

## COMPARAÇÃO ENTRE PARÂMETROS CINEMÁTICOS E DA HABILIDADE DE FLUTUAÇÃO EM CRIANÇAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE APRENDIZAGEM NO NADO CRAWL

Laryssa Freitas Piecha<sup>1</sup>, Marcos Franken<sup>1</sup>

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi comparar e correlacionar parâmetros cinemáticos e a habilidade de flutuação entre crianças de diferentes níveis de aprendizagem no nado crawl. Participaram deste estudo 16 crianças nadadoras de ambos os sexos, com idades entre oito e doze anos, integrantes de um projeto de natação escolar, foram divididas em dois grupos: iniciante (G1) e intermediário (G2). Em ambos os grupos, foram avaliados a habilidade de flutuação e uma repetição de 10 m em máxima intensidade no nado crawl e obtidas as seguintes variáveis: o tempo da habilidade de flutuação, o teste de desempenho motor do nado crawl (TDMNC), frequência média de ciclos (FC), distância média percorrida por ciclo (DC), velocidade média de nado (VN) e o índice de nado (IN). Os dados foram obtidos com uma câmera de vídeo (60 Hz - acoplada a um tripé na lateral da piscina, acima da linha da água), cronômetro e o software Kinovea. Comparações das variáveis entre os grupos foram realizadas e correlações foram testadas com  $\alpha$  de 5%. Assim, crianças do grupo G2 apresentaram maiores valores nas variáveis da posição do corpo, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, TDMNC, DC, VN e IN quando comparadas aos valores do grupo G1 ( $p < 0,05$ ). Ainda, foram identificadas que entre o TDMNC e as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN existe alta correlação (valores de  $r =$  entre 0,611 0,900). Portanto, os achados deste estudo indicam que as crianças nadadoras de nível intermediário de aprendizagem no nado crawl apresentaram maiores valores de TDMNC, da DC, da VN e do IN quando comparadas às de nível iniciante. Ainda, o TDMNC possui relação com as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN.

**Palavras-chave:** Biomecânica; Natação; Técnica.

Afiliação

<sup>1</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus de Santiago, RS, Brasil.

## COMPARISON BETWEEN KINEMATIC PARAMETERS AND FLOATING SKILL IN CHILDREN WITH DIFFERENT LEARNING LEVELS IN FRONT CRAWL SWIMMING

**Abstract:** The aim of this study was to compare and correlate kinematic parameters and floating ability among children of different learning levels in the front crawl. 16 swimming children of both sexes, aged between eight and twelve years old, who were part of a school swimming project, participated in this study and were divided into two groups: beginner (G1) and intermediate (G2). In both groups, floating ability and a repetition of 10 m at maximum intensity in front crawl swimming were evaluated and the following variables were obtained: the time of the floating skill, the test of motor performance of the front crawl (TMPFC), stroke rate (SR), stroke length (SL), mean swimming speed (SS) and swimming index (SI). Data were obtained with a video camera (60 Hz - attached to a tripod on the side of the pool, above the water line), stopwatch and Kinovea software. Comparisons of variables between groups were performed and correlations were tested with an  $\alpha$  of 5%. Thus, children in the G2 group presented higher values in the variables of body position, non-propulsive phase, propulsive phase, synchronization, TMPFC, SL, SS and, SI when compared to the values of the G1 group ( $p < 0.05$ ). Furthermore, it was identified that between the TMPFC and the variables of body position, leg movement, non-propulsive phase, propulsive phase, synchronization, SL, SS and SI there is a high correlation ( $r$  values = between 0.611 0.900). Therefore, the findings of this study indicate that children swimming at an intermediate level of learning in front crawl had higher values of TMPFC, SL, SS and SI when compared to those at a beginner level. Furthermore, the TMPFC is related to the variables of body position, leg movement, non-propulsive phase, propulsive phase, synchronization, SL, SS and SI.

**Key words:** Biomechanics; Swimming; Technique.

## Introdução

Durante o processo de ensino da natação, após a fase inicial de adaptação geral ao meio aquático, o nado crawl é considerado pelo modelo americano, o primeiro estilo convencional a ser ensinado em escolas de natação<sup>1,2</sup>. O nado crawl é composto por três componentes principais: movimentação de pernas e de braços, e respiração, sendo o considerado o mais rápido dos quatro estilos pela sua eficiência e movimento alternado de pernas e braços e o mais praticado na natação<sup>1-3</sup>. O deslocamento eficaz e eficiente do corpo na água exige uma ação coordenada de braços, pernas, tronco e cabeça, favorável à sua propulsão. Nesse sentido, a sincronização temporal dos movimentos desses vários componentes é essencial para a execução no nado crawl<sup>4</sup>.

Devido às características físicas do meio aquático, para uma melhor prática, é necessária atenção constante às técnicas de nado, que, quando corretamente executadas, possibilitam maior eficiência<sup>5-7</sup>. Em relação a posição do corpo no nado crawl, esta deve ser o mais paralelo possível à linha da superfície da água. Nesse sentido, a habilidade de flutuação do nadador deve ser levada em consideração, além da influência dos movimentos de braços e de pernas<sup>7-9</sup>. Para o corpo flutuar deve-se levar em consideração tanto o valor do empuxo total sobre o corpo, quanto a localização do centro de empuxo relativamente ao centro de massa<sup>10,11</sup>. Assim, a relação entre empuxo e densidade do corpo passa a ser fundamental, já que corpos mais densos precisariam ocupar maiores espaços da água para receber maiores empuxos e flutuar, já corpos menos densos, com menores valores de empuxo, flutuam mais facilmente. Neste sentido, a habilidade de flutuação pode ser considerada um dos aspectos mais importantes para manter o corpo em uma posição adequada durante a execução eficiente dos nados<sup>11,12</sup>.

Como a natação depende de habilidade técnica dos nadadores, parâmetros biomecânicos, tais como, as variáveis cinemáticas do nado, por meio da distância média percorrida por ciclo de braçada (DC), da frequência média de ciclos de braçadas (FC), da velocidade média de nado (VN) e do índice de nado (IN), podem ser influenciados pelo nível de aprendizagem no nado crawl<sup>13-15</sup>. Esses aspectos interferem sobre as forças resistivas e/ou propulsivas, influenciam mais no desempenho do que na própria capacidade de produção e liberação de energia para o deslocamento<sup>13</sup>. A DC depende das forças aplicadas pelo nadador na água em cada braçada e a FC depende do tempo gasto na execução das fases propulsiva e não-propulsiva das braçadas<sup>13-15</sup>. Pelo produto entre a FC e a DC, em uma determinada tarefa, pode-se obter a VN em metros por segundo ( $m \cdot s^{-1}$ ). Desconsiderando os efeitos propulsivos

de saída e/ou viradas, estes parâmetros biomecânicos podem ser indicadores de desempenho e utilizados em avaliação<sup>13-16</sup>. De acordo com Costill et al.<sup>17</sup>, quanto maior for o IN do nadador, maior será a DC, em determinada VN, o que pode representar a técnica de nado com maior eficiência.

Desta forma, espera-se que em crianças com diferentes níveis de aprendizagem no nado crawl possam apresentar diferentes comportamentos de parâmetros cinemáticos e da habilidade de flutuação<sup>7,13</sup>. Desta forma, comparar e correlacionar parâmetros cinemáticos e de habilidade de flutuação nesta população pode oferecer informações importantes para os professores e treinadores que trabalham com a natação. Entre essas informações pode-se destacar: 1) da execução do ritmo da frequência e do deslocamento de cada ciclo de braçadas em determinada velocidade; e, 2) do comportamento do equilíbrio do corpo e a sua relação com o desempenho do nado. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar e correlacionar parâmetros cinemáticos e da habilidade de flutuação entre crianças de diferentes níveis de aprendizagem no nado crawl. A hipótese deste estudo foi de que existe diferença significativa nos parâmetros cinemáticos e na habilidade de flutuação entre crianças com diferentes níveis de aprendizagem no nado crawl.

## **Materiais e Métodos**

Participaram deste estudo 16 crianças nadadoras (7 do sexo masculino e 9 do sexo feminino) com idades entre oito e doze anos. Todas realizavam aulas de natação há pelo menos seis meses de um projeto de extensão em natação escolar, com frequência de duas sessões semanais e duração de 45 minutos cada sessão. As crianças foram recrutadas para participar do estudo de forma intencional e por conveniência. A amostra foi dividida em dois grupos: iniciante (G1) e intermediário (G2) com oito crianças cada (G1: 4 do sexo masculino e 4 do sexo feminino; e G2: 3 do sexo masculino e 5 do sexo feminino), todos em fase de aprendizagem do nado crawl.

As características antropométricas de massa corporal e estatura foram obtidas previamente à aplicação dos protocolos de avaliações experimentais, dos grupos G1 ( $36,95 \pm 8,11$  kg;  $1,40 \pm 0,09$  m) e G2 ( $37,12 \pm 8,17$  kg;  $1,41 \pm 0,09$  m) com a utilização de uma balança e de um estadiômetro (Sanny; resoluções de 0,1 kg e 0,01 m), respectivamente. Foram seguidas as recomendações de Isak<sup>18</sup> para a obtenção dos valores de massa corporal total e estatura.

Antes da participação nas avaliações, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos inerentes aos testes e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos pais ou responsáveis. Os participantes também forneceram assentimento oral antes da realização da coleta de dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com os seres humanos da instituição onde foi desenvolvido (protocolo número: 02703218.0.0000.5336). Os testes foram realizados no horário de aula de natação das crianças. Como critérios de inclusão foram adotados os seguintes aspectos: possuir idades entre oito a doze anos e possuir experiência prévia com aulas de natação de no mínimo seis meses. Como critério de exclusão foi aplicado o seguinte aspecto: apresentar histórico de lesão osteomioarticular nos últimos seis meses que pudesse comprometer a técnica de nado.

### *Procedimentos experimentais*

Inicialmente, foi realizado o teste do nível da habilidade de flutuação nas posições de decúbito ventral e dorsal. Posteriormente, as crianças foram avaliadas em um teste de uma repetição de 10 m em máxima intensidade (T10) adaptado do protocolo de avaliação utilizado por Franken et al.<sup>19</sup>. A avaliação do teste T10 possibilitou a medição do desempenho motor do nado crawl (TDMNC) e dos parâmetros cinemáticos do nado crawl em conjunto. A avaliação foi realizada em piscina de aprendizagem de 16,7 m de comprimento. Anteriormente a cada teste, todos os participantes foram familiarizados com orientações e realizaram um aquecimento nas distâncias entre 50 e 100 m em estilo crawl em baixa intensidade e auto percebido, assim como já estavam acostumados a realizar nas sessões de aulas de natação para os grupos iniciante e intermediário.

### *Teste do nível da habilidade de flutuação*

O teste que é realizado por qualquer indivíduo, ou seja, nadadores e não nadadores foi desenvolvido dentro de uma piscina cujo nível da água atingisse a altura mínima do apêndice xifóide do participante para a determinação das variáveis das habilidades de flutuação dorsal e de flutuação ventral. Para a habilidade de flutuação dorsal foi utilizado o teste proposto por Cazorla et al.<sup>20</sup> aonde que o indivíduo ficou em um mesmo lugar em posição de decúbito dorsal na horizontal (com as costas na água), com auxílio do avaliador que o manteve nessa posição com uma mão ao mesmo tempo ou abaixo das suas coxas e a outra ao nível de suas escápulas. Os braços do avaliado ficaram em extensão ao longo do corpo, com as palmas das mãos horizontalmente sobre o lado externo das coxas. Os membros inferiores permaneceram

na posição de extensão e foram mantidos “tensos” durante todo o teste. Após uma inspiração forçada completa, o participante fez um bloqueio respiratório voluntário e, ao sinal do avaliador, este o soltou. A duração necessária para retornar a posição vertical, com os pés chegando ao fundo da piscina, com as pernas em extensão, foi cronometrada utilizando um cronômetro digital da marca Technos, com resolução de 0,01 s, para a marcação do tempo por dois avaliadores experientes<sup>20</sup>. Para a habilidade de flutuação ventral foi utilizado o teste proposto por Cazorla et al.<sup>20</sup> com as mesmas orientações utilizadas anteriormente para a avaliação da flutuação dorsal, exceto a posição de decúbito ventral na horizontal, o auxílio do avaliador que o manteve nessa posição com uma mão ao mesmo tempo ou abaixo das suas coxas e a outra ao nível de seu apêndice xifóide.

#### *Avaliação do desempenho motor do nado crawl*

O teste avaliou o desempenho do nado considerando seis itens: posição do corpo, movimentos das pernas, fase não-propulsiva dos braços, fase propulsiva dos braços (tração e empurre), respiração e sincronização de braços, pernas e respiração. Cada item do teste foi subdividido em subitens, sendo que, no total, pode-se pontuar o desempenho do nado de zero a 29<sup>3</sup>.

O aluno foi avaliado durante a execução do nado, por três avaliadores que observaram as crianças da borda da piscina transitando pelo ambiente para melhor visualização e tomaram nota dos critérios para cada subitem do teste TDMNC a execução correta ou não conforme a descrição. Os avaliadores possuíam experiência prévia com ensino da natação de no mínimo cinco anos e atuaram de modo independente. A partir da pontuação obtida, os indivíduos foram classificados quanto aos estágios de aprendizagem em iniciante ou intermediário. No estágio iniciante, foram classificados os desempenhos de 0 a 9 pontos; no intermediário aqueles com pontuação entre 10 e 19 pontos<sup>3</sup>. O indivíduo não poderia obter zero em nenhum subitem do teste. Todos os testes T10 para a determinação do TDMNC foram realizados com uma tentativa, de forma individual.

#### *Determinação das variáveis cinemáticas*

O tempo para realização do T10 foi registrado com cronometragem manual (Technos, modelo 100 lap memory, Suíça), por dois avaliadores experientes. Para minimizar os erros decorrentes da cronometragem manual, foram registrados apenas os décimos de segundos, sem a inclusão dos centésimos<sup>19</sup>. Quando os tempos obtidos pelos dois avaliadores eram

diferentes nos décimos, utilizava-se a média do valor registrado. O início da repetição do T10 para cada participante era indicado sob voz de comando e o término quando o nadador passasse com a cabeça por uma linha imaginária projetada por meio de uma haste colocada na lateral da piscina, aos 10m. A repetição para cada participante foi realizada de dentro da piscina, sem técnica de saída de bloco, a fim de evitar efeito da saída sobre a cinemática e obter distância de nado suficiente para a coleta dos dados.

Os dados cinemáticos das variáveis FC, DC, VN e do IN foram obtidos com a utilização do software Kinovea em duas dimensões com a gravação do nado, no plano sagital, a uma frequência de 60 Hz. Uma câmera digital (Nikon, W300) foi colocada na borda lateral da piscina, com o centro da raia em um plano paralelo ao plano da lente da filmadora ficando à, aproximadamente, 7,5 m de distância entre a câmera e o nadador. A câmera ficou a uma altura de, aproximadamente, 1,45 m da superfície da água. Essas distâncias irão permitir um campo de visão de, aproximadamente, 5,0 m do plano de deslocamento do indivíduo. Previamente à gravação das repetições, a imagem de uma régua de calibração de 2,05 m de comprimento foi gravada ao campo de captação<sup>21</sup>. Os primeiros 5 m foram desconsiderados, a fim de minimizar efeitos da propulsão contra a borda da piscina.

Para cada repetição, a determinação da FC foi realizada a partir da entrada da mão direita na água até a próxima entrada (um ciclo) ao longo de dois ou três ciclos ao centro da imagem. FC foi calculada pelo quociente entre o número de ciclos de braçadas executados e o tempo para executá-los dentro dos 5 m. A VN foi obtida por meio do quociente entre a distância percorrida no plano horizontal da cabeça do nadador e do tempo para deslocar dentro dos 5 m. A DC foi obtida pelo quociente entre a VN e a FC para cada repetição. Foram utilizados os valores médios de DC e VN para o cálculo do IN a partir da equação  $IN = VN \cdot DC \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ <sup>17</sup>. O desempenho foi considerado como o tempo para percorrer os 10 m<sup>21</sup>.

Todos os testes T10 foram realizados na piscina de 16,7 m (temperatura da água:  $31,1 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ; temperatura do ar:  $23,0 \pm 0,8^\circ\text{C}$ ) nos horários regulares das aulas.

### *Análise estatística*

Após analisada a normalidade dos dados com a aplicação do teste de Shapiro-Wilk, foram calculados médias e desvios padrão das variáveis do TDMNC, do nível da habilidade de flutuação e cinemáticas. As comparações das variáveis entre os grupos foram realizadas com a aplicação do Teste t de Student para amostras independentes. As correlações entre as variáveis foram obtidas com a aplicação do teste de correlação linear Produto-Momento de

Pearson. Os cálculos foram realizados no programa SPSS v. 23.0, com o nível de significância adotado de 5%.

## Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das variáveis da flutuação dorsal, flutuação ventral, posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, respiração, sincronização, TDMNC, flutuação ventral, flutuação dorsal e das variáveis cinemáticas da FC, DC, VN e do IN para ambos os grupos deste estudo, com o resultado estatístico das comparações entre os mesmos.

**Tabela 1.** Valores médios, desvios padrão (DP), limites inferior e superior (95%) dos intervalos de confiança e resultados estatísticos das comparações das habilidades de flutuação, do desempenho motor e das variáveis cinemáticas dos grupos de crianças. n = 16.

| Variáveis                                | Iniciante (G1)                | Intermediário (G2)             | t; p                            |
|------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Flutuação dorsal (s)</b>              | 9,22 ± 4,63<br>]3,99;15,00[   | 9,08 ± 5,10<br>]3,08;15,00[    | t <sub>14</sub> =0,056; 0,956   |
| <b>Flutuação ventral (s)</b>             | 8,39 ± 3,87<br>]3,21;15,00[   | 9,58 ± 3,88<br>]3,66;15,00[    | t <sub>14</sub> =-0,614; 0,549  |
| <b>Posição do corpo (pontos)</b>         | 1,12 ± 0,64<br>]0,00;2,00[    | 3,0 ± 0,0<br>]3,00;3,00[       | t <sub>14</sub> =-8,275; 0,000* |
| <b>Movimento das pernas (pontos)</b>     | 2,0 ± 0,53<br>]1,00;3,00[     | 3,37 ± 0,51<br>]3,00;4,00[     | t <sub>14</sub> =-5,227; 0,000* |
| <b>Fase não-propulsiva (pontos)</b>      | 2,87 ± 0,64<br>]2,00;4,00[    | 5,0 ± 0,75<br>]4,00;6,00[      | t <sub>14</sub> =-6,065; 0,000* |
| <b>Fase propulsiva (pontos)</b>          | 2,0 ± 1,77<br>]0,00;6,00[     | 4,50 ± 1,60<br>]1,00;6,00[     | t <sub>14</sub> =-2,958; 0,010* |
| <b>Respiração (pontos)</b>               | 0,50 ± 0,53<br>]0,00;1,00[    | 0,50 ± 0,75<br>]0,00;2,00[     | t <sub>14</sub> =0,000; 1,000   |
| <b>Sincronização (pontos)</b>            | 0,87 ± 0,35<br>]0,00;1,00[    | 2,62 ± 0,74<br>]2,00;4,00[     | t <sub>14</sub> =-6,009; 0,000* |
| <b>TDMNC (pontos)</b>                    | 8,37 ± 0,59<br>]6,00;9,00[    | 17,00 ± 2,13<br>]14,00;19,00[  | t <sub>14</sub> =-10,199; 0,00* |
| <b>FC (ciclos·min<sup>-1</sup>)</b>      | 39,39 ± 8,75<br>]29,01;54,54[ | 41,12 ± 10,04<br>]25,42;58,25[ | t <sub>14</sub> =-0,368; 0,718  |
| <b>DC (m·ciclo<sup>-1</sup>)</b>         | 0,87 ± 0,23<br>]0,49;1,15[    | 1,12 ± 0,21<br>]0,79;1,36[     | t <sub>14</sub> =-2,214; 0,044* |
| <b>VN (m·s<sup>-1</sup>)</b>             | 0,53 ± 0,08<br>]0,44;0,74[    | 0,74 ± 0,16<br>]0,56;1,02[     | t <sub>14</sub> =-3,099; 0,008* |
| <b>IN (m<sup>2</sup>·s<sup>-1</sup>)</b> | 0,48 ± 0,19<br>]0,22;0,85[    | 0,84 ± 0,28<br>]0,49;1,32[     | t <sub>14</sub> =-2,993; 0,010* |

\*p < 0,05.

Foram encontradas diferenças significativas entre G1 e G2 nas variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, TDMNC, DC, VN e IN, aonde o G2 apresentou maiores valores nestas variáveis quando comparado ao



G1 ( $p < 0,05$ ). Porém, foram encontrados valores similares entre os grupos G1 e G2 nas variáveis de respiração, flutuação dorsal, flutuação ventral e FC ( $p > 0,05$ ).

A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação entre os valores do TDMNC e da flutuação dorsal, flutuação ventral, posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, respiração, sincronização, FC, DC, VN e do IN para todos os indivíduos deste estudo.

**Tabela 2.** Valores médios, desvios padrão (DP) e resultados estatísticos das correlações entre o TDMNC e as variáveis da flutuação dorsal, flutuação ventral, posição do corpo, movimento das pernas, fase não propulsiva, fase propulsiva, respiração, sincronização, FC, DC, VN e do IN do grupo de crianças.  $n = 16$ .

| Variáveis                             | Médias e desvios padrão | r; p                 |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Flutuação dorsal (s)                  | $9,15 \pm 4,71$         | - 0,087; $p = 0,749$ |
| Flutuação ventral (s)                 | $8,99 \pm 3,79$         | 0,102; $p = 0,706$   |
| Posição do corpo (pontos)             | $2,06 \pm 1,06$         | 0,839*; $p < 0,001$  |
| Movimento das pernas (pontos)         | $2,68 \pm 0,87$         | 0,792*; $p < 0,001$  |
| Fase não propulsiva (pontos)          | $3,93 \pm 1,28$         | 0,900*; $p < 0,001$  |
| Fase propulsiva (pontos)              | $3,25 \pm 2,08$         | 0,812*; $p < 0,001$  |
| Respiração (pontos)                   | $0,50 \pm 0,63$         | - 0,129; $p = 0,633$ |
| Sincronização (pontos)                | $1,75 \pm 1,06$         | 0,884*; $p < 0,001$  |
| TDMNC (pontos)                        | $14,18 \pm 5,29$        | -                    |
| FC (ciclos·min <sup>-1</sup> )        | $40,26 \pm 9,14$        | 0,093; $p = 0,733$   |
| DC (m·ciclo <sup>-1</sup> )           | $0,99 \pm 0,25$         | 0,611*; $p < 0,012$  |
| VN (m·s <sup>-1</sup> )               | $0,64 \pm 0,16$         | 0,771*; $p < 0,001$  |
| IN (m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | $0,66 \pm 0,30$         | 0,766*; $p < 0,001$  |

Teste de Desempenho Motor do Nado Crawl (TDMNC). Variáveis cinemáticas: Frequência média de ciclos (FC); distância média percorrida a cada ciclo (DC); velocidade média de nado (VN); índice de nado (IN). \*Correlação significativa positiva com o r (TDMNC) ( $p < 0,05$ ).

Ao analisarem todos os participantes deste estudo como um único grupo, encontraram-se correlações positivas e significativas entre o TDMNC e as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN ( $r = 0,839$ ,  $r = 0,792$ ,  $r = 0,900$ ,  $r = 0,812$ ,  $r = 0,884$ ,  $r = 0,611$ ,  $r = 0,771$ ,  $r = 0,766$ , respectivamente).

## Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar e correlacionar parâmetros cinemáticos e da habilidade de flutuação entre crianças de diferentes níveis de aprendizagem no nado crawl. Os principais resultados da comparação indicam que os valores das variáveis da posição do corpo, da fase não propulsiva, da fase propulsiva, da sincronização, do TDMNC, da DC, da VN e do IN, foram maiores no grupo G2 quando comparados aos valores do grupo G1. Ainda, as variáveis possuem alta correlação entre o TDMNC e as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN. A maior pontuação do TDMNC no G2 quando comparado ao G1, pode ser explicado pelos diferentes níveis de habilidade na técnica do nado crawl de cada grupo. De acordo com Malina et al.<sup>22</sup>, a variação no desenvolvimento motor é considerável durante a infância no mesmo indivíduo, entre indivíduos e ao longo da idade. A variação na performance entre períodos de avaliação distintos reflete a variação na maturação neuromuscular, mudanças no tamanho e proporções, oportunidade para a prática e motivação<sup>22</sup>. Ainda relacionado ao TDMNC, os resultados significativos na comparação entre os grupos podem ser explicados sobre a alternância de padrões de movimento ‘maduros’ numa dada idade e padrões ‘imatuross’ numa idade subsequente que ocorrem frequentemente sem uma causa conhecida e podem refletir variabilidade normal. De igual modo, podem estar relacionados com o desenvolvimento e aprendizagem de novas habilidades motoras, pelo que quando um padrão ‘maduro’ é alcançado numa tarefa, a criança pode tentar outros movimentos que minimizem o padrão ‘maduro’ original<sup>22</sup>.

Nas variáveis de flutuação ventral e da flutuação dorsal não foram encontradas diferenças entre os grupos G1 e G2 do presente estudo. Isso pode ser explicado pelos níveis apresentados de TDMNC dos indivíduos avaliados que foram suficientes para não alterar o nível da habilidade de flutuação entre os grupos avaliados. De acordo com os estudos<sup>12,23</sup>, ao se desenvolver a habilidade de flutuação na natação, o aluno experimenta uma nova posição de seu corpo na água, a percepção da densidade da mesma, o equilíbrio e a sustentação para os deslocamentos.

A DC é influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e definida como a distância, em metros, que o corpo do nadador se desloca para frente durante cada ciclo de braços. Quanto à FC, esta é definida como um valor que expressa o número de ciclos efetuados pelo nadador a cada unidade de tempo e depende do tempo que o nadador gasta na

fase propulsiva e na recuperação de cada braço<sup>13,24</sup>. A FC é importante para o desempenho do nadador e o que podemos observar é que não obteve resultado significativo entre os grupos no presente estudo, é sinal que essas crianças têm desempenho motor nos parâmetros cinemáticos menor comparado ao estudo de Franken et al.<sup>25</sup> o qual apresentaram resultado significativo positivo na análise de correlação.

Mazzola et al.<sup>26</sup> verificaram adaptações de parâmetros cinemáticos em grupos de nadadores de acordo com o aumento dos níveis de experiência e de volume de treinamento, encontraram pequena diminuição da DC e aumento da FC em nadadores adultos. Os resultados encontrados, em relação aos efeitos do nível de prática, mostraram que a eficiência de nado é influenciada pelo volume de treinamento, e é alcançada por meio do treinamento específico de desenvolvimento da técnica. Além do mais, Freudenheim et al.<sup>4</sup> afirmaram que as estratégias que crianças de diferentes níveis de aprendizagem adotam para resolver aspectos da tarefa advindos do deslocamento na água são de aumento da FC e da DC em crianças com nível avançado quando comparadas as de nível iniciante. Os achados desses estudos<sup>4,26</sup> corroboraram parcialmente com os do presente estudo, pois os níveis iniciante e intermediário de TDMNC não foram suficientes para alterar a FC. Com relação aos resultados da DC no presente estudo, a correlação significativa encontrada com o TDMNC pode ser explicada por meio da maior força aplicada pelas crianças nadadoras do grupo G2 na água, implicando em maior distância percorrida a cada ciclo de braçada quando comparadas as do grupo G1.

A VN pode ser obtida pelo produto entre a FC e a DC, aonde incrementos ou diminuições na VN podem ser devido a combinações entre incrementos e diminuições de FC e DC<sup>15,27</sup>. De acordo com os resultados do presente estudo, podemos destacar que a VN apresentou maiores valores no G2 quando comparado aos valores do G1. Podemos destacar então que as variáveis cinemáticas podem ser importantes indicadores de desempenho demonstrando que o grupo com maior nível de TDMNC, apresentou maior desempenho em comparação ao grupo com menor nível no TDMNC. Esses resultados corroboram com os achados no estudo de Franken et al.<sup>25</sup>, o qual as comparações indicam que os valores da variável cinemática VN foram maiores conforme maior foi o TDMNC.

O IN pode ser obtido pelo produto entre a DC e a VN. Desta forma, o nadador que percorre a maior distância por braçada, a determinada velocidade, apresenta a técnica mais efetiva<sup>17,25</sup>. Cabe salientar que, quanto maior for o IN, melhor será a adequação entre velocidade alcançada de nado e a DC utilizada para alcançar tal velocidade<sup>28</sup>. Em relação aos

resultados do IN no presente estudo, pode-se observar que o grupo G2 apresentou maiores valores de DC e de VN, indicando maior eficiência na técnica do nado.

As correlações significativas positivas encontradas no presente estudo foram entre o TDMNC e as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase não propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN. Esses resultados corroboraram com os achados do estudo de Vitor e Böhme<sup>29</sup>, que encontraram em nadadores adolescentes com idades entre 12 e 14 anos do sexo masculino em fase de treinamento, uma correlação positiva e significativa entre a velocidade e a DC no desempenho da distância de 100 metros em nado estilo crawl ( $r = 0,53$ ,  $p < 0,05$ ). Ainda, os achados do presente estudo corroboraram com os encontrados por Franken et al.<sup>25</sup>, que encontraram correlações positivas e significativas entre o TDMNC e FC ( $r = 0,51$ ;  $p = 0,010$ ), DC ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,001$ ), VN ( $r = 0,89$ ;  $p < 0,001$ ), IN ( $r = 0,92$ ;  $p < 0,001$ ).

Observando os valores do IN, foram maiores nas crianças do grupo intermediário quando comparados as do grupo iniciante, o que pode ser explicado pela dependência da velocidade e da DC para a melhora do desempenho e do nível de aprendizagem<sup>29</sup>. As relações diretas entre desempenho no TDMNC e as variáveis cinemáticas parecem mostrar que as crianças podem nadar mais rápido quando conseguem aplicar maior força nas ações propulsivas dos membros superiores. A diferença entre os grupos sugere uma maior eficiência de nado das crianças do grupo intermediário, fato que pode ser explicado pelos maiores valores da DC, do IN e da velocidade de acordo com o aumento do nível de aprendizado e de treinamento na natação<sup>30</sup>. Como limitações do presente estudo, podemos citar o fato de o teste ter sido realizado em uma única tentativa, o que pode afetar o desempenho das crianças e, que consideramos apenas a ação espacial e temporal do movimento dos membros superiores do nadar. Ainda, a obtenção da estimativa do percentual de gordura corporal poderia auxiliar na melhor compreensão da aprendizagem do nado crawl em conjunto aos parâmetros biomecânicos e da habilidade de flutuação em crianças. Em futuros estudos, seria fundamental a avaliação dos movimentos coordenativos e das fases da braçada na natação em crianças como aspectos complementares e mais detalhados na avaliação da aprendizagem.

## Conclusões

Os achados deste estudo indicam que as crianças nadadoras de nível intermediário de aprendizagem no nado crawl apresentaram maiores valores de TDMNC, da DC, da VN e do IN quando comparadas às de nível iniciante. Ainda, foram identificados altos níveis de correlação entre o TDMNC e as variáveis da posição do corpo, movimento das pernas, fase

não-propulsiva, fase propulsiva, sincronização, DC, VN e IN. Assim, o presente estudo mostra como aplicação prática que independente do nível da habilidade de flutuação nos grupos de crianças que foram avaliadas, as mesmas podem apresentar o comportamento do desempenho motor e de variáveis cinemáticas de forma distinta quando estão em fase de aprendizagem no nado crawl. Por outro lado, quanto maior for o nível de desempenho motor no nado crawl, maior será a DC, a VN e o IN, demonstrando a viabilidade prática de avaliação cinemática da técnica nesta população pelo profissional de educação física na natação.

### **Agradecimentos**

Aos professores do projeto que disponibilizaram as turmas para aplicação dos testes, aos voluntários que são os alunos e foram avaliados, pela disponibilidade para a realização dos testes, aos colegas que ajudaram na coleta de dados e ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – PROBIC/FAPERGS pela bolsa concedida.

### **Referências**

1. Maglischo EW. Swimming fastest. Champaign: Human Kinetics, 2003.
2. Barbosa TM, Pinto E, Cruz AM, Marinho DA, Silva AJ, Reis VM, Costa MJ, Queirós TM. The Evolution of Swimming Science Research: Content analysis of the “Biomechanics and Medicine in Swimming” Proceedings Books from 1971 to 2006. In: Kjendlie PL, Stallman RK, Cabri J (eds.). Biomechanics and Medicine in Swimming XI. Norwegian School of Sport Science. Oslo, 312-314, 2010.
3. Corazza ST, Pereira EF, Villis JMC, Katzer JI. Criação e validação de um teste para medir o desempenho motor do nado crawl. Rev Bras Cineantropom Des Hum. 2006;8(3):73-8.
4. Freudenheim AM, Basso L, Xavier Filho E, Madureira F, Silva CGS, Manoel EJ. Organização temporal da braçada do nado crawl: iniciantes “versus” avançados. Rev Bras Ciênc Mov. 2005;15(2):75-84.
5. Arellano R, Brown P, Cappaert J, Nelson RC. Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. J Appl Biomech. 1994;10:189-199.

6. Seifert L, Toussaint HM, Alberty M, Schnitzler C, Chollet D. Arm coordination, power, and swim efficiency in national and regional front crawl swimmers. *Hum Mov Sci.* 2010;29:426–439.
7. Kjendlie PL, Stallman RK. Morphology and Swimming Performance. In: *World Book of Swimming: From Science to Performance*. Seifert L, Chollet D, Mujika I, Nova Science Publishers, 203-221, 2011.
8. Kjendlie PL, Stallman RK, Stray-Gundersen J. Passive and active torque during swimming. *Eur J Appl Physiol.* 2004a;93(1-2):75-81.
9. Kjendlie PL, Ingjer F, Stallman RK, Stray-Gundersen J. Factors affecting swimming economy. *Eur J Appl Physiol.* 2004b;93(1-2):65-74.
10. Barbosa TM, Costa MJ, Morais JE, Moreira M, Silva AJ, Marinho DA. How informative are the vertical buoyancy and the prone gliding tests to assess young swimmers hydrostatic and hydrodynamic profiles? *J Hum Kinetics.* 2012;32:21-32.
11. Castro FAS, Correia RA, Wizer RT. Adaptação ao meio aquático: características, forças e restrições. In: *Morouço P, Batalha N, Fernandes RJ. Natação e Atividades Aquáticas: Pedagogia, Treino e Investigação*. Portugal, ESECS/Instituto Politécnico de Leiria, 13-26, 2016.
12. Garcia PRS, de Jesus K, de Jesus K, Corazza ST, Franken M. Habilidade de flutuação de crianças com diferentes níveis de experiência na natação. *Col Pesq Educ Fís.* 2020;19(2):73-80.
13. Craig AB, Pendergast DR. Relationships of stroke rate distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 1979;11(3):278-283.
14. Hay JG, Guimarães ACS. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. *Swim Tech.* 1983;20(2):11-17.
15. Franken M, Ludwig RF, Cardoso TP, Silveira RP, Castro FAS. Performance in 200 m front crawl: coordination index, propulsive time and stroke parameters. *Rev Bras Cineantropm Hum.* 2016;18(3):311-321.
16. Franken M, Figueiredo P, Silveira RP, Castro FAS. Biomechanical, coordinative, and physiological responses to a time-to-exhaustion protocol at two submaximal intensities in swimming. *J Phys Educ.* 2019;30:e3074.
17. Costill DL, Kowaleski J, Porter D, Kirwam J, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middledistance events. *Int J Sports Med.* 1985;6:266-70.

18. ISAK. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). International standards for anthropometric assessment: A manual for teaching materials for accreditation. 2nd. Ed., 2006.
19. Franken M, Carpes FP, Diefenthaler F, Castro FAS. Relação entre cinemática e antropometria de nadadores recreacionais e universitários. *Rev Motriz*. 2008;14(3):329-336.
20. Cazorla G, Montpetit R, Prokop P, Cervetti J. Evaluation De La Valeur Physique. *Trav Et Rech en E.P.S.* 1984;7:XX.
21. Castro FAS, Guimarães ACS, Moré FC, Lammerhirt H, Marques A. Cinemática do nado crawl sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. *Rev Bras Educ Fís Esp*. 2005;19(3):223-232.
22. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
23. Corazza ST, Pereira EF, Villis MC. Propriocepção e a familiarização ao meio líquido. *Lect Educ Fís Dep*. 2005;10:82.
24. Castro FAS, Mota CB. Desempenho em 200m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. *Rev Bras Biomec*. 2008;9:17.
25. Franken M, Martins MB, de Vargas JLB, Brasil FD, de Freitas VS. Relação entre parâmetros cinemáticos e de desempenho motor de crianças na natação. *Rev Bras Ciênc Mov*. 2020;28(2):129-135.
26. Mazzola PN, Jacques MM, Silva IF, Castro FAS. Cinemática do Nado Crawl de Nadadores Não -Competitivos. *Rev Bras Ciênc Mov*. 2008;16(3):1-20.
27. Craig AB Jr, Skehan PL, Pawelczyk JA, Boomer WL. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Med Sci Sports Exerc*. 1985;17(6):625-34.
28. Pelayo P, Wille F, Sidney M, Berthoin S, Lavoie JM. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar scholl pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. *J Sports Med Phys Fit*. 1997;37(3):187-193.
29. Vitor FM, Bohme MT. Performance of young male swimmers in the 100-meters front crawl. *Pediatr Exerc Sci*. 2010;22:278-287.
30. Silva A, Figueiredo P, Soares S, Seifert L, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Front Crawl Technical Characterization of 11- to 13-Year- Old Swimmers. *Pediatr Exerc Sci*. 2012;24:409-419.