torácica, a imersão gera um aumento do trabalho respiratório.<sup>11</sup> No entanto, não existem estudos que mensuram a excursão diafragmática após a imersão em água.

Uma forma de avaliar a movimentação diafragmática é com a ultrassonografia cinesiológica diafragmática (USCD). O uso do ultrassom para avaliar a função da bomba muscular respiratória é relativamente novo.<sup>12</sup> Trata-se de um exame não invasivo, isento de ionização e que pode ser realizado à beira do leito, para avaliação e monitoramento. Fornece informações precisas e em tempo real, com dados que podem ser úteis para orientar a escolha de técnicas e parâmetros para a fisioterapia respiratória.<sup>13</sup> Ao longo dos últimos anos, evidências circunstanciais sugerem

que a monitorização da musculatura respiratória pode interferir no atendimento clínico na Unidade de Terapia Intensiva (UTI).<sup>14</sup>

Em vista disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da fisioterapia aquática sobre a função diafragmática do recém-nascido, mensurando a amplitude diafragmática por meio da USCD, bem como avaliar a segurança da realização da fisioterapia aquática sobre a estabilidade clínica dos participantes, monitorando suas respostas fisiológicas, comportamentais, nível de desconforto respiratório e presença de dor do RN à intervenção.

## 2. Métodos

Trata-se de um ensaio clínico tipo antes e depois, de caráter transversal. Cada participante recebeu uma intervenção da fisioterapia aquática e avaliação pela USCD antes e depois.

### 2.1 Participantes

O estudo foi realizado no período de janeiro a julho de 2022, com RNs admitidos na UTIN de um hospital universitário. Os responsáveis pelos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do hospital onde foi realizado o estudo.

Foram incluídos os RNs com no mínimo 30 semanas de idade gestacional, com peso mínimo de 1250 gramas no momento da intervenção, tendo entre 7 e 28 dias de vida, estáveis clinicamente, com nutrição enteral plena, em processo de ganho de peso diário, com oxigenoterapia ou em ar ambiente e normotermia (temperatura entre 36,4 e 37,8). Foram excluídos RNs que apresentassem: instabilidade hemodinâmica, dispositivos invasivos (acesso venoso central e periférico, cateter umbilical, gastrostomia, traqueostomia plástica ou metálica), presença remanescente do cordão umbilical, lesões de pele, doenças infecciosas e presença de imobilização ortopédica.

### 2.2 Procedimentos gerais

Após a seleção dos participantes aptos para o estudo, foram coletados dos respectivos prontuários dados para a caracterização da amostra, como nome,

peso e idade gestacional ao nascimento, peso e idade corrigida no momento da coleta, via de alimentação, diagnóstico clínico, uso de oxigênio suplementar e as demais variáveis, como sinais vitais (temperatura corporal axilar, frequências cardíaca e respiratória e saturação periférica de oxigênio), escalas *Neonatal Infant Pain Scale* (NIPS-Brasil), Boletim de Silverman-Andersen (BSA), escala de avaliação do ciclo de sono e vigília adaptada de Brazelton e avaliação da USCD. Antes de manusear o RN para o ofurô, foram coletados os dados de avaliação iniciais e em seguida realizada a higiene íntima e contenção do RN com o tecido. Após a fisioterapia aquática, todas as variáveis foram reavaliadas, sendo a USCD a última avaliação, realizada após 15 minutos do término da terapia.

### 2.3 Procedimentos específicos

Para a avaliação da amplitude diafragmática utilizou-se o aparelho de ultrassom da marca Sonosite, modelo M-turbo. O RN foi mantido em decúbito dorsal, recebendo contenção com as mãos por um dos avaliadores, mantendo a cabeça centralizada e membros inferiores flexionados. Utilizou-se o transdutor convexo posicionado na linha subcostal direita, usando o fígado como janela acústica e visualização em modo B mensurado em modo M. Após o congelamento da imagem, foram selecionadas 3 ondas de incursões diafragmáticas e a amplitude foi medida da base até o pico de cada onda, mensurado por dois avaliadores.

O monitoramento dos parâmetros fisiológicos deu-se pela aferição da temperatura corporal axilar (TAX – valores normais entre 36,5 e 37,2°C) por meio de um termômetro axilar digital. A frequência cardíaca (batimentos por minutos – bpm; 110 a 170 bpm) e saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub> – 91 a 95%) obteve-se pelo oxímetro de pulso da marca *Covidien Nellcor*. A frequência respiratória (FR) foi contada durante 1 minuto (40 a 60 incursões por minuto - ipm).<sup>15</sup>

A escala NIPS foi utilizada para avaliar a presença de dor nos RNs. São analisados seis itens (expressão facial, choro, respiração, braços, pernas e estado de consciência), com pontuação variando de 0 a 2 para cada item. O escore total varia de 0 a 7 e considera-se presença de dor em pontuações acima de 3.<sup>16</sup>

O esforço respiratório foi quantificado pelo BSA, que avalia os seguintes parâmetros: retração intercostal superior, retração intercostal inferior, retração xifóide, batimento de asa nasal e gemido expiratório.

Cada parâmetro é pontuado entre 0 (ausência de alterações respiratórias) e 2 (importante alteração respiratória). A soma de todos os parâmetros indica o estado respiratório da criança, sendo 0 a ausência de desconforto respiratório, 1 a 3 considerado desconforto leve, 4 a 6 moderado e igual ou acima de 7 desconforto respiratório grave.<sup>17</sup>

O estado comportamental foi definido de acordo com a escala de Brazelton modificada, que avalia diferentes estados de sono e alerta: (1) sono profundo, sem movimentos e respiração regular; (2) sono leve, olhos fechados com algum movimento corporal; (3) sonolento, olhos abrindo e fechando; (4) alerta inativo, acordado, olhos abertos com movimentos corporais mínimos; (5) alerta ativo, totalmente acordado com movimentos corporais vigorosos e (6) choro.<sup>18</sup>

## 2.4 Preparação do ambiente

O protocolo foi realizado 90 minutos após a mamada. A fisioterapia aquática foi realizada em um balde, que foi preenchido com aproximadamente 5 litros de água, com temperatura entre 36,6 e 37,5°C, mensurado com termômetro de banho. O tempo de imersão foi estipulado em 10 minutos. O RN recebia contenção com tecido macio até a altura do ombro, sem fralda, mantendo corpo em postura flexora. O pesquisador segurava o participante posicionando uma de suas mãos em região cervical e outra na região sacral, mantendo o padrão flexor, e gentilmente o colocava dentro do balde, imergindo lentamente, em postura verticalizada com os pés para baixo, até que a água estivesse na altura dos ombros. Após período de adaptação na água, o pesquisador posicionava suas mãos lateralmente à cabeça do RN, sendo mantido submerso por meio da flutuação assistida. O pesquisador realizava movimentos suaves de deslocamento

anteroposterior e látero-lateral do corpo do RN, respeiando a movimentação espontânea dele.

Após 10 minutos de imersão, o pesquisador retira o RN do balde em postura flexora, enrolando rapidamente em um tecido macio, não permitindo perda de temperatura corporal. Passados 15 minutos do término da fisioterapia aquática, realizava-se nova avaliação dos dados vitais e, em seguida, a USCD.

## 2.5 Análise estatística

Após a coleta, os dados obtidos foram transportados para planilha *Excel* para posterior análise pelo *software Statsoft®*. Para o cálculo do tamanho da amostra foi considerada a questão principal do estudo, avaliação da amplitude diafragmática antes e depois da fisioterapia aquática. A equação realizada para comparação de dois grupos com amostras pareadas e variáveis quantitativas, com nível de significância igual a 0,05, considerou um tamanho de amostra de 26 participantes. A avaliação pela USCD foi realizada por dois avaliadores fisioterapeutas treinados, sendo realizado teste de concordância entre as avaliações.

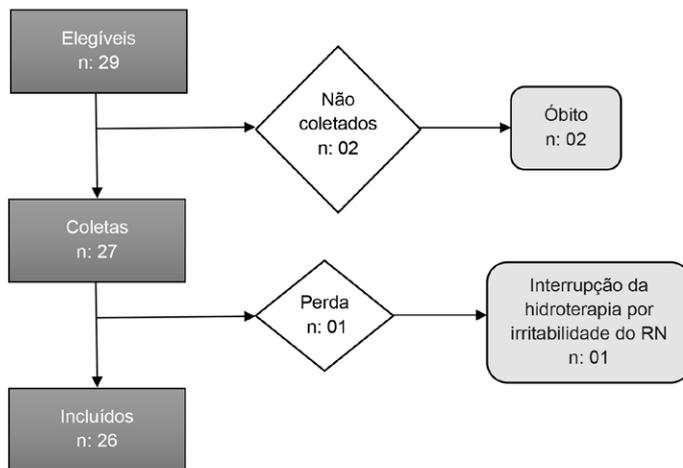
No estudo das variáveis, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade. O teste T pareado foi usado para as variáveis que seguiram uma normalidade e o teste de Wilcoxon para as que não seguiram. Para avaliar a confiabilidade da avaliação ultrassonográfica, utilizou-se o coeficiente de concordância de Linn para avaliação intra-observador.

Este estudo recebeu aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do hospital onde foi realizado o estudo (sob CAAE 52216521.5.0000.0096 e protocolo número 5.075.270) e está registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) com código RBR-4kfh2bk.

### 3. Resultados

O procedimento de seleção de participantes está descrito no fluxograma apresentado na Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma de inclusão de participantes na pesquisa



Fonte: as autoras (2023).

Participaram do estudo 26 recém-nascidos. Suas características ao nascimento e no momento da coleta estão representadas na Tabela 1. Considerou-se muito prematuros os nascidos entre 28 e 31 semanas e 6 dias, prematuro moderado entre 32 e 33 semanas e 6 dias, prematuro tardio entre 34 e 36 semanas e 6 dias e recém-nascidos termo a partir de 37 semanas de idade gestacional ao nascimento.<sup>19</sup>

**Tabela 1.** Características da amostra de acordo com idade gestacional ao nascimento e na coleta, classificação do grau de prematuridade, peso ao nascimento e na coleta, classificação do peso de acordo com a idade gestacional, suporte ventilatório na coleta e tempo total de internação (n = 26)

|   | n  |                        |
|---|----|------------------------|
| IGN (sem.) (média ± DP)                             |    | 33,8 (± 2,5)           |
| Muito prematuro (%)                                 | 5  | 19,23                  |
| Prematuro moderado (%)                              | 11 | 42,31                  |
| Prematuro tardio (%)                                | 7  | 26,92                  |
| Recém-nascido termo (%)                             | 3  | 11,54                  |
| Peso ao nascimento (g) (média ± DP)                 |    | 1.875,20<br>(± 523,90) |
| AIG (%)   | 17 | 65,38                  |
| PIG (%)   | 8  | 30,77                  |
| GIG (%)   | 1  | 3,85                   |
| Dias de vida na coleta (média ± DP)                 |    | 18,7 (±5,4)            |
| IGC (sem.) (média ± DP)                             |    | 36,3 (± 2,0)           |
| Peso na coleta (g) (média ± DP)                     |    | 2.001,00<br>(± 465,20) |
| Respiração em ar ambiente (%)                       | 23 | 88,46                  |
| Com oxigenoterapia (%)                              | 3  | 11,54                  |
| Tempo de internação na UTIN (Med em dias) (mín-máx) |    | 30 (9–47)              |

Legenda: IGN: Idade gestacional ao nascimento; AIG: Adequado para idade gestacional; PIG: Pequeno para idade gestacional; GIG: Grande para idade gestacional; UTIN: Unidade de Terapia Intensiva Neonatal; sem.: semanas; DP: desvio padrão; g: gramas; Med: mediana.

Fonte: as autoras (2023).

Para avaliação da mobilidade diafragmática por meio da USCD, utilizou-se o Teste T pareado entre os valores mensurados antes e depois da fisioterapia aquática. Considera-se diferença estatística significativa entre os grupos com p-valor < 0,05. Houve um aumento significativo da amplitude diafragmática (p= 0,02) e da SpO2 (p= 0,05). Os parâmetros fisiológicos permaneceram estáveis, oscilando dentro dos limites de normalidade, como um aumento de 0,1° na TAX e de 4,6 bpm de FC, além da redução de 2,5 ipm de FR, após a intervenção, todos sem significância estatística. Todos os valores encontram-se na Tabela 2, dividida por grupo antes e após a fisioterapia aquática.

**Tabela 2.** Amplitude diafragmática pela US e parâmetros fisiológicos antes e após a fisioterapia aquática (n = 26)

| Parâmetro                    | Antes          | Depois         | p    |
|------------------------------|----------------|----------------|------|
|                              | (Média ± DP)   | (Média ± DP)   |      |
| Amplitude diafragmática (mm) | 4,4 (±1,74)    | 5,4 (±1,38)    | 0,02 |
| SpO2 (%)                     | 95,8 (± 2,9)   | 97,1 (± 2,0)   | 0,05 |
| TAX (°C)                     | 36,7 (± 0,2)   | 36,8 (± 0,4)   | 0,8  |
| FC (bpm)                     | 142,3 (± 18,6) | 146,9 (± 15,6) | 0,2  |
| FR (ipm)                     | 51,2 (± 11,8)  | 48,7 (± 11,5)  | 0,3  |

Legenda: mm: milímetros; SpO2: saturação periférica de oxigênio; TAX: Temperatura corporal axilar; FC: frequência cardíaca (batimentos por minuto); FR: frequência respiratória (inspirações por minuto); Teste estatístico: T Student.

Fonte: as autoras (2023).

Após a intervenção, nenhum participante apresentou dor e o nível de desconforto respiratório não teve alterações significativas. O estado comportamental estava mais ativo após o protocolo ( $p=0,03$ ), porém em nível que não caracteriza desorganização comportamental, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Avaliação da dor pela escala NIPS, nível de desconforto respiratório avaliado pelo BSA, estado de sono e vigília pela escala Brazelton (n= 26)

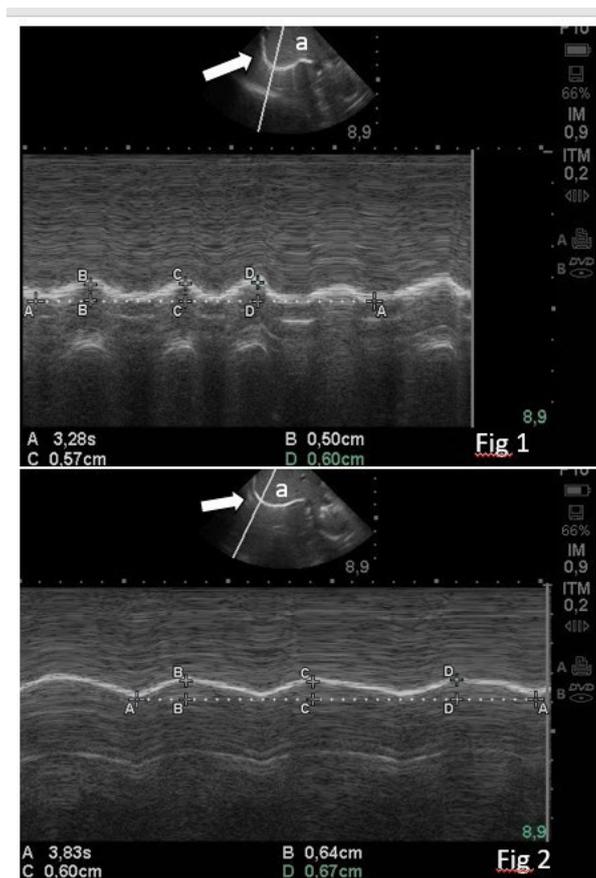
| Parâmetro |                 | Antes | %     | Depois | %     | p    |
|-----------|-----------------|-------|-------|--------|-------|------|
| NIPS      | Sim             | 1     | 3,85  |        | 0     | 1    |
|           | Não             | 25    | 96,15 | 26     | 100   |      |
| BSA       | Sem desconforto | 17    | 65,38 | 16     | 61,54 | 1    |
|           | Leve            | 9     | 34,62 | 10     | 38,46 |      |
| Brazelton | Sono profundo   | 8     | 30,77 | 2      | 7,69  | 0,03 |
|           | Sono leve       | 9     | 34,62 | 6      | 23,08 |      |
|           | Sonolento       | 4     | 15,38 | 9      | 34,62 |      |
|           | Acordado        | 3     | 11,54 | 9      | 34,62 |      |
|           | Alerta ativo    | 2     | 7,69  |        | 0     |      |

Legenda: NIPS: Neonatal Infant Pain Scale; BSA: Boletim de Silverman-Andersen; Brazelton: escala de avaliação do ciclo de sono e vigília; Teste estatístico: Qui quadrado de Pearson.  
Fonte: as autoras (2023).

Para avaliar a concordância entre os dois avaliadores sobre a amplitude diafragmática, foi realizado o teste de Concordância de Lin, que avalia a reprodutibilidade das medidas, sendo que o valor 1 indica a concordância máxima. Utilizando o coeficiente de concordância de Lin, encontrou-se uma estimativa de 0,98 e intervalo de confiança de 95% de 0,948-0,992.

Na Figura 2, apresentamos a imagem ultrassonográfica da amplitude da excursão diafragmática, antes e após a terapia aquática. Usamos o fígado como janela acústica e o diafragma aparece como uma linha hiperecótica. Para mensurar, traçamos uma Linha A para marcar o início da contração do diafragma. Na sequência, mensuramos três movimentos respiratórios consecutivos, representados pelos pontos B, C e D.

**Figura 2.** Imagem Ultrassonográfica do diafragma e no modo m, da excursão diafragmática, antes e após a terapia aquática



Legenda: a: Fígado → Diafragma.

Fonte: as autoras (2023).

#### 4. Discussão

A fisioterapia aquática aumentou a amplitude diafragmática em RNs termo e prematuros internados avaliados pela USCD, refletindo num aumento da saturação periférica de oxigênio. Os demais parâmetros fisiológicos permaneceram dentro da normalidade, sem presença de dor ou desconforto respiratório e o estado comportamental mais ativo em comparação com antes da fisioterapia aquática. O resultado encontrado pode ser relacionado à resposta do diafragma durante a imersão, visto que a mecânica pulmonar sofre influências da pressão hidrostática, tendo resistência no momento da inspiração e, conseqüentemente, maior carga sobre os músculos inspiratórios, especialmente o diafragma.<sup>11</sup>

Para o público pediátrico, o estudo de Braga et al.<sup>20</sup> avaliou os efeitos da fisioterapia aquática sobre a PImáx de crianças com média de 12 anos com Síndrome de Down e também encontrou aumento significativo após as 10 sessões de hidroterapia. No estudo de Ho et al.<sup>21</sup>, que comparou as avaliações de espirometria com USCD com crianças e adolescentes saudáveis, encontrou-se relação positiva entre a excursão do diafragma, a espirometria e as pressões respiratórias. No estudo de Sandi e Silva<sup>11</sup> foi encontrado um aumento na pressão inspiratória máxima (PImáx) com manovacuometria em jovens saudáveis após 20 minutos de imersão do corpo ao nível dos ombros, sem a realização de exercícios específicos, demonstrando que a imersão do corpo pode aumentar a força muscular inspiratória.

Com relação à avaliação da amplitude diafragmática pela USCD, conhecer a mobilidade diafragmática do paciente auxilia no direcionamento do tratamento e os benefícios gerados. Também relata que mesmo pequenas mudanças no movimento do principal músculo da respiração podem repercutir na ventilação pulmonar e, conseqüentemente, na realização das atividades de vida diária.<sup>12</sup>

Os resultados encontrados corroboram estudos de fisioterapia aquática realizados em ambiente hospitalar por Tedesco et al.<sup>22</sup> e Novakoski et al.<sup>23</sup>, que obtiveram aumento da saturação periférica de oxigênio, observados após a fisioterapia aquática. As possíveis explicações estão relacionadas ao relaxamento oferecido pela água aquecida, capaz de gerar melhora na musculatura diafragmática<sup>23</sup> e, pela pressão hidrostática da água sobre o corpo em imersão, aumentar a pressão no sistema de retorno venoso<sup>11</sup>, direcionando o sangue dos membros inferiores para a região do tórax, com consequente aumento do fluxo sanguíneo pulmonar, favorecendo uma melhor troca gasosa, resultando em aumento da saturação periférica de oxigênio.<sup>24,25</sup>

Os parâmetros fisiológicos permaneceram estáveis antes e após a realização da fisioterapia aquática. Não houve prejuízos à termorregulação dos participantes, pelo fato da fisioterapia aquática ter sido realizado com a temperatura da água similar a temperatura corporal do RN (36,5–37°C), resultado também encontrado por Fonseca Filho et al.<sup>26</sup> e Tedesco et al.<sup>22</sup> As oscilações de FC e FR não foram significativas, permanecendo nos limites de normalidade. Nos estudos de Tedesco et al.<sup>22</sup> e Novakoski et al.<sup>23</sup>, a fisioterapia aquática também não desestabilizou os parâmetros fisiológicos dos participantes. Relacionamos estes achados aos efeitos da água aquecida, que causa relaxamento muscular, melhora o conforto e é capaz de diminuir o nível hormonal relacionado ao estresse, promovendo um relaxamento psicofisiológico ao RN.

Associado a estes resultados, não houve dor, nem aumento do desconforto respiratório e o estado comportamental manteve-se em níveis que não caracterizam desorganização comportamental após a fisioterapia aquática. Tais achados corroboram com os estudos de Novakoski et al.<sup>23</sup>, Tedesco et al.<sup>22</sup> e Lemos.<sup>27</sup> Esses benefícios são proporcionados em razão dos efeitos terapêuticos da água aquecida, como vasodilatação e aumento da circulação periférica, além da redução de espasmo muscular, com consequente relaxamento muscular geral, diminuindo níveis de cortisol. A fisioterapia aquática proporciona estimulação adequada, promovendo melhor

organização e adaptação ao ambiente, além de que, o ambiente líquido também provoca relaxamento, possivelmente por remeter ao RN a memória do ambiente intra-útero.<sup>23,26,28</sup> Todas essas variáveis demonstram a segurança da realização da fisioterapia aquática em RN, mantendo sua estabilidade clínica antes e após a intervenção.

Relacionando o resultado encontrado no presente estudo com os dos estudos citados, podemos sugerir que a realização da fisioterapia aquática foi uma forma que proporcionou estímulo à contração da musculatura diafragmática, atuando de forma positiva sobre o trabalho respiratório dos RNs, pois gerou aumento significativo da amplitude diafragmática, sem desencadear esforço respiratório ou dor, e proporcionou também um aumento na SpO<sub>2</sub>, resultados estes com importante relevância clínica.

Porém não foram encontrados estudos que utilizassem da avaliação diafragmática pela USCD tendo a fisioterapia aquática como intervenção, necessitando de mais estudos, com amostras maiores e que avaliem o diafragma pela USCD, bem como, avaliem os benefícios da fisioterapia aquática a longo prazo, como desmame ou independência de oxigênio, para que se possa aprofundar o conhecimento nesse contexto.

## 5. Conclusão

Em conclusão, a realização da fisioterapia aquática promoveu um aumento significativo da amplitude diafragmática, além de aumento na SpO<sub>2</sub>, sem causar instabilidade clínica aos RNs ou gerar dor ou desorganização comportamental. Sugere-se que a fisioterapia aquática é benéfica aos RNs acima de 30 semanas de IG, podendo ser utilizado como forma de estímulo à contração da musculatura diafragmática, além dos efeitos já conhecidos, como o estímulo sensorio-motor proporcionado pelo ambiente que remete à vivência intra-útero, promovendo organização comportamental e redução do estresse.

## Contribuições dos autores

Liberato KC participou da coleta, da formulação da hipótese, concepção, delineamento do estudo, análise, interpretação dos dados e redação do manuscrito. Andrezza MG e Assis MS trabalharam na coleta, na formulação da hipótese, concepção, delineamento do estudo, escrita, revisão do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. Sarquis ALF, Kovelis DM e Israel VL contribuíram na formulação da hipótese, concepção, delineamento do estudo, revisão do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. Lima MN participou da análise, interpretação dos dados, revisão do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. Gomes EO trabalhou na concepção do projeto, da formulação da hipótese, do delineamento do estudo, da revisão final do manuscrito e a aprovação final da versão a ser publicada.

## Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

## Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



## Referências

1. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. Atenção humanizada ao recém-nascido: método canguru – manual técnico [Internet]. 3a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2017. 342 p. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/atencao\\_humanizada\\_metodo\\_canguru\\_manual\\_3ed.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_humanizada_metodo_canguru_manual_3ed.pdf)
2. Waitzman KA. The Importance of Positioning the Near-term Infant for Sleep, Play, and Development. *Newborn Infant Nurs Rev.* 2007;7(2):76-81. <https://doi.org/10.1053/j.nainr.2007.05.004>

3. Silva HA, Silva KC, Reco MON, Costa AS, Soares-Marangoni DA, Merey LSF. Efeitos fisiológicos da hidroterapia em balde em recém-nascidos prematuros. *Rev Ter Ocup da Univ São Paulo* [Internet]. 2017;28(3):309-15. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/323612728\\_Efeitos\\_fisiologicos\\_da\\_hidroterapia\\_em\\_balde\\_em\\_recem-nascidos\\_prematuros\\_Physiological\\_effects\\_of\\_bucket\\_hydrotherapy\\_for\\_premature\\_newborns](https://www.researchgate.net/publication/323612728_Efeitos_fisiologicos_da_hidroterapia_em_balde_em_recem-nascidos_prematuros_Physiological_effects_of_bucket_hydrotherapy_for_premature_newborns)
4. Anjos FR, Nakato AM, Hembecker PK, Nohama P, Sarquis ALF. Effects of hydrotherapy and tactile-kinesthetic stimulation on weight gain of preterm infants admitted in the Neonatal Intensive Care Unit. *J Pediatr.* 2022;98(2):155-60. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2021.04.011>
5. Ghedini RG, Kaminski DM. Fisiologia muscular ventilatória do recém-nascido: implicações para a prática clínica. *PROFISIO – Programa Atualização em Fisioterapia Pediátrica e Neonatal Cardiorrespiratória e Terapia Intensiva.* 2019;35-60.
6. Dassios T, Vervenioti A, Dimitriou G. Respiratory muscle function in the newborn: a narrative review. *Pediatr Res.* 2022;91(4):795-803. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01529-z>
7. Brüggemann AKV, Leal BE, Gonçalves MA, Lisboa L, Tavares MGS, Paulin E. Mobilidade diafragmática direita e esquerda em indivíduos saudáveis e na doença pulmonar obstrutiva crônica. *Fisioter Pesqui.* 2018;25(2):126-33. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/16155925022018>
8. El-Halaby H, Abdel-Hady H, Alsawah G, Abdelrahman A, El-Tahan H. Sonographic Evaluation of Diaphragmatic Excursion and Thickness in Healthy Infants and Children. *J Ultrasound Med.* 2016;35(1):167-75. <http://doi.wiley.com/10.7863/ultra.15.01082>
9. Dres M, Demoule A. Monitoring diaphragm function in the ICU. *Curr Opin Crit Care.* 2020;26(1):18-25. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000682>
10. Kreling JC, Rosa TR. Hidroterapia em Unidade Neonatal. *ASSOBRAFIR Ciência* [Internet]. 2016;7(2):7-9. Disponível em: <https://assobrafirciencia.org/article/5dd5374d0e8825c82dc8fca6>
11. Sandi NEF, Silva LD. Análise comparativa da força dos músculos respiratórios em indivíduos saudáveis no solo e na piscina. *Fisioter Pesqui.* 2018;25(2):182-7. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17761325022018>
12. Tuinman PR, Jonkman AH, Dres M, Shi Z-H, Goligher EC, Goffi A, et al. Respiratory muscle ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications in ICU and ED patients-a narrative review. *Intensive Care Med.* 2020;46(4):594-605. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05892-8>
13. Neindre AL, Mongodi S, Philippart F, Bouhemad B. Thoracic ultrasound: Potential new tool for physiotherapists in respiratory management. A narrative review. *J Crit Care.* 2016;31(1):101-9. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.10.014>

14. Doorduyn J, Hees HWH, Hoeven JG, Heunks LMA. Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(1):20-7. <https://doi.org/10.1164/rccm.201206-1117cp>
15. United Medical Education. PALS Algorithms 2020 – Pediatric Advanced Life Support [Internet]. [s.d.]. Disponível em: <https://www.acls-pals-bls.com/algorithms/pals/>
16. Motta GCP, Scharodosim JM, Cunha, MLC. Neonatal Infant Pain Scale: Cross-Cultural Adaptation and Validation in Brazil. *J Pain Symptom Manage*. 2015;50(3):394-401. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2015.03.019>
17. Silverman WA, Andersen DH. A controlled clinical trial of effects of water mist on obstructive respiratory signs, death rate and necropsy findings among premature infants. *Pediatrics*. 1956;17(1):1-10. Citado em: PMID: [13353856](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13353856/).
18. Brazelton TB. Neonatal behavioral assessment scale. London: William Heinemann Medical Books; 1973.
19. World Health Organization, March of Dimes, The Partnership for Maternal, Newborn & Child Health, Save the Children. Born Too Soon: The Global Action Report on Preterm Birth [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2012. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241503433>
20. Braga HV, Dutra LP, Veiga JM, Pinto Junior EP. Efeito da Fisioterapia Aquática na Força Muscular Respiratória de Crianças e Adolescentes com Síndrome de Down. *Arq Ciências Saúde UNIPAR* [Internet]. 2019;23(1):9-13. Disponível em: <https://www.revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/6392>
21. Ho S, Rock K, Addison O, Marchese V. Relationships between diaphragm ultrasound, spirometry, and respiratory mouth pressures in children. *Respir Physiol Neurobiol*. 2022;305:103950. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2022.103950>
22. Tedesco NM, Nascimento ALF, Mallmann GS, Merey LSF, Raniero EP, Gonçalves-Ferri WA, et al. Bucket hydrokinesiotherapy in hospitalized preterm newborns: a randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract*. 2022;38(13):2452-61. <https://doi.org/10.1080/09593985.2021.1926025>
23. Novakoski KRM, Valderramas SR, Israel VL, Yamaguchi B, Andrezza MG. De volta ao meio líquido: efeitos da intervenção de fisioterapia aquática realizada em prematuros. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2018;20(6):566-75. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n6p566>
24. Soares DS. Efeitos em curto prazo da hidroterapia em lactentes com displasia broncopulmonar: resultados preliminares [dissertação] [Internet]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2020. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000234083>
25. Carregar RL, Toledo AM. Efeitos Fisiológicos e Evidências Científicas da Eficácia da Fisioterapia Aquática. *Movimenta* [Internet]. 2008;1(1):23-7. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/movimenta/article/view/7235>
26. Fonseca Filho GG, Passos JOS, Almeida VA, Ribeiro CMA, Souza JC, Silva GFA, et al. Thermal and cardiorespiratory newborn adaptations during hot tub bath: a randomized clinical trial. *Int Arch Med* [Internet]. 2017;10(85). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315997554\\_Thermal\\_and\\_cardiorespiratory\\_newborn\\_adaptations\\_during\\_hot\\_tub\\_bath](https://www.researchgate.net/publication/315997554_Thermal_and_cardiorespiratory_newborn_adaptations_during_hot_tub_bath)
27. Lemos GC, Almeida TVC, Pinto MM, Medeiros AIC. Efeitos da ofuroterapia no relaxamento e ganho de peso em recém-nascidos prematuros na unidade de cuidados neonatal. *Rev Pesqui Fisioter*. 2020;10(3):393-403. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v10i3.2953>
28. Aranha VP, Chahal A, Bhardwaj AK. Neonatal aquatic physiotherapy in neonatal intensive care units: A scoping review. *J Neonatal Perinatal Med*. 2022;15(2):229-35. <https://doi.org/10.3233/npm-210858>