

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM
EDUCAÇÃO FÍSICA**

**AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO DE CRIANÇAS
PORTADORAS DE ANEMIA FALCIFORME**

Kéllen Carvalho Vicentina Marinello

BRASÍLIA

2016

**AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO DE CRIANÇAS PORTADORAS DE
ANEMIA FALCIFORME**

KÉLLEN CARVALHO VICENTINA MARINELLO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Educação Física da Universidade de Brasília,
como requisito para a obtenção do grau de
mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: PROF. DR. JAKE CARVALHO DO CARMO

AGRADECIMENTOS

“Portanto, dai a cada um, o que deveis: a quem tributo, tributo; a quem imposto, imposto; a quem temor, temor; a quem honra, honra.”
(Romanos 13:7)

Agradeço a Deus por ter iniciado, conduzido e concluído mais esta obra em minha vida, a Ele todo louvor, toda honra e toda a glória.

Aos meus pais, José Raimundo e Divina, por terem me ensinado, desde sempre, o valor e a importância do estudo e do trabalho, e a minha irmazinha, Érica, o melhor presente que meus pais me deram na vida.

Ao meu orientador Jake Carvalho do Carmo, que confiou em mim, me incentivou e encorajou, sempre com atenção e cuidado, dando reforço positivo muito além do que eu merecia.

À Maria Cláudia Pereira, que mesmo sem a obrigação formal de me co-orientar, fez mais que isso, me dando todo suporte e sendo a ajuda sempre presente.

À psicóloga Silvia Coutinho que, desde o início deste projeto, me orientou quanto às necessidades das crianças falcêmicas, abrindo meus olhos e meu coração para elas.

Aos amigos Fernanda Teles, Flávia Vanessa e Valdinar Rocha, que me socorreram, literalmente, nos muitos momentos difíceis e que, com certeza, neste momento, se alegram com a minha alegria.

A todas as crianças com Anemia Falciforme e às suas famílias, que gentilmente participaram da pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

Ao Hospital da Criança de Brasília José Alencar, que abriu suas portas para que essa pesquisa se tornasse realidade.

À Rede SARAH de Hospitais, por ter cedido equipamentos essenciais para a realização da pesquisa e, principalmente, concedido que eu me ausentasse nos horários de aulas e coletas.

Aos meus filhos, João e Davi, que do jeito mais doce continuam me amando, mesmo nas minhas inúmeras ausências.

Ao meu marido, Maxwell Marinello, que irrestritamente me apoiou em todos os sentidos, fazendo o impossível para que essa etapa da minha vida se cumprisse, a ele dedico esta obra e todo o meu amor.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo Geral	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3. JUSTIFICATIVA	7
4. REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1. Anemia Falciforme	8
4.1.1. Etiologia	10
4.1.2. Diagnóstico e tratamento	12
4.1.3. Sintomas.....	14
4.1.4. Complicações neurológicas	14
4.1.4.1. Acidente vascular cerebral	14
4.1.4.2. O Infarto Cerebral Silencioso	15
4.2. Tempo de Reação	16
4.2.1. Velocidade de Processamento da Informação	17
4.2.2. As funções executivas	19
4.2.3. Desenvolvimento infantil.....	20
4.2.4. Estratégias de avaliação.....	21
5. MÉTODOS	27
5.1. Aspectos Éticos.....	27
5.2. Amostra.....	27
5.3. Critérios de Exclusão	28
5.4. Delineamento	28
5.5. Procedimentos	28
5.5.1. Grupo experimental (GE)	28
5.5.2. Grupo controle (GC).....	29
5.6. Materiais para aquisição, registro e análise dos dados.....	30
5.6.1. Testes de tempo de reação	30
5.6.1.1. Teste de Tempo de Reação Simples.....	32
5.6.1.2. Teste de Tempo de Reação de Escolha.....	34

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
7. RESULTADOS	37
7.1. Média dos tempos de respostas.....	37
7.2. Erros por ação e omissão	38
8. DISCUSSÃO	40
9. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alocação dos participantes e idade média (\pm desvio padrão) de cada grupo.	37
Tabela 2 - Valores médios (\pm desvio padrão) do tempo reação nos testes de tempo de reação simples (TRS) e tempo de reação de escolha (TRE), para ambos os grupos. .	38
Tabela 3 - Tabela de contingência e percentual dos erros cometidos durante o teste de Tempo de Reação de Escolha (TRE).	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de transmissão da Anemia Falciforme.....	9
Figura 2 - Associação da hemoglobina S com as demais hemoglobinas para classificação de Doença Falciforme, Traço Falciforme e Anemia Falciforme.	10
Figura 3 - Figura representativa de hemácias normais e hemácias falcizadas.....	11
Figura 4 - Arduino Uno.....	31
Figura 5 - Equipamento utilizado para a coleta do teste de Tempo de Reação Simples.	32
Figura 6 - Foto de uma criança do grupo controle durante a aplicação do TRS.	33
Figura 7 - Equipamento utilizado para a coleta do Tempo de Reação de Escolha.....	34
Figura 8 - Figura de dispersão por idade para o teste de TRE para ambos os grupos.	39

RESUMO

AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO DE CRIANÇAS PORTADORAS DE ANEMIA FALCIFORME

Autora: Kellen Carvalho Vicentina Marinello

Orientador: Jake Carvalho do Carmo

A Anemia Falciforme (AF) é uma doença crônica que pode afetar gravemente o desenvolvimento infantil, em especial a capacidade de processar rapidamente uma informação. O objetivo do estudo foi avaliar o tempo de reação em crianças portadoras de Anemia Falciforme, usando testes de tempo de reação simples (TRS) e de escolha (TRE), por meio de equipamentos desenhados para este fim. Foram avaliadas 46 crianças, sendo 24 com Anemia Falciforme (AF), que constituíram o grupo experimental (GE), e 22 sem histórico da doença, que constituíram o grupo controle (GC). A média de idade do GE foi 9,41 ($\pm 1,97$) e do GC foi 8,33 ($\pm 1,54$). Os equipamentos para aplicação dos testes de TRS e TRE foram desenvolvidos com uso do Arduino que foi programado para gerar estímulos luminosos randômicos, de acordo com o objetivo de cada teste, bem como pela captação das respostas motoras, pelo acionamento do botão, transferência e registro dos dados para o computador via *bluetooth*. Os resultados mostram déficit significativo no TRE das crianças com AF e no TRS uma menor resistência à distração, cometendo uma maior proporção de erros por omissão, quando comparadas ao grupo controle. No TRE houve uma maior dispersão das respostas do GE quando comparadas ao GC. Concluímos que as crianças com AF apresentam redução no TRE, podendo estar relacionada a insultos cerebrais silenciosos e à falta de oportunidades de vivências motoras ao longo da infância. Acreditamos que o uso de testes psicométricos e exames de imagem possam reforçar os achados e auxiliar numa investigação mais ampla deste aspecto neuropsicomotor.

Palavras-chave: anemia falciforme, tempo de reação, criança, desenvolvimento infantil.

ABSTRACT

REACTION TIME ASSESSMENT OF SICKLE CELL ANEMIA CHILDREN

Autora: Kellen Carvalho Vicentina Marinello

Orientador: Jake Carvalho do Carmo

The aim of the study was to evaluate the reaction time in children with sickle cell anemia (SCA), using simple and choice reaction time tests, using equipment designed for this purpose. For this study 46 children were evaluated, 24 with SCA, which constituted the experimental group, and 22 with no history of the disease, which constituted the control group. All the children were aged between six and 12 years. The equipment for application of the tests were developed with Arduino, that has been programmed to generate random light stimuli, according to the purpose of each test as well as the capture of motor responses by activating the response button, transfer and registration the data on the computer via Bluetooth. The results show that there is a significant deficit in the choice reaction time tests and simple reaction time in children with SCA, they had less resistance to distraction, committing more errors by omission when compared to the control group. In choice reaction time tests there was significant difference between the type of error and between groups. We conclude that children with SCA present reduction in choice reaction time may be related to silent brain insults and lack of motor experiences throughout childhood. We believe that the use of psychometric tests can reinforce the findings and assist in further investigation of this psychomotor aspect.

Key words: sickle cell anemia, reaction time, child, child development.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as hemoglobinopatias, a Anemia Falciforme (AF) é a doença hereditária mais prevalente no mundo (1). A cada ano, nascem de 700 a 1000 novos indivíduos com a AF (2). Entre as populações afrodescendentes, a incidência é ainda maior (3). No Brasil, a prevalência é de uma a cada mil pessoas (0,1%), em média. Na Bahia, onde o contingente de negros é maior, a doença atinge um em cada 650 indivíduos nascidos vivos (0,15%) (4). Em um estudo realizado no Distrito Federal, foram identificados 0,09% de casos de crianças com anemia falciforme, entre janeiro de 2004 e dezembro de 2006 (5).

As crianças que apresentam diagnóstico de AF possuem um maior risco de sofrer lesões cerebrais ao longo da infância, como acidentes vasculares cerebrais (AVC), que ocorrem devido à hipóxia crônica, vasoconstrição da circulação cranial e isquemia do tecido cerebral (6, 7). Essa vasoconstrição está relacionada a uma alteração genética dos glóbulos vermelhos, que se cristalizam na ausência de oxigênio, formando trombos que bloqueiam o fluxo de sangue (8). As hemácias que sofreram essa deformação adquirem um formato alongado, conhecido como “formato de foice”, daí o nome “Anemia Falciforme” (9).

A ocorrência de AVC, sintomáticos ou assintomáticos, influencia negativamente no desenvolvimento infantil, podendo levar a déficits em várias funções neuropsicomotoras (10). Além do AVC existem outras complicações do Sistema Nervoso Central (SNC) decorrentes da AF como convulsões, encefalopatias, meningite, alterações mentais, neuropatia periférica e hipertensão intracraniana por oclusão venosa (6).

Os problemas clínicos mais frequentes na AF começam a aparecer entre seis e doze meses de vida, período crítico para o desenvolvimento cerebral. As lesões cerebrais são progressivas, agravando as deficiências neurológicas funcionais. A maior incidência de lesões cerebrais em crianças com AF ocorre entre os dois e nove anos de idade (6), o que faz com que elas cheguem ao fim da segunda infância já com defasagens psicomotoras importantes.

O período definido como segunda infância é a fase compreendida entre os cinco e 12 anos de idade, e é caracterizada pelo desenvolvimento de novas habilidades físicas e cognitivas. Nessa fase, as crianças começam a pensar de maneira mais lógica e são capazes de manter o controle de mais de um aspecto de uma situação ao mesmo tempo (11). Isso acontece por que há, neste período, uma mudança na estrutura e na função cerebral, particularmente nos lobos frontais e nas suas conexões com as outras áreas do cérebro. Essas mudanças permitem que os lobos frontais coordenem as atividades de outros centros cerebrais de uma maneira qualitativamente mais complexa, permitindo à criança controlar sua atenção, fazer planos e desenvolver uma autorreflexão, o que anteriormente não ocorria. Os lobos frontais tem papel fundamental na organização cerebral geral e estão relacionados às mudanças comportamentais na segunda infância (12).

Em relação ao desenvolvimento motor na segunda infância, as crianças se tornam mais ágeis e mais fortes e há uma melhora no equilíbrio. Elas correm mais rápido, atiram bolas mais longe e têm maior habilidade em agarrá-las. Pulam mais alto e mais longe, aprendem a andar de skate, bicicleta, nadar e subir em árvores. Nesta etapa da infância a diferença entre meninos e meninas está mais pronunciada, sendo os meninos normalmente mais fortes e as meninas melhores nas habilidades motoras finas (12). Segundo Gallahue, esta etapa é exatamente aquela de transição da fase motora fundamental para a fase motora especializada, que se inicia por volta dos sete anos. Na fase especializada há um refinamento e uma iniciativa de combinação dos movimentos fundamentais, resultando no surgimento de novos padrões motores. Ou seja, nesta fase a criança já estará apta a realizar movimentos mais complexos como, por exemplo, correr e chutar ao mesmo tempo (13).

Segundo Piaget, na fase dos seis aos 12 anos, chamada por ele de Estágio Operatório Concreto, as crianças tornam-se capazes de realizar operações mentais que se ajustam a um sistema lógico. Este sistema lógico permite às crianças combinar mentalmente, separar, ordenar e transformar objetos e ações (12). Cognitivamente, vê-se a bidirecionalidade do pensamento, que é provocada por um aumento na capacidade de memória capaz de permitir às crianças conservar na mente dois ou mais aspectos de um problema, enquanto eles são processados. Alguns fatores ligados à

memória podem modificar o desenvolvimento infantil neste período, entre eles, a diminuição da velocidade de processamento da informação (14).

A velocidade de processamento da informação (VPI) é a capacidade de manter o foco atencional e realizar rapidamente tarefas simples e automatizadas em situações que apresentem esta demanda (15). Geralmente, está envolvida em tarefas que exigem uma sustentabilidade da atenção refletindo na velocidade psicomotora e mental (11). Esta capacidade está intimamente relacionada ao desenvolvimento cerebral, à inteligência e pode ser avaliada por meio do tempo de reação (16, 17).

O tempo de reação (TR) é caracterizado como sendo o período de tempo entre a apresentação de um estímulo e o início da resposta motora a ele relacionada, podendo representar uma medida comportamental e de inteligência do indivíduo (18, 19). Embora seja uma medida de desempenho motor, geralmente é usado para inferir como o ser humano utiliza informações para executar determinado movimento. O TR é reconhecido como uma das melhores medidas comportamentais relacionadas à velocidade de processamento de informações, pois mensura o tempo necessário para interpretar um estímulo, selecionar uma resposta e programar a resposta motora. Assim, a melhora no tempo de reação indica redução do tempo gasto para a realização das operações cognitivas relativas ao mecanismo perceptivo, decisório e efetor (20).

Os instrumentos para mensurar o TR são bastante variados na literatura, e parecem estar relacionados principalmente ao campo de atuação do pesquisador. As maiores áreas de interesse neste assunto parecem ser a neuropsicologia e as ciências da saúde, em especial, a fisioterapia e a educação física. De forma geral, o que se percebe é que cada vez mais tecnologia vem sendo usada para aferir o TR, trazendo maior precisão e diferenciação aos dados. O TR pode ser avaliado de duas maneiras: quando há apenas um estímulo e apenas uma resposta, chamado de tempo de reação simples (TRS); e quando se deve optar por apenas uma resposta dentre vários estímulos oferecidos, chamado tempo de reação de escolha (TRE) (21).

Algumas das ferramentas utilizadas para a medição do Tempo de Reação Simples e do Tempo de Reação de Escolha são *softwares* desenhados para este fim, como por exemplo, o *software* desenvolvido com a ferramenta Borland Delphi 7, em linguagem de programação *object pascal*, que apresenta estímulos visuais em uma tela

de computador e recebe a resposta motora por meio de cliques no *mouse* (22). Existem também equipamentos disponíveis no mercado, como o *Lafayette Instrument Multi-Choice Reaction Time Apparatus*, que é um sistema multi-operacional utilizado para avaliação das funções executivas, o programa *Biopac*, que avalia o TR por meio de estímulos auditivos (23, 24) e testes utilizando jogos de *video game* (25). Além destes, encontramos testes que não utilizam tecnologia, como o *Ruler Drop Method (RDM)*, que consiste em calcular o TR com base na distância que o sujeito agarra uma régua solta a uma determinada altura, por meio de fórmula específica (26). Em alguns casos, são utilizados testes neuropsicológicos, com tarefas do tipo “go/no go”, adaptações da figura de Navon, e o *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery* (27).

Alguns estudos já identificaram um aumento no TR de crianças com transtorno de desenvolvimento, déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), dislexia, crises convulsivas e com lesão cerebral, demonstrando que estas crianças apresentam uma maior lentificação para os processamentos cerebrais (12, 18, 28).

O tempo de reação compõe um rol de habilidades que permite ao indivíduo interagir no mundo de maneira intencional envolvendo a formulação de um plano de ação que se baseia em experiências prévias e demandas do ambiente atual. Estas ações precisam ser flexíveis e adaptativas e, por vezes, monitoradas em suas várias etapas de execução. Estas operações são denominadas funções executivas e visam controlar e regular o processamento da informação no cérebro, que constitui um componente básico das diferenças individuais na inteligência (14, 17).

Além disso, o tempo de reação e as demais funções executivas são habilidades cognitivas necessárias para controlar pensamentos, emoções e ações e possuem um sistema neural distribuído. O córtex pré-frontal desempenha um papel fundamental, mediando diferentes aspectos envolvidos no funcionamento executivo, mas é mais apropriado afirmar que tais funções são resultado da atividade de diferentes circuitos neurais, sendo, no entanto, necessária a participação do cérebro na sua totalidade, para um eficaz funcionamento das mesmas (16). O cérebro, então, é o principal órgão do corpo responsável pela recepção, processamento e resposta ao estímulo sensorial, mais especificamente o córtex sensório-motor que é o centro de integração do *input* sensorial e *output* motor (29).

Dessa forma, torna-se muito importante avaliar objetivamente as habilidades psicomotoras dessas crianças, no que diz respeito aos sistemas cerebrais de integração sensório-motora, com a finalidade de identificar precocemente possíveis transtornos do desenvolvimento. Testes que auxiliem na detecção precoce de distúrbios neuropsicomotores, em especial o tempo de reação, podem ser úteis no auxílio diagnóstico de um possível atraso no desenvolvimento, facilitando a orientação quanto ao manejo adequado deste indivíduo dentro de uma abordagem ecológica quanto ao desenvolvimento infantil.

Portanto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o tempo de reação de crianças com AF, por meio dos testes de tempo de reação simples (TRS) e tempo de reação de escolha (TRE), utilizando equipamentos construídos para esse fim, e comparar estes resultados com os do grupo controle.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o tempo de reação simples e de escolha em crianças com Anemia Falciforme.

2.2. Objetivos Específicos

Desenvolver equipamentos para avaliar o tempo de reação simples e de escolha.

Comparar as médias dos testes de TRS e o TRE de crianças com diagnóstico de AF com crianças saudáveis e sem o diagnóstico da doença.

Verificar se há diferença significativa entre o TRS e o TRE dentro de cada grupo.

Verificar a dispersão das respostas dos testes em cada grupo.

Comparar o percentual dos diferentes tipos de erros entre os grupos.

3. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica, pois as crianças com AF comumente estão à margem das atividades físico-esportivas escolares e se mantêm restritas nas atividades de lazer no âmbito familiar e social por falta de informações sobre a importância do desenvolvimento psicomotor para o pleno desenvolvimento infantil.

Há também a necessidade de se criar equipamentos de triagem quanto a aspectos relacionados ao funcionamento cerebral, em especial às funções executivas, que sejam de fácil manuseio e aplicação, acessíveis a diferentes profissionais, de baixo custo e que sejam interessantes para as crianças. Essa triagem pode favorecer uma melhor condução da equipe médica e escolar nas tomadas de decisão e na orientação familiar sobre possíveis déficits relacionados às questões psicomotoras e de aprendizagem.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Anemia Falciforme

A Anemia Falciforme é um tipo de hemoglobinopatia que constitui uma das principais e mais frequentes doenças genéticas que acometem seres humanos (31). A AF é a doença monogênica mais comum no Brasil. O gene responsável pela doença é um gene de alta frequência em toda a América, e no Brasil é mais frequente nas regiões sudeste e nordeste, chegando a acometer 0,1 a 0,3% da população de pele negra, com tendência a atingir uma parcela cada vez mais significativa da população, devido ao alto grau de miscigenação no país (32, 33). É uma doença que apresenta sérias manifestações clínicas, constituindo um problema de saúde pública no Brasil (34). Segundo um estudo realizado em 2009, a prevalência do traço falciforme no Distrito Federal, local onde este estudo foi realizado, é de 3,23%, o que faz desta região a quarta unidade da federação com maior frequência do traço falciforme (35).

A doença piora continuamente ao longo do tempo, reduzindo a expectativa de vida do indivíduo. A porcentagem de mortalidade entre crianças menores de cinco anos com AF é em torno de 25% a 30%, embora as maiores taxas de mortalidade ocorram nos dois primeiros anos de vida. A letalidade pode atingir até 25% das crianças nos primeiros cinco anos de idade (36).

Indivíduos com AF estão mais expostos a infecções virais e bacterianas. O alto índice de morbimortalidade nestas situações deve-se, principalmente, à septicemia (37). A expectativa de vida para a população americana portadora de AF é de 42 anos para homens e 48 anos para mulheres, muito aquém da expectativa de vida para a população em geral (33). Segundo um estudo brasileiro de 2010, apesar de não haver dados concretos sobre a expectativa de vida no Brasil, estima-se que esta seja de aproximadamente 40 anos (38). A denominação “Anemia Falciforme” (AF) é reservada para a forma de doença que ocorre em indivíduos homocigotos (HbSS). A Anemia Falciforme pode ser chamada também de siclemia ou drepanocitose (34). Para ser portador da doença, é preciso que o gene alterado seja transmitido pelo pai e pela mãe. Se for transmitido apenas por um dos pais, o filho terá o traço falciforme, que poderá passar para seus descendentes (39).

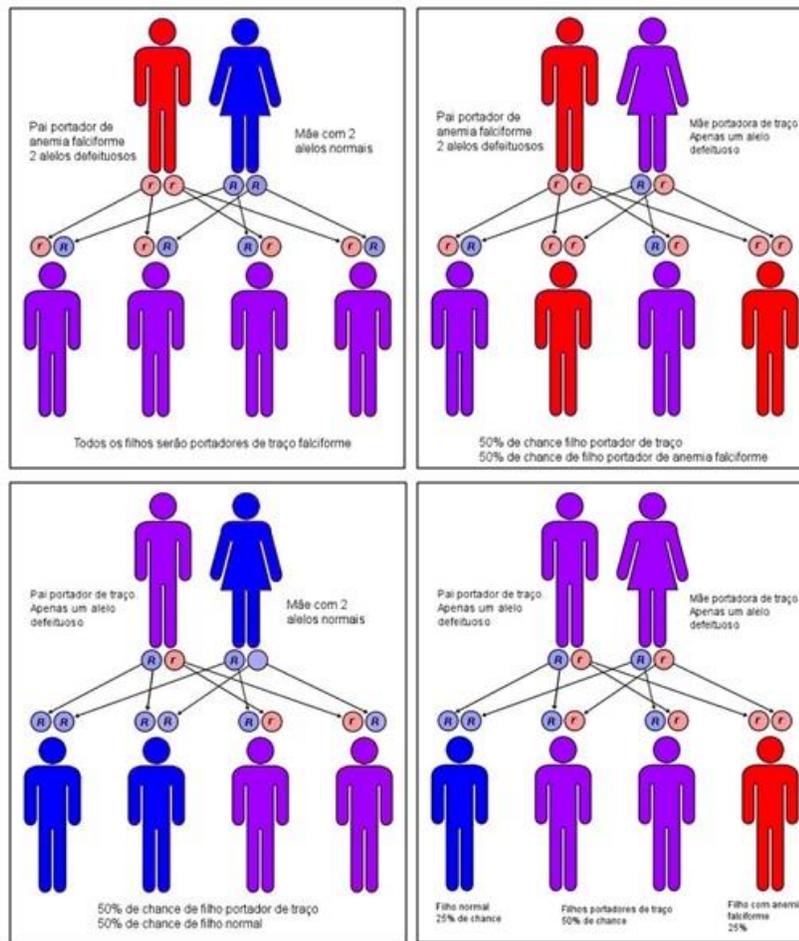


Figura 1 - Esquema de transmissão da Anemia Falciforme

O traço falciforme (HbAS) não apresenta alterações hematológicas e não há mortalidade nem morbidade seletivas. Geralmente detecta-se o portador de HbAS em estudos populacionais ou devido à presença do gene da hemoglobina S em algum membro da família. Os heterozigotos possuem ambas as hemoglobinas (A e S), suas hemácias têm meia-vida fisiológica normal e a falciformação in vivo só ocorre nos casos de os indivíduos portadores serem submetidos a anestesia geral, infecções, vôo em avião não-pressurizado, exposição à regiões de grande altitude e excesso de esforço físico (34).

O gene da hemoglobina S (HbS) pode combinar-se também com outras anormalidades hereditárias das hemoglobinas como hemoglobina C (HbC),

hemoglobina D (HbD), beta-talassemia, entre outros, gerando combinações que também são sintomáticas, denominadas, respectivamente, hemoglobinopatia SC, hemoglobinopatia SD, S/beta-talassemia, todas denominadas Doenças Falciformes (34).

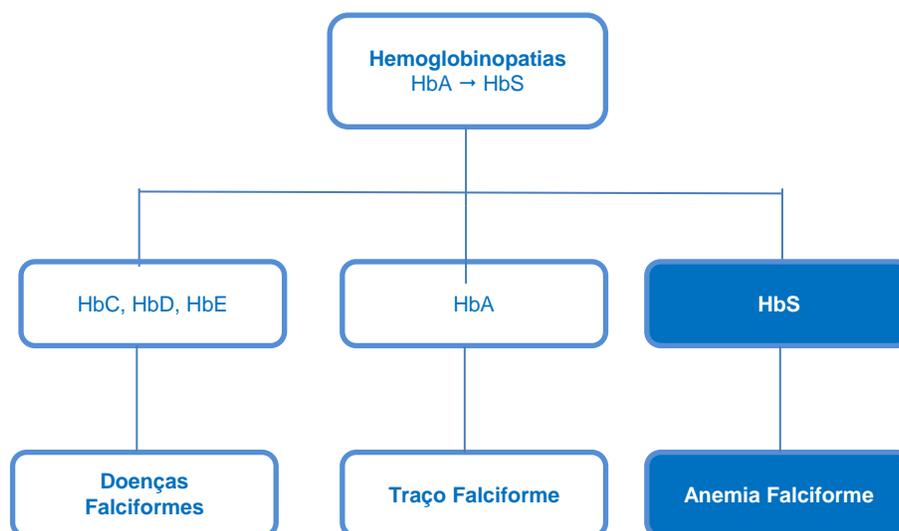


Figura 2 - Associação da hemoglobina S com as demais hemoglobinas para classificação de Doença Falciforme, Traço Falciforme e Anemia Falciforme.

As Doenças Falciformes (AF) são doenças crônicas e, como tal, são caracterizadas com perturbações na saúde de longa duração, nesse caso se estendendo ao longo da vida do indivíduo e apresentando um forte impacto sobre sua capacidade funcional (40).

4.1.1. Etiologia

A causa da doença é uma mutação pontual no gene beta da globina, em que há a substituição de uma base nitrogenada. Essa substituição origina uma molécula de hemoglobina anormal denominada hemoglobina S (HbS), ao invés da hemoglobina normal, chamada de hemoglobina A (HbA). Essa pequena modificação estrutural é

responsável por profundas alterações nas propriedades físico-químicas da molécula de hemoglobina no estado desoxigenado (34).

A hemoglobina S é uma proteína mutante cuja principal característica é a de sofrer polimerização sob baixas tensões de oxigênio. A polimerização é uma reação química na qual são formadas as macromoléculas que geram uma deformação na hemácia. A deformação mais conhecida é provocada por feixes de polímeros que se organizam paralelamente, dando à hemácia uma forma alongada, conhecida por "hemácia em foice" ou drepanócito. Este processo é chamado falcização. Com episódios repetidos de falcização, os eritrócitos tornam-se cada vez mais desidratados, densos e rígidos (31).

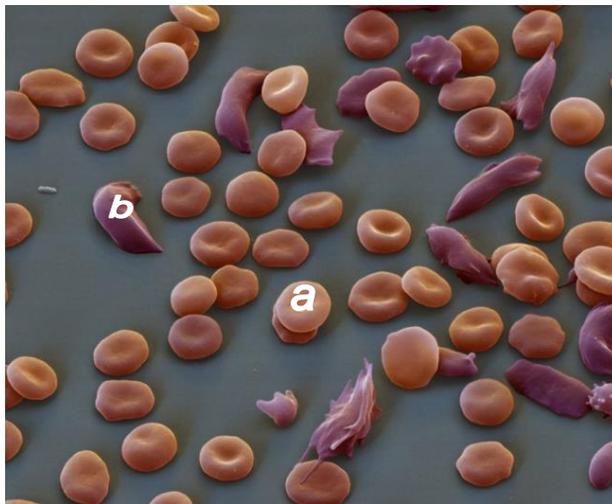


Figura 3 - Figura representativa de hemácias normais e hemácias falcizadas.

^a Hemácia normal - aspecto arredondado e contorno mais uniforme.

^b Hemácia falcizada – formato de “foice”, mais alongada e com contornos irregulares.

A alteração celular causada pelo processo de falcização influencia intensamente o fluxo sanguíneo, aumentando a sua viscosidade. Os eritrócitos falciformes irreversíveis têm capacidade aumentada de adesão ao endotélio vascular, principalmente, devido à alta viscosidade do sangue e também pela elevação dos níveis de fibrinogênio, como uma resposta natural às infecções (34).

A deposição de grande número de eritrócitos alterados na superfície endotelial reduz a luz dos capilares, provocando estase. Como consequência da estase, ocorre hipóxia tecidual, piorando a situação circulatória já desfavorável e lesando os tecidos perfundidos por estes capilares (34).

Os tecidos mal perfundidos podem sofrer infartos com necrose e formação de fibrose. Esses eventos podem causar lesões teciduais agudas, com crises dolorosas e também crônicas, que podem em último caso, resultar na falência do órgão (34)

4.1.2. Diagnóstico e tratamento

O diagnóstico laboratorial da anemia falciforme é feito através de eletroforese de hemoglobina (Hb), que é o exame que separa eletricamente as hemoglobinas do sangue, demonstrando a presença da hemoglobina S e outras hemoglobinas. A quantidade normal de Hb em pessoas com Anemia Falciforme é em torno de 6,5 a 9g/dl. Se o resultado da eletroforese de hemoglobina for até 45% de hemoglobina S, o indivíduo é considerado portador de Traço Falciforme e se for acima de 45% de hemoglobina S, é considerado portador de Anemia Falciforme (41).

No Brasil, a triagem neonatal para detecção da Anemia Falciforme foi implantada em 2001, quando o governo federal incluiu a eletroforese da hemoglobina para detecção desta doença em 12 estados da federação. Esta triagem é um conjunto de exames de sangue que se faz nos bebês nas primeiras 24 horas após o nascimento. A amostra de sangue é obtida com base na untura de calcâneo e ficou popularmente conhecida como teste do pezinho (41). Pode ser detectável também em fase precoce da vida fetal, a partir da 10^a a 12^a semana de gravidez, o que possibilita o diagnóstico pré-natal (33).

Não há um tratamento específico para as doenças falciformes. Assim, medidas preventivas no sentido de minimizar as consequências da anemia crônica, crises de falcização e susceptibilidade às infecções são fundamentais para estes pacientes. Estas medidas incluem boa nutrição, profilaxia, diagnóstico, manutenção de boa hidratação e evitar condições climáticas adversas. Além disso, acompanhamento ambulatorial duas a quatro vezes ao ano e educação da família e paciente acerca da doença. Os avanços na prevenção de infecções e crises de falcização têm proporcionado uma maior sobrevida aos pacientes (42).

Terapias transfusionais tem sido indicadas com o objetivo de melhorar as propriedades reológicas do sangue, diminuindo a proporção de hemácias com HbS. Quando a proporção de células contendo HbS excede 30 a 40%, a resistência ao fluxo aumenta abruptamente, causando sintomas como dor e aumento do risco de acidente vascular cerebral, por exemplo. As indicações específicas de transfusão são: antecedentes de acidente vascular cerebral, síndrome torácica aguda, crises algicas intensas, anemia sintomática, crises aplásticas com comprometimento da função cardíaca, crises de sequestro esplênico, priapismo, septicemia, gestação de alto risco, com história prévia de mortalidade perinatal ou toxemia, cirurgias e anestésias. No entanto, a terapia transfusional deve ser evitada no tratamento rotineiro de pacientes com doenças falciformes e está contraindicada na anemia assintomática, crises dolorosas não complicadas, infecções que não comprometam a sobrevida ou instalação de necroses assépticas, porque está demonstrada a ausência de eficácia.

Ainda, terapias não convencionais são o transplante de medula óssea e a administração oral de hidroxiuréia. A hidroxiuréia é um agente indutor da síntese de hemoglobina fetal. Os resultados com a hidroxiuréia são muito animadores tanto em adultos quanto em crianças (42). O transplante de medula óssea, citado por alguns como um tratamento curativo para a AF, é ainda considerado de alto risco por apresentar grande índice de complicações e mortalidade (43). O objetivo desse tipo de transplante, em pacientes falciformes, é restabelecer uma hematopoese normal, eliminando as obstruções vasculares causadas pelas hemácias falcizadas e pelas lesões crônicas e recorrentes do endotélio vascular (35).

4.1.3. Sintomas

Os sintomas clássicos da AF são dores articulares, fadiga intensa, palidez, icterícia, atraso no crescimento, feridas nas pernas, tendência a infecções, cálculos biliares, priapismo, acometimentos cardiovasculares, pulmonares, renais e neurológicos (44). O estado inflamatório crônico que ocorre nos pacientes com AF é decorrente de diversos fatores que se interligam e se retroalimentam, formando um ciclo inflamatório permanente (45).

Um problema adicional e menos reconhecido nos pacientes falciformes é sua vida sob condição de estresse psicossocial. Esses pacientes possuem não somente o estresse advindo do fato de serem portadores de uma doença crônica, mas também convivem com o problema da natureza de sua doença cuja repetição das crises afeta sua atuação, tanto na escola, quanto no trabalho e reduz potencialmente seu senso de autoestima (34).

4.1.4. Complicações neurológicas

4.1.4.1. Acidente vascular cerebral

O acidente vascular cerebral (AVC) agudo é a complicação mais devastadora da AF. Além disso, é a segunda causa de óbito na infância e a complicação mais temida, pois não se pode prever as sequelas e a gravidade delas. As sequelas mais comuns são hemiparesia ou monoparesia, afasia ou disfasia, fraqueza e convulsões, e resulta em sequelas motoras e cognitivas. Algumas crianças apresentam coma ou semi-coma. O AVC ocorre sem nenhum sintoma prévio, mas pode ocorrer mais comumente durante episódios de dor vaso-oclusiva, doença febril e eventos anêmicos agudos. A característica mais marcante do AVC na AF é a alta chance de recorrência (46). Nos indivíduos com AF a meningite atua como um dos fatores precipitantes de um AVC, principalmente o isquêmico (33). As células falcizadas se aderem às paredes de pequenas veias do cérebro. Este tipo de AVC ocorre, na maioria das vezes, em crianças. Na ausência de medidas de prevenção secundárias, como programa de transfusão crônica ou transplante de células tronco hematopoiéticas, as taxas de

recorrência estão entre 46% e 90% em crianças com AF. Os AVCs hemorrágicos ocorrem mais comumente em pacientes adultos (47).

4.1.4.2. O Infarto Cerebral Silencioso

O Infarto Cerebral Silencioso (ICS) é diagnosticado com base em imagens de ressonância magnética, quando as manifestações clínicas de deficiência neurológica não perduram mais que 24 horas. O ICS é a causa mais frequente de lesão neurológica em crianças com AF. Estes infartos podem ocorrer em lactentes e aumentam ao longo da infância, acometendo 11% das crianças até os quatro anos de idade. Aos seis anos, a taxa de ICS aumenta. Crianças com ICS podem sofrer novas lesões cerebrais silenciosas ou evoluir para AVC (6).

O ICS causa várias deficiências neurocognitivas, como problemas de aprendizado e redução do quociente de inteligência (QI). Essa complicação pode ainda afetar os lobos frontais causando deficiência da atenção, falta de habilidades executivas, da memória ativa e de longo prazo (6).

Os estudos de Tarazi et al. (2007) e Abreu (2013) conduzidos com crianças e adolescentes com AF examinaram as funções neuropsicológicas e evidenciaram déficits nas crianças que apresentavam história de AVC. Esses achados relacionados a defasagem cognitiva são bastante consistentes na literatura, com destaque para os efeitos negativos dos eventos vasculares em várias áreas do desenvolvimento cognitivo (48). Em contraste, são inconsistentes os efeitos da doença no funcionamento neuropsicológico na ausência de infarto cerebral (49). Apesar disso, já existem alguns estudos que evidenciaram problemas de discriminação auditiva e de prontidão, percepção de estímulos visuais e resposta motora fina em crianças da pré-escola e jardim de infância com AF, mas sem história de AVC, mesmo quando as habilidades intelectuais estavam na faixa de normalidade (49).

No estudo de Nunes et al. (2015) foi observado que crianças com AVC, sintomáticas ou não, apresentam maior risco para déficits nas funções executivas.

Além disso, as medidas dessas funções foram consideradas índices para identificar crianças com alto risco de infarto cerebral (10).

4.2. Tempo de Reação

O tempo de reação é uma medida de resultado do desempenho psicomotor que indica quanto tempo uma pessoa leva para iniciar um movimento. É calculado pelo intervalo de tempo entre um estímulo e o início de uma resposta motora (50).

O tempo de reação vem sendo estudado desde a década de 1940 quando se correlacionou este aspecto motor com possíveis transtornos mentais, como esquizofrenia (51). Em 1957, Yeager e Guerrant publicaram um artigo onde demonstraram que crises convulsivas subclínicas poderiam estar associadas a incapacidades motoras simples e complexas e também a distúrbios do comportamento (28). Em seguida, no estudo de Schawab (1958) observa-se a preocupação em confeccionar um equipamento para mensuração desta capacidade psicomotora, ligada à percepção de estímulos visuais e respostas motoras (52). Na década de 1960 começaram a ser realizados estudos com estudantes (53), e outros onde o tempo de reação foi relacionado à dislexia e a incapacidades neurológicas (54, 55). Na década de 1970 observa-se uma preocupação da interação dos fármacos com o tempo de reação e os distúrbios de comportamento. Em 1973 Spring e colaboradores, publicaram um artigo em que se relacionava o tempo de reação ao uso do metilfenidato, que é um fármaco estimulante do sistema nervoso central utilizado até os dias de hoje no tratamento dos casos de transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Nesse estudo foi constatado que, apesar do grupo controle (crianças saudáveis) ter apresentado menor tempo de reação durante o teste, o grupo com TDAH em uso da medicação apresentou uma menor perda de *performance* ao longo do teste do que as crianças com TDAH sem a medicação, o que leva a crer que o tempo de reação esteja intimamente relacionado à questões neurológicas, de aprendizagem e principalmente de sustentação da atenção (57). Ainda Hynd et al. (1989) ao analisarem o tempo de reação de crianças com TDAH afirmam que não só o

TR destas crianças é maior, como também há uma maior variação de respostas destas crianças do que no grupo controle (58).

O TR tem sido identificado como uma importante capacidade motora na *performance* dos movimentos, em diferentes perspectivas. Pesquisadores estão relacionando o TR com questões ligadas a sincronização e coordenação dos movimentos, com momento de inércia, em diferentes tarefas com níveis de complexidade diferentes e com diferentes tipos de estímulos, e sendo relacionado a patologias neurológicas, a inteligência e a *performance* de habilidades motoras complexas ligadas ao movimento esportivo (21). Ele uma importante variável do controle motor, já que qualquer problema na regulação do tempo (tempo de reação, tempo de movimento, tempo necessário para interromper a ação) pode influenciar significativamente a coordenação motora (21). Sua avaliação se dá de duas maneiras: quando há apenas um estímulo e apenas uma resposta, chamado de tempo de reação simples (TRS); quando se deve optar por apenas uma resposta dentre vários estímulos oferecidos, chamado tempo de reação de escolha (TRE) (21). Juntamente com outras capacidades, o TR compõe a base motora que permite a execução de movimentos corporais elementares e também complexos. Ele indica a velocidade e a efetividade da tomada de decisão e influencia no desempenho do indivíduo em diversas áreas, tais como, esportiva, acadêmica, musical, entre outras (21, 26). Durante este curto intervalo de tempo entre o estímulo e a resposta motora, ocorre uma série de processamentos mentais que estão relacionadas às características do sujeito e da tarefa a ser realizada, sendo o desempenho motor intimamente relacionado à qualidade e a velocidade desses processamentos (21).

4.2.1. Velocidade de Processamento da Informação

A velocidade de processamento da informação (VPI) é a capacidade de manter o foco atencional e realizar rapidamente tarefas simples e já aprendidas (15) e o TR é a medida mais utilizada para se avaliar esta capacidade. Esta avaliação se dá por meio da diferenciação das tarefas, tanto no volume quanto na natureza da informação a ser

processada. O tempo, como medida de velocidade, permite detectar mudanças sutis no processamento da informação (17).

Segundo Dampier et al. (2004) os estágios do processamento da informação são (59):

- 1) identificação do estímulo (percepção);
- 2) seleção da resposta (decisão);
- 3) programação da resposta (ação).

No paradigma de Hick, descrito em 1952, avalia-se o tempo de reação a estímulos auditivos ou visuais em função da quantidade de informação transmitida. São calculados tempos de reação simples ou com mais escolhas. A resolução destas tarefas não requer o acesso à memória de curto ou de longo prazo, sendo o tempo requerido para processar os estímulos uma função da informação neles presente (17). Estudos realizados por Hick descreveram a existência de uma relação estável entre o número de alternativas de estímulo-resposta e tempo de reação de escolha de maneira linear. Ou seja, o tempo de reação de escolha aumenta em uma quantia constante toda vez que o número de alternativas de estímulo-resposta é dobrado (59).

Este procedimento foi aprimorado por Jensen (1979), que aumentou o volume de informação a ser processada. Para tal, recorreu a painéis com uma, duas, quatro ou oito combinações de luzes e botões, o que permitia variar o número de alternativas de escolha dos sujeitos e aumentar as unidades de informação a serem processadas (17).

Os resultados das investigações têm mostrado, de forma consistente, a existência de correlações estatisticamente significativas entre os parâmetros derivados de tarefas simples de tempos de reação e os resultados em provas de inteligência geral. Estes resultados foram confirmados em diferentes amostras: crianças hígdas, adolescentes superdotados, crianças com atraso mental severo ou com atraso moderado, trabalhadores manuais não qualificados, alunos universitários ou adultos. Mais recentemente, verificaram que a magnitude do efeito não se alterava quando se considera o gênero, a classe social e o nível de instrução escolar dos sujeitos, assumindo-se que a velocidade de processamento de informação constitui um componente básico das diferenças individuais na inteligência (17). Déficits na velocidade de processamento podem gerar limitações para o desenvolvimento da

linguagem e da leitura e já foram relacionadas com o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) (18).

4.2.2. As funções executivas

As funções executivas são aquelas que controlam e supervisionam as funções cognitivas para o alcance de um objetivo e são mediadas pelo córtex pré-frontal. Planejar e executar uma sequência de ações que promove um comportamento dirigido a um objetivo final requer: fixação da atenção e da memória, seleção e inibição de respostas, estabelecimento de metas, autocontrole, automonitoramento e uso hábil e flexível de estratégias (60).

As funções executivas desenvolvem-se intensamente entre os seis e oito anos. O comportamento típico de crianças nos primeiros anos de vida é caracterizado por traços de impulsividade, pensamento concreto e facilmente guiado por estímulos. Progressivamente, as crianças tornam-se capazes de avaliar múltiplos aspectos de um problema, detectar possíveis erros na execução dessas ações e corrigi-los, mantendo um planejamento inicial dirigido ao futuro e adiando gratificações (16).

As funções executivas são responsáveis pela capacidade de autorregulação ou autogerenciamento, essas habilidades são especialmente relevantes diante de situações novas ou demandas ambientais que exijam ajustamento, adaptação ou flexibilidade, como, por exemplo, a situação de aprendizagem de habilidades esportivas e acadêmicas (16). Além disso, o tempo de reação juntamente com outros fatores como força, equilíbrio, velocidade, coordenação motora, cognição, renda, vida social e relação com a família foram associados a uma qualidade de vida positiva (61).

Anatomicamente, as funções executivas possuem um sistema neural distribuído, em que o córtex pré-frontal desempenha um papel fundamental, mediando diferentes aspectos envolvidos no funcionamento executivo. Tais funções são resultado da atividade de diferentes circuitos neurais, sendo, no entanto, necessária a participação do cérebro na sua totalidade para um eficaz funcionamento das mesmas (16).

O córtex pré-frontal é a última porção cerebral a atingir o ápice maturacional, considerando-se tanto a evolução da espécie quanto o curso desenvolvimental individual. Esse desenvolvimento tardio aponta para a complexidade das atividades funcionais desempenhadas pelo lobo frontal, apenas minimamente desenvolvida em animais primatas e, portanto, característica predominantemente humana (16).

4.2.3. Desenvolvimento infantil

No intercurso de seu desenvolvimento, as crianças tornam-se capazes de controlar suas ações e pensamentos e direcioná-los a um objetivo. Esse grau de maturação cerebral inicia-se nos primeiros anos de vida, razão pela qual esse período é particularmente importante para a compreensão do desenvolvimento das funções executivas, da velocidade de processamento da informação e do tempo de reação (16).

Essas capacidades traduzem em função motora uma percepção sensorial e são necessárias para muitas atividades da infância como pegar um objeto e lançá-lo, desenhar, recortar, etc. A criança pode possuir as habilidades visuais e motoras preservadas, mas ser incapaz de integrá-las. Segundo Moreira et al., crianças com déficits neuropsicológicos podem cursar com maior dificuldade de integração dessas habilidades e apresentar déficits no desempenho de funções motoras importantes no desenvolvimento infantil (62).

Crianças menores têm maior dificuldade no automonitoramento e em ignorar distrações irrelevantes para a tarefa. Aos 10 anos a criança consegue, eficientemente, focalizar a atenção de modo voluntário e usar de estratégias cognitivas para a resolução dos problemas.

De acordo com Sisto et al., o tempo de reação, a capacidade de vigilância, a capacidade de manutenção da atenção e o controle de respostas impulsivas melhoram, progressivamente, até os 12 anos. A partir dessa idade, ainda que o tempo de reação se estabilize, a exatidão segue avançando. Nesta idade há a aquisição de estratégias de busca mais eficientes, principalmente por influência das interações sociais, como por exemplo, o processo de escolarização formal.

Crianças mais velhas têm maior capacidade de resistir à distração por estímulos irrelevantes à tarefa em andamento e, com a aquisição destas estratégias mais eficientes, a capacidade atencional melhora até a idade adulta, atingindo seu auge entre os 18 e 30 anos, com decréscimo progressivo decorrente do processo de envelhecimento. Esse decréscimo na capacidade atencional associa-se a mudanças no funcionamento cerebral (63, 64).

Ao se avaliar o tempo de reação pode-se prever a habilidade de uma criança em realizar as atividades esportivas, por exemplo. Pode ainda, auxiliar na identificação da causa de um possível déficit de habilidades específicas, possibilitando dar atenção individualizada no processo de ensino-aprendizagem (26).

4.2.4. Estratégias de avaliação

Considerando a importância dos processos centrais, uma das formas de avaliar a integridade do sistema nervoso central é por meio do tempo de reação. Segundo estudo publicado em 2007, o aumento no tempo de reação simples é considerado uma das mudanças comportamentais mais mensuradas para reconhecer o processo de envelhecimento. Diante disso, afirma-se que qualquer fator que possa estimular ou interromper funções do sistema nervoso central é refletido por uma alteração no tempo de reação (24).

Diversos estudos relacionados ao TR realizaram a avaliação de idosos, pois se sabe que dentre as alterações observadas durante o processo de envelhecimento, a lentidão do comportamento é uma alteração que influencia nas tarefas diárias e conseqüentemente na qualidade de vida. Esta, porém não é uma característica apenas da população idosa, crianças que apresentam lentidão no processamento da informação também podem apresentar decréscimo de sua qualidade de vida.

Uma das formas de mensurar este tipo de lentidão dá-se por meio de testes do tempo de reação. A avaliação do TR tem sido reconhecida como uma das melhores formas de verificar as mudanças cognitivas, particularmente pelo fato de avaliar a capacidade do indivíduo de responder rápido aos eventos ambientais (64).

O estudo do tempo de reação tem sido importante na compreensão do comportamento motor humano e também na compreensão dos parâmetros neuropsicológicos relacionados à inteligência de crianças e adolescentes (18, 21, 26, 65). Trata-se, portanto de uma capacidade inerente a diversas situações do dia a dia, que envolvem movimentos voluntários, aprendizagem de habilidades motoras complexas e a prática esportiva (21). Estudos indicam que o tempo de reação, o tempo de processamento e o tempo de resposta motora podem ser menores para uma tarefa já aprendida por isso indivíduos fisicamente ativos provavelmente por possuírem um tempo de processamento cognitivo mais rápido (66, 67).

Encontram-se na literatura diferentes instrumentos para a avaliação do TR, desde testes psicométricos, testes que utilizam implementos simples como uma régua, uso de *softwares*, jogos de vídeo game a equipamentos comercializados especificamente para este fim (15, 20-22, 24-27, 52, 57, 58, 63, 68).

De acordo com essas particularidades, avaliar e medir tempo de reação não é uma tarefa simples. A avaliação do TR requer instrumentos que muitas vezes não são acessíveis a todos os pesquisadores e profissionais do movimento. Algumas alternativas de medição apresentam limitações como finalizar a medida exatamente após o tempo de reação, o que dificulta sua replicabilidade. Alguns instrumentos não têm a acurácia de medir aquilo que são propostos e aptos a fazer e também muitas vezes não apresentam coerência com os resultados (21).

Em 2007, Pereira et al. criaram, desenvolveram e analisaram a reprodutibilidade de um teste para medir o TRS e TRE, por meio de um *software* desenvolvido em linguagem pascal especialmente para este tipo de avaliação. A medida utilizada foi a diferença de tempo entre o estímulo visual, que era caracterizada pela mudança da cor de um objeto na tela do computador e a resposta motora, dada pelo momento em que o sujeito liberava o botão do mouse. Foi utilizado um temporizador, com precisão de 900 nanossegundos de resolução. O teste era repetido 15 vezes, sendo excluídas as cinco primeiras tentativas, e contabilizadas apenas as 10 últimas tentativas. O teste de reprodutibilidade foi feito em adultos, porém no artigo não foram encontrados os valores dos tempos de reação dos sujeitos (21).

O estudo de Mezzomo e colaboradores, publicado em 2014, avaliou a influência da ginástica laboral no tempo de reação de condutores de ônibus por meio deste mesmo *software* utilizado no estudo de Pereira et al. (2007). Os testes foram constituídos por 20 tentativas e a apresentação dos estímulos ocorria em intervalos de tempo aleatórios. Os resultados desse estudo mostraram um melhor desempenho no TR relacionado a prática da ginástica (22).

Alguns estudos utilizaram o teste de Lafayette, Lafayette *Instrument Multi-Choice Reaction Time Apparatus* (24). Para a aplicação deste teste é necessário uma sala com mínimo ruído, os sujeitos são posicionados sentados em uma cadeira, com o dispositivo posicionado sobre uma mesa. O teste consiste em acionar um botão para responder aos estímulos visuais. Os resultados devem ser anotados manualmente após a realização de cada teste (24, 69, 70).

No estudo de Bruzi et al. (2013) foi utilizado para avaliação do TR um equipamento chamado “Multipsy-821” (Bio-Data, Steinbach, Áustria). A avaliação consistia em 21 estímulos luminosos idênticos emitidos em intervalos de tempo aleatórios aos quais devem ser respondidos por meio de um botão, a ser pressionado no menor tempo possível sempre que um estímulo é fornecido. O indivíduo testado deveria se manter ao longo de toda a execução do teste com o dedo indicador da mão dominante posicionado sobre o botão de resposta, e a cada acendimento da luz ele apertava o botão. Para o cálculo da média do TR foram utilizadas respostas entre 150 ms e 1,5 segundo de tempo de reação, considerando respostas inadequadas as quais se encontravam fora desse intervalo. O teste possui um coeficiente de fidedignidade adequado para medir o tempo de reação, de acordo com o fabricante, e foi realizado com indivíduos entre 13 e 18 anos. A média do TRS do grupo controle, ou seja, indivíduos não praticantes de atividade física foi de 265,33 ms e a média do TRE foi de 1096 ms. A média de idade deste grupo era de 15,95 anos (20).

No estudo de Aranha et al. (2015) foram avaliadas 12 crianças em idade escolar, com média de idade de 9,5 anos, foi utilizado o *Ruler Drop Method* (RDM), que consiste em posicionar a criança sentada com cotovelo do lado dominante fletido a 90°, com antebraço apoiado em uma superfície de uma mesa lisa e horizontal, com a mão aberta na borda da mesa. Uma régua de aço foi suspensa pelo examinador, de forma

que a marca de 5 cm estivesse posicionada e alinhada no espaço entre o polegar e o indicador da mão da criança. Feito isso, a criança foi orientada a agarrar a régua assim que esta fosse solta da mão do examinador. A distância que a régua atravessava a partir da marca de 5 cm foi anotada. Esta distância foi convertida em tempo, utilizando a seguinte fórmula, $t = (2d/g)^{1/2}$, onde, $t = TR$; $d =$ distância atravessada pela régua e $g = 9,81m/s^2$ (constante gravitacional). Foram feitas três tentativas e calculada a média do TR apresentado. O resultado encontrado foi que a média do TR destas crianças foi de 177,83ms (26).

No estudo de Ejupi et al. (2014), que avaliou o risco de quedas de pessoas idosas, foi utilizado um teste chamado *The Choice Stepping Reaction Test*, no qual faz uso da tecnologia de videogame. Neste teste o sujeito é apresentado como um *avatar* na tela da TV, com duas luzes de cada lado. O participante deve controlar os movimentos do avatar com o *Kinect*. As luzes azul e vermelha piscam em ordem randômica, usando o mesmo intervalo de tempo. Os participantes do estudo foram instruídos a pisar na luz azul ou vermelha o mais rápido possível assim que estas aparecessem. Os idosos realizaram um total de 40 passos, com pequeno intervalo de descanso após as 20 primeiras repetições. Os indivíduos sem relatos de quedas apresentaram um TR de 858 ms, enquanto que os que apresentavam relatos de quedas apresentaram TR de 970 ms (25).

No estudo de Bolfer et al. (2010) foi utilizado o *software* “Micro experimental Laboratory-Mel” (Mel *professional v 2.01- Psychology Software Tools, Inc*). Este *software* modifica os sistemas de *input* e *output* do computador, permitindo registrar o tempo de reação em milissegundos. Os testes foram aplicados em meninos, de 9 a 12 anos de idade, com diagnóstico de transtorno e déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), e em um grupo controle de crianças com a mesma idade. Foi utilizado um computador pessoal (IBM) com tela de 15 polegadas. Como interface entre o paciente e o computador, foi utilizado um joystick. O paciente era instruído a prestar atenção a uma dica informativa (ponto de fixação) que aparecia no centro da tela e após certo intervalo de tempo outras figuras iam aparecendo ora a direita, ora a esquerda e ora ao centro da tela. O participante deveria responder de que lado o estímulo apareceu pressionando um dos botões do joystick, com dedo indicador, de acordo com a seleção

da resposta. A melhor resposta do TR para o grupo com TDAH foi 368,67 ms e para o grupo controle foi 303,67 ms (68).

No estudo de Pereira et al. (2009) foram avaliados o TRS e o TRE por meio de um *software* específico desenvolvido na ferramenta Borland Delphi 7 que utiliza a linguagem de programação object pascal. O software avalia os tempos de reação a partir de um estímulo visual e a reação do movimento do membro superior dominante, calculando assim o tempo entre o estímulo e o início do movimento. Foram avaliados adultos jovens, em três grupos de nadadores: iniciante, intermediário e avançado, e obteve as seguintes médias de TRS para os grupos 289,50 ms, 277,81 ms, 238,52 ms, respectivamente (71).

Em relação à resposta motora, em 2002, Etnyre e Kinugasa, realizaram um estudo onde um dos grupos executou um exercício de uma contração isométrica, por três segundos, antes do teste de tempo de reação. Os resultados indicaram que estes indivíduos apresentam uma menor média de tempo de reação do que o grupo controle. Ele concluiu que o tempo de reação, o tempo de processamento e o tempo de contração muscular foram significativamente menores para uma tarefa já aprendida, após uma contração isométrica (66).

Observa-se então que grande parte dos estudos realizados foi direcionada aos idosos e aos atletas, poucos estudos foram desenvolvidos com crianças e nenhum deles com crianças portadoras de Anemia Falciforme.

A maioria deles utilizou *softwares* próprios para a aplicação dos testes, a tela do computador para a visualização do estímulo e o mouse ou joystick para resposta, o que faz com que os testes sejam totalmente dependentes de um computador específico onde haja o programa instalado, e de um bom manejo do mouse ou joystick por parte do sujeito. Pensando numa amostra composta por crianças, também se considera a questão do interesse e da familiaridade delas com os componentes eletrônicos.

Para os testes neuropsicológicos, que também avaliam tempo de reação, estes são de alto custo e de aplicação especializada. Nem todos os centros de assistência infantil para crianças com AF tem acesso a esse material e muitas vezes não há nos locais pessoas capacitadas para aplicá-los.

Com o desempenho escolar abaixo da média, a dúvida que comumente se tem é se isso se dá devido ao grande número de internações, o que as faz ficar afastadas da escola, ou se pode ser decorrente de um rebaixamento cognitivo como consequência da própria doença. As crianças com AF estão inseridas na rede de ensino muitas vezes sem acompanhamento de outros profissionais de suporte, e estão também a margem da educação física escolar e das atividades físicas de uma forma geral ou pelo baixo desempenho esportivo ou por questões clínicas que são de grande impacto na *performance* motora destas crianças.

5. MÉTODOS

5.1. Aspectos Éticos

A realização do presente estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília sob o registro CAAE 48825415.7.0000.0030 (Anexo 1).

5.2. Amostra

Foram avaliadas 46 crianças, sendo 24 com Anemia Falciforme (AF), que constituíram o grupo experimental (GE), e 22 sem histórico da doença, que constituíram o grupo controle (GC). Todas as crianças apresentaram idade entre seis e 12 anos.

Os participantes do GE apresentaram idade média de 9,4 anos, diagnosticados com AF, segundo registro em prontuário eletrônico do Hospital da Criança de Brasília José Alencar (HCB), sob os CIDs D57.0 e D57.1, e atendidos no ambulatório de Hematologia Pediátrica do HCB, de 04 a 08 de abril de 2016.

Os participantes do GC foram procedentes da rede de ensino pública e privada de Brasília, apresentaram idade média de 8,1 anos. Neste grupo, 22 crianças realizaram o teste de TRS e 21 realizaram o teste de TRE.

Foi escolhida esta faixa etária - segunda infância - por ser um período do desenvolvimento em que a criança já compreende jogos e atividades com mais de um comando, consegue sustentar a atenção por mais tempo e começa a controlar melhor suas ações e modificá-las levando em conta alterações e estímulos ambientais. Apresenta maior destreza e coordenação motora, conseguindo combinar movimentos. Associado a isso, quanto às crianças com AF, trata-se da faixa etária com maior incidência de lesões cerebrais com agravamento das funções neurológicas (6).

5.3. Critérios de Exclusão

Para o GE, foram excluídas do estudo as crianças que apresentaram retardo mental grave e/ou alterações visuais, auditivas, motoras severas, que impossibilitaram a compreensão dos comandos e a execução dos testes.

Para o GC foram excluídas crianças que estavam em investigação diagnóstica ou apresentavam diagnósticos de doenças que afetam o desenvolvimento infantil.

5.4. Delineamento

Trata-se de um estudo transversal, desenvolvido de acordo com as Diretrizes e Normas que Regulamentam as Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde).

5.5. Procedimentos

5.5.1. Grupo experimental (GE)

Para o GE, foram avaliados, com antecedência, todos os prontuários das crianças atendidas no ambulatório de Hematologia Pediátrica do HCB, no período de 04 a 08 de abril de 2016, conforme Termo de Concordância do Hospital (Anexo 6), para verificação dos critérios de exclusão.

Em seguida, os pais das crianças que se apresentavam o perfil para participação da pesquisa, foram chamados para receberem explicações sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa. Após esclarecimento das dúvidas, eles assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexos 1 a 3) e as crianças assinaram o Termo de Assentimento da Criança (Anexos 4 e 5), conforme orientação do CEP/FS/UnB.

Após a concordância dos pais e das crianças, estas participaram de uma familiarização com os equipamentos e, após esta etapa, foi iniciada a aplicação dos testes propriamente ditos.

A aplicação dos testes foi realizada em uma sala reservada, dentro do HCB, na presença do pai, mãe ou responsável, garantindo o conforto e a segurança da criança, além de reduzir os riscos de constrangimento. Os testes foram sempre aplicados pela própria pesquisadora responsável.

Figura 4 – Foto do local de aplicação do TRS e TRE no HCB



5.5.2. Grupo controle (GC)

Para o GC, foi enviada aos pais, mães ou responsáveis das crianças, uma correspondência contendo explicação sobre a pesquisa, os objetivos e a metodologia utilizada para a aplicação dos testes, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexos 1, 2 e 3). As crianças selecionadas para este grupo foram provenientes de escolas públicas e privadas do Distrito Federal.

Aquelas crianças, cujos pais concordaram com a participação na pesquisa e devolveram o TCLE assinado, foram convidadas a ouvir sobre o teste e ver os equipamentos. Em seguida, aquelas que concordaram em participar, assinaram o Termo de Assentimento da Criança (Anexos 4 e 5).

Após a concordância dos pais e das crianças, estas participaram de uma familiarização com os equipamentos e, após esta etapa, foi iniciada a aplicação dos testes propriamente ditos.

A aplicação dos testes foi realizada em um espaço reservado, na presença de um professor, garantindo o conforto e a segurança da criança, além de reduzir os riscos de constrangimento. Os testes foram sempre aplicados pela própria pesquisadora responsável.

A coleta dos dados, tanto do GC como do GE, durou em torno de 5 minutos para cada criança e a ordem de aplicação dos testes (TRS e TRE) foi feita de forma contrabalanceada, o que permitiu a análise mais fidedigna, eliminando o problema de fadiga, treinamento e a falta de interesse por parte da criança.

5.6. Materiais para aquisição, registro e análise dos dados.

5.6.1. Testes de tempo de reação

Os equipamentos para aplicação dos testes de tempo de reação simples e de escolha foram desenvolvidos no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor, da Faculdade de Educação Física da UnB. O botão de acionamento dos equipamentos foi confeccionado pelo Setor de Bioengenharia do Hospital SARAHE – Brasília.

Os equipamentos consistem em circuitos elétricos ligados a *leds* e ao botão de acionamento, conectados a um Arduino Uno (Figura 4), que é uma plataforma de prototipagem eletrônica e *hardware* livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR, com suporte de entrada e saída embutido, e uma linguagem de programação padrão.

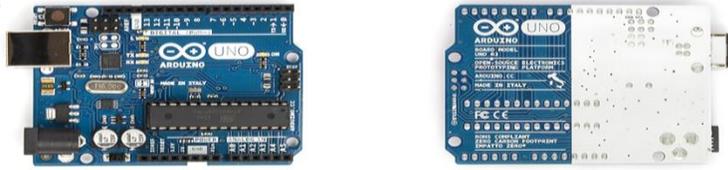


Figura 4 - Arduino Uno.

Para estes testes, o Arduino foi programado para gerar estímulos luminosos randômicos, de acordo com o objetivo de cada teste, bem como pela captação das respostas motoras, pelo acionamento do botão, transferência e registro dos dados (tempo em milissegundos) para o computador via *bluetooth*.

A criança realizou ambos os testes, sentada em frente aos equipamentos, que foram posicionados sobre uma mesa. Ela sentou-se com os pés apoiados no chão, ou com as pernas pendentes à frente, e ambos os braços sobre a mesa. A mão dominante foi posicionada a cinco centímetros do botão acionador antes do início do teste, e foi solicitada a criança que entre os acionamentos ela deixasse a mão nesta mesma posição.

Ressalta-se que em relação à confecção dos equipamentos e à receptividade das crianças, observamos que assim como no estudo de Aranha, a questão do interesse na tarefa influencia no resultado da mesma, então foi por este motivo que optamos por desenvolver equipamentos de avaliação que fossem em forma de brinquedos (26).

É importante destacar que a *performance* do participante nos testes tem uma relação inversamente proporcional ao tempo de reação. Ou seja, para os escores das variáveis TRS e TRE, quanto menores os valores apresentados, melhor é o desempenho do sujeito em relação à tarefa (22).

5.6.1.1. Teste de Tempo de Reação Simples

Para o teste de reação simples o Arduino foi acoplado a um carro de polícia (Figuras 5 e 6), onde foram fixados quatro *leds*:

- dois *leds* na cor branca, localizados na parte dianteira do carro, simulando os faróis, sendo estes o estímulo luminoso e *input* sensorial para que a criança acionasse o botão o mais rápido possível;

- um *led* na cor azul e outro *led* na cor vermelha, localizados na parte superior do carro, simulando o giroflex, sendo esta a confirmação da resposta motora pela criança, que eram acesos ao acionamento do botão. Ao visualizar os *leds* do giroflex acenderem a criança tinha como confirmada o acionamento do botão.

Além disso, foi fixado um cabo para o botão de acionamento dos *leds* do giroflex e um interruptor liga/desliga. A alimentação do sistema foi feita por uma bateria 9V e a transmissão das informações via *bluetooth* para um computador. O Arduino foi programado para acender os *leds* dos faróis randomicamente (estímulos luminosos) no intervalo de 1000 a 4000 milissegundos e os *leds* do giroflex eram acesos imediatamente com o acionamento do botão, conforme as respostas motoras dadas pelos participantes. A criança foi orientada a observar atentamente os *leds* dos faróis e assim que estes piscassem deveria acionar o botão, pressionando-o o mais rápido possível. Como resposta ao acionamento do botão, os *leds* do giroflex acendiam.



Figura 5 - Equipamento utilizado para a coleta do teste de Tempo de Reação Simples.

Para o teste de TRS obtivemos as seguintes respostas:

- a) acertos por ação (AA) – número de acionamentos válidos, ou seja, a criança acionou o botão ao ver o estímulo luminoso, foram estas as respostas utilizadas para calcular o TRS;
- b) média e desvio padrão dos tempos de reação simples (TRS), calculada a partir dos tempos das respostas do tipo AA, para cada criança, em milissegundos;
- c) erros por ação (EA) – número de antecipações, ou seja, acionamentos do botão na ausência do estímulo luminoso;
- d) erros por omissão (EO) – número das omissões, ou seja, ausência de resposta motora na presença do estímulo luminoso. A resposta foi considerada omissa quando o tempo de acionamento do botão foi superior a 1000 milissegundos;

Para a análise dos resultados, foi feita a média dos tempos das 12 respostas do tipo AA, de cada criança, chegando aos valores de TRS de cada uma delas.

Então, o TRS foi computado como sendo a média do tempo entre o acendimento dos *leds* dos faróis (estímulo sensorial) e o acionamento do botão (resposta motora), após 12 respostas do tipo AA. O teste era interrompido após os 12 acionamentos válidos do botão e os tempos registrados em milissegundos.



Figura 6 - Foto de uma criança do grupo controle durante a aplicação do TRS.

5.6.1.2. Teste de Tempo de Reação de Escolha

Para o teste de reação de escolha o Arduino foi acoplado a um conjunto de 12 *leds*: três *leds* na cor branca, três na cor azul, três na cor verde e três na cor vermelha. Esses *leds* foram agrupados por cor e dispostos lado a lado, nessa sequência, e fixados numa caixa de 30 cm de comprimento por 12 cm de largura. A este sistema foi fixado um cabo com um botão de acionamento (Figura 7).



Figura 7 - Equipamento utilizado para a coleta do Tempo de Reação de Escolha.

A alimentação do sistema foi feita por uma bateria 9V e a transmissão das informações coletadas foi realizada via *bluetooth* para um computador. O Arduino foi programado para acender randomicamente dois grupos de *leds* de cores diferentes de cada vez, a cada 200 milissegundos. A criança foi orientada pela pesquisadora a acionar o botão o mais rápido possível (resposta motora seletiva) todas as vezes que os *leds* brancos e azuis acendessem simultaneamente (estímulos luminosos alvo).

Para o teste de TRE obtivemos as seguintes respostas:

- a) acertos por ação (AA) – número de acionamentos válidos. A criança acionou o botão ao ver o estímulo luminoso alvo, ou seja, ao ver os *leds* brancos e azuis acendendo simultaneamente. Estas foram as respostas utilizadas para calcular o TRE;

- b) média e desvio padrão dos tempos de reação de escolha (TRE), calculada a partir dos tempos das respostas do tipo AA, para cada criança, em milissegundos;
- c) erros por ação (EA) – número de antecipações, ou seja, acionamentos do botão na ausência do estímulo luminoso, ou ainda, na presença de um estímulo luminoso com outra combinação de cores que não a do estímulo luminoso alvo;
- d) erros por omissão (EO) – número de omissões, ou seja, ausência de resposta motora na presença do estímulo luminoso. A resposta foi considerada omissa quando o tempo de acionamento do botão foi superior a 1000 milissegundos;

Para a análise dos resultados, foi feita a média dos tempos das 12 respostas do tipo AA, de cada criança, chegando aos valores de TRE de cada uma delas.

O TRE foi computado como sendo a média do tempo entre o acendimento dos *leds* brancos e azuis (estímulo sensorial) e o acionamento do botão (resposta motora). O teste era interrompido após 12 acionamentos válidos do botão e os tempos registrados em milissegundos.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva (média e desvio padrão) foi utilizada para a caracterização da amostra. No GE, 24 crianças foram avaliadas. No GC, a amostra inicial era composta de 22 voluntários, no entanto, somente 15 participantes do GC conseguiram realizar todos os testes propostos. A caracterização apresentada retrata somente o perfil dos voluntários que completaram todo o experimento. A média e o desvio padrão também são utilizados na descrição dos resultados experimentais.

A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados referentes ao GE não apresentaram normalidade ($p < 0,05$). Além disso, a diferença entre o tamanho dos grupos amostrais prejudica a utilização de testes paramétricos (72). Por esses motivos optou-se pela implementação de testes não paramétricos na análise estatística. A Anova de Friedman foi utilizada para comparação dos resultados e o teste de Wilcoxon com a correção de Bonferroni foi aplicado como *post hoc*.

O teste qui-quadrado também foi utilizado na análise dos dados para verificar se a proporção entre os erros por ação e os erros por omissão sofre alguma influência da Anemia Falciforme. O pacote estatístico SPSS (SSPS Inc. versão 13.0) foi utilizado para tratamento dos dados. A significância estatística considerada foi de $p < 0,05$.

7. RESULTADOS

A tabela 1 mostra a alocação dos participantes nos grupos estudados e suas idades médias. O grupo controle contou inicialmente com 22 participantes, porém ao final, devido à perda amostral, foram analisados os resultados de apenas 15 crianças.

Tabela 1 - Alocação dos participantes e idade média (\pm desvio padrão) de cada grupo.

Grupos	n	Idade (\pm DP)
GE	24	9,41 (\pm 1,97)
GC	15	8,33 (\pm 1,54)

n - Número de participantes em cada grupo.

7.1. Média dos tempos de respostas

Para o TRE foi encontrada diferença significativa entre o GE e o GC ($p < 0,01$). A resposta do TRE para o GC ($364,48 \pm 90,66$ ms) foi significativamente menor que o GE ($747,80 \pm 523,58$ ms) (Gráfico 1).

No grupo controle não houve diferença significativa entre o TRS ($397,45 \pm 61,79$ ms) e o TRE ($364,48 \pm 90,66$ ms).

No grupo experimental, porém, o TRS ($478,06 \pm 114,03$ ms) foi significativamente menor quando comparado com o TRE ($747,80 \pm 523,58$ ms) (Gráfico 1).

Tabela 2 - Valores médios (\pm desvio padrão) do tempo reação nos testes de tempo de reação simples (TRS) e tempo de reação de escolha (TRE), para ambos os grupos.

	TRS (ms)	TRE (ms)
GC	397,45 (\pm 61,79)	364,48 (\pm 90,66)†
GE	478,06 (\pm 114,03)*	747,80 (\pm 523,58)*†

* TRS significativamente menor que o TRE para o GE ($p < 0,01$)

† TRE GC significativamente menor que o TRE GE ($p < 0,01$)

7.2. Erros por ação e omissão

No teste de TRS, em relação aos erros por ação (EA), ambos os grupos não apresentaram antecipação da resposta motora, ou seja, nenhuma das crianças acionou o botão antes do aparecimento do estímulo visual.

No teste de TRE, ocorreram 34 erros por ação no GE, vinte e três EA no GC, 24 erros por omissão no GE e apenas três no GC e o resultado do teste qui-quadrado apontou que há uma diferença significativa entre a proporção dos tipos de erro cometido entre os grupos ($p=1,98e^{-05}$), durante o teste de TRE.

Os erros por omissão parecem depender do acometimento da Anemia Falciforme, enquanto que os erros por ação não apresentaram tendência a depender da doença (Tabela 3). Ou seja, a proporção de EA e EO entre os grupos foi significativamente diferente.

Tabela 3 - Tabela de contingência e percentual dos erros cometidos durante o teste de Tempo de Reação de Escolha (TRE).

Tipo de erro	GC	GE*	Total
Erros por ação	23 (40,4%)	34 (59,6%)	57 (100%)
Erros por omissão	3 (11,1%)	24 (88,9%)	27 (100%)
Total	26	58	84

* Proporção de erros por omissão do GE com diferença significativa em relação a proporção de erros do GC.

Observamos ainda, no teste de TRE, uma maior dispersão das médias do TRE do GE quando comparadas ao GC, conforme ilustrado no gráfico 2.

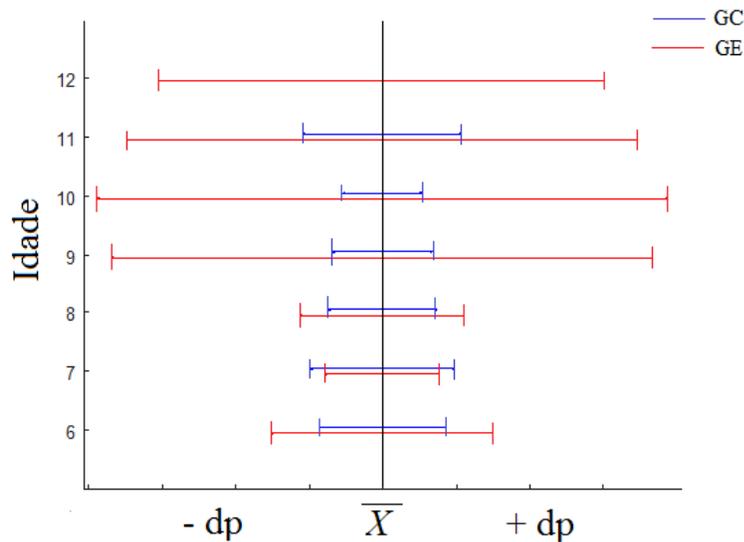


Figura 8 - Figura de dispersão por idade para o teste de TRE para ambos os grupos.

GC – Grupo controle; GE – Grupo Experimental; dp – desvio padrão.

8. DISCUSSÃO

A Anemia Falciforme (AF) é uma enfermidade crônica e as doenças crônicas na infância apresentam características próprias: limitações funcionais, quando comparadas com outras crianças saudáveis da mesma idade, tanto em nível físico quanto cognitivo, emocional e de desenvolvimento geral; dependência de medicação, dieta especial, tecnologia médica, aparelhos específicos e assistência pessoal; e necessidade de cuidados médicos, psicológicos ou educacionais especiais (40). Todos esses aspectos podem estar presentes na vida das crianças com AF e revelam o quão complexos são os prejuízos relacionados à infância dos indivíduos com esta doença.

No teste de TRE observou-se diferença significativa entre o tipo de erro e entre os grupos. As crianças com Doença Falciforme tendem a cometer um número de erros por ação muito maior que as crianças sem a doença, corroborando com estudos que sugerem que elas apresentam uma maior tendência a déficit de atenção e a impulsividade que crianças sem a doença (48).

Como o tempo de reação é uma habilidade treinável, podemos supor que quanto mais uma criança é exposta a vivências motoras, mais chances ela terá de desenvolver estratégias para responder rapidamente a estímulos ambientais. Vale ressaltar que, segundo Brisswaltre e colaboradores (1997), a prática sistemática de atividades físicas tem demonstrado um papel importante na melhoria do tempo de reação e, de fato, outros estudos também vêm apontando nessa direção, como é o caso do trabalho realizado com atletas e não atletas, onde os atletas apresentaram valores de tempo de reação significativamente menores quando comparados aos não atletas (20, 75).

Os estudos relacionados à atividade física e aos esportes para a população com AF são voltados, na maioria das vezes, para questões relacionadas aos efeitos fisiológicos agudos do exercício físico (73). Pouco se têm publicado sobre os aspectos neuromotores decorrentes do sedentarismo ou mesmo da prática regular de atividade física nessa população. Não foram encontrados estudos que avaliassem o tempo de reação em crianças com AF. No tocante aos benefícios do exercício físico para uma melhora da qualidade de vida dessas crianças e como colaborador na aquisição de habilidades psicomotoras importantes no desenvolvimento global da criança, a

avaliação da velocidade de processamento da informação, por meio da medida do tempo de reação, pode ser considerada de grande valia para uma triagem quanto aos aspectos relacionados às funções executivas e ao funcionamento cerebral.

A avaliação do TRS e do TRE se justifica, pois quanto mais complexa for a tarefa, maior poderá ser a correlação entre o tempo de reação e a inteligência, expressada pelas funções executivas, controlada pelo córtex sensório motor. O desempenho nos testes depende em grande medida *do quanto e por quanto tempo* pode-se armazenar temporariamente informações relevantes para a resolução de uma dada tarefa (30).

Desta forma, a proposta inicial deste estudo foi avaliar o tempo de reação de crianças com Doença Falciforme por meio de equipamentos especialmente desenhados para este fim. Em relação aos equipamentos, consideramos que foi bastante eficiente para a finalidade estabelecida que era, além de coletar os dados a que se propunham, ser também um instrumento de interesse da criança, auxiliando na manutenção da atenção durante toda a tarefa proposta. Observamos, de fato, grande interesse nos instrumentos - vistos pelas crianças como brinquedos com luzes piscantes - antes, durante e após a realização dos testes. Acreditamos que esse objetivo foi alcançado e promoveu um engajamento efetivo delas durante toda a avaliação. Além disso, os equipamentos foram confeccionados para serem portáteis, de baixo custo e de fácil manuseio. Diferenciado dos demais instrumentos encontrados na literatura, que dependem de computadores e *softwares* elaborados (20, 24). Com o uso deles, a coleta foi feita de forma simples e rápida, e no próprio local de atendimento da criança, podendo ser transportado de uma sala para outra, ou até para outro ambiente em que a criança esteja. A facilidade de aplicação do teste e coleta dos dados por meio de *bluetooth* também possibilita o uso dos equipamentos por qualquer membro da equipe de saúde ou mesmo da escola, ampliando as possibilidades de avaliação das crianças.

Observamos que no grupo com Anemia Falciforme, quando analisados os dois tipos de testes, TRS e TRE, os valores para o TRE foram superiores aos valores do TRS apresentando diferença significativa, ou seja, houve uma maior lentidão para as respostas seletivas. Assim como no estudo de Binotto (2007), possivelmente isso

aconteça pelo fato do TRE admitir uma escolha entre mais de uma opção, no caso, entre seis opções, caracterizando-se como uma tarefa de maior complexidade cognitiva quando comparada ao TRS que envolve somente uma opção de resposta (24). A combinação de diferentes cores e o aumento da velocidade de aparição dos estímulos sugere a necessidade de um incremento na atenção seletiva e da sustentação da atenção durante a realização do teste. A atenção é uma capacidade cognitiva ligada às funções cognitivas e está intimamente relacionada à questão da aprendizagem de uma forma geral. Mais especificamente em relação à aprendizagem motora a atenção influencia na capacidade de apreender e reproduzir movimentos esportivos e também na compreensão das regras do jogo.

O grupo controle apresentou resposta para os valores médios do TRE significativamente menor que do grupo experimental, levando a crer que quanto maior a complexidade da tarefa, maior a lentidão da velocidade de processamento cognitivo das crianças com Anemia Falciforme. Este resultado pode estar associado a diversos fatores relacionados à patologia, como por exemplo, infartos cerebrais silenciosos, ou seja, lesões cerebrais não detectadas no exame clínico, ou mesmo a questões socioambientais, como a restrição da prática de atividades físico-esportivas ao longo da infância, entre outras. O ato de selecionar o estímulo alvo dentre vários outros e reagir no momento correto necessita de maior concentração, intencionalidade, coordenação motora e capacidade a resistir a estímulos irrelevantes, além da sustentação da atenção e da atenção dividida (63). Assim como relatado no estudo de Tarazi et al. (2007) o funcionamento neuropsicológico da criança com Doença Falciforme é inferior às crianças sem a doença, e os efeitos dela são visíveis em varias áreas do desenvolvimento (48).

No grupo controle não observamos diferença significativa entre os valores médios do TRS e TRE, diferentemente do encontrado pelo mesmo estudo de Binotto (2007) com idosos, onde a média do TRE foi superior ao do TRS em todos os grupos pesquisados (24). Isso pode ter se dado devido às diferenças das populações estudadas ou até mesmo à redução do tamanho da amostra do grupo controle para realizarmos o pareamento dos dados.

Além disso, o presente estudo avaliou medidas de erros por ação e erros por omissão para ampliar a avaliação do desempenho das crianças nos testes, assim como em estudos anteriores (74). No teste de TRS, ambos os grupos não apresentaram antecipação da resposta motora no teste TRS. Ou seja, nenhuma das crianças acionou o botão antes do aparecimento do estímulo visual, demonstrando que não houve tendência a comportamento de ansiedade ou precipitação. Em relação aos erros por omissão observamos uma maior proporção de erros no grupo experimental que no grupo controle, sendo estatisticamente significativo. Isso pode sugerir que as crianças com Anemia Falciforme apresentam uma menor resistência à distração, maior dificuldade em sustentar a atenção ou uma maior dificuldade de concentração que as crianças sem a doença.

Temos ainda que as crianças com AF apresentaram uma maior dispersão das respostas do TRE quando comparadas ao GC, especialmente nas idades de 9 a 11 anos, demonstrando que quanto mais velha a criança maior a dispersão das respostas. Isso pode sugerir que o aumento da demanda cognitiva está relacionado também ao aumento da dificuldade para seleção da resposta correta. Quanto mais velha a criança maior a discrepância entre as respostas e quanto mais nova a criança mais parecidas são as respostas. As estratégias cognitivas para detecção do estímulo, seleção da resposta e efetivação da resposta motora apresentam-se cada vez mais elaboradas com o passar dos anos, porém isso não foi observado no grupo das crianças com AF.

Dessa mesma forma, observa-se que as crianças portadoras de doença falciforme, que apresentaram resultados superiores no teste de reação de escolha, em sua maioria, encontram-se afastadas da prática de atividades físico-esportivas. Os motivos para isso são diversos e estão relacionados principalmente às complicações clínicas da doença, mas no momento em que a perspectiva é o desenvolvimento infantil, podemos dizer que elas estão sendo prejudicadas por serem privadas das oportunidades de vivência motora. Esta carência de oportunidades pode trazer prejuízos não só físicos, mas também intelectuais, na medida em que elas interferem e influenciam diretamente no desenvolvimento socioemocional e cognitivo da criança.

Outros testes psicométricos, como a Escala WISC – *Wechsler Intelligence Scale for Children* - que avalia a inteligência de crianças e adolescentes, podem contribuir

enormemente para corroborar com os resultados encontrados nesse estudo. Esta escala foi publicada pela primeira vez em 1949, e é um instrumento apresentado em itens orientados para interesses infantis. Ela deve ser aplicada por um psicólogo, individualmente, e tem, como limite total de tempo de administração, aproximadamente 1 hora. É dirigida para crianças dos seis anos e quatro meses aos 16 anos e 11 meses (76). Esta escala está validada nos Estados Unidos desde 2003 e, atualmente, é comercializada no Brasil, com validação brasileira pela Editora Pearson. Na forma atual, há quatro índices para avaliação: índice de compreensão verbal, índice de raciocínio perceptual, índice de memória de trabalho e índice de velocidade de processamento, sendo este último o de interesse para nesse estudo. Acreditamos que a aplicação desta escala poderá reforçar os dados encontrados, de forma que, além de confirmar os achados poderá também ampliar a investigação quanto às complicações neuropsicológicas das crianças com a AF.

Consideramos então que o teste de TRE pode auxiliar na triagem de possíveis déficits psicomotores, principalmente àqueles relacionados às funções executivas, favorecendo a verificação da necessidade de uma avaliação mais ampla e profunda quanto aos aspectos da inteligência e da aprendizagem ou até exames de imagem para verificação de possíveis lesões cerebrais silenciosas ainda não identificadas. Esta avaliação pode orientar o encaminhamento das crianças com AF para serviços de suporte educacional e sugerir o engajamento delas em atividades físico-esportivas próprias da idade, a fim de estimular o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao tempo de reação.

9. CONCLUSÃO

Este estudo buscou avaliar o tempo de reação de crianças com Doença Falciforme. O tempo de reação compõe um rol de aspectos neuropsicomotores que contribuem para o pleno desenvolvimento infantil. Não encontramos na literatura estudo realizado com crianças com AF que relacionam a prática de atividade física ao desempenho de questões relacionadas às funções executivas ou desenvolvimento cerebral.

As crianças com AF apresentaram redução da velocidade de processamento da informação, como visto nos resultados dos testes de tempo de reação, e demonstraram tendência à impulsividade e a um déficit de atenção quanto às repostas motoras para múltiplas escolhas. Esses achados levam a pensar sobre a necessidade de uma melhor avaliação do desenvolvimento infantil da criança com Anemia Falciforme, possibilitando uma melhor intervenção da equipe de saúde, na tentativa de orientar a família e a escola quanto às estratégias de atuação no acompanhamento longitudinal destas crianças.

A prática regular de atividades físico-esportivas parece favorecer um melhor desempenho no tempo de reação e seria interessante verificar o efeito crônico da prática esportiva na velocidade de processamento da informação dessas crianças.

Consideramos ainda houve uma excelente adequação do equipamento de coleta desses testes, produzidos a baixo custo e que promoveu maior engajamento da criança.

Acreditamos que a mortalidade da amostra foi prejudicial para o desfecho final, mas sugerimos que além de ampliar o tamanho da amostra, seja realizada a aplicação de testes psicométricos, como o WISC, para reforçar os dados encontrados nesse estudo, de forma que, além de confirmar os achados ele possa também ampliar a investigação de complicações neuropsicológicas das crianças com a DF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bandeira FMGdC. Triagem familiar ampliada para o gene da hemoglobina S 2006.
2. Loggetto SR, Pellegrini-Braga JA, Costa-Carvalho BT, Solé D. Alterações imunológicas em pacientes com anemia falciforme. Rev Bras Alerg Immunopatol. 1999;22:77-82.
3. Loureiro MM, Rozenfeld S. Epidemiologia de internações por doença falciforme no Brasil. Rev saúde pública. 2005;39 (6):943-9.
4. Rocha JR, dos Santos SJ, de Araújo Mesquita D. A ATUAÇÃO DO PSICÓLOGO DA SAÚDE NO TRATAMENTO À PESSOA COM DOENÇA FALCIFORME EM ALAGOAS. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-FITS. 2013;1 (3):35-56.
5. Diniz D, Guedes C, Barbosa L, Tauil PL, Magalhães Í. Prevalência do traço e da anemia falciforme em recém-nascidos do Distrito Federal, Brasil, 2004 a 2006 Prevalence of sickle cell trait and sickle cell anemia among newborns in the Federal District. Cad Saúde Pública. 2009;25 (1):188-94.
6. Angulo IL. Acidente vascular cerebral e outras complicações do Sistema Nervoso Central nas doenças falciformes. Rev bras hematol hemoter. 2007;29 (3):262-7.
7. <http://www.hemoglobinopatias.com.br/d-falciforme/clinica.htm>. Acessado em 08/05/15.
8. <http://agencia.fapesp.br/> Acessado em 02/05/15.
9. Guimarães TM, Miranda WL, Tavares MM. O cotidiano das famílias de crianças e adolescentes portadores de anemia falciforme. Rev Bras Hematol Hemoter. 2009;31 (1):9-14.
10. Nunes S, Mota M, de Sena EP, Lucena R, Argollo N. Desempenho neuropsicológico de crianças com traço falcêmico comparadas com portadoras de Doença Falciforme e crianças com desenvolvimento típico: estudo de casos. Revista de Ciências Médicas e Biológicas. 2015;13 (3):349-54.
11. El Hajj SA, Bueno VF, Zaninotto ALC, De Lucia MCS, Scaff M. Avaliação da velocidade de processamento em uma amostra de crianças de 7 a 10 anos com e sem hipótese diagnóstica de TDAH. Psicologia Hospitalar. 2014;12 (1):69-85.

12. Cole M. O desenvolvimento da criança e do adolescente Artmed, editor. Porto Alegre: Artmed; 2003.
13. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway JD. Compreendendo o Desenvolvimento Motor-: Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos: AMGH Editora; 2013.
14. Dos Santos FH. Funções executivas. ANDRADE, VM; SANTOS, FH; BUENO, OFA Neuropsicologia hoje São Paulo: Artes Médicas. 2004:125-34.
15. Primi R. Inteligência: avanços nos modelos teóricos e nos instrumentos de medida. Avaliação Psicológica. 2003;2 (1):67-77.
16. Barros PM, Hazin I. Avaliação das Funções Executivas na Infância: Revisão dos Conceitos e Instrumentos. Psicologia em Pesquisa. 2013;7 (1):13-22.
17. Ribeiro IS, Almeida LS. Velocidade de processamento da informação na definição e avaliação da inteligência. Psicologia: teoria e pesquisa. 2005;21 (1):001-5.
18. Bolfer C, Casella EB, Baldo MVC, Mota AM, Tsunemi MH, Pacheco SP, et al. Reaction time assessment in children with ADHD. Arquivos de neuro-psiquiatria. 2010;68 (2):282-6.
19. Rocinholi LdF, Oliveira MAF, Zaninotto ALC, Lúcia MCSD, Scaff M. Velocidade de processamento da informação em adolescentes de escolas públicas e privadas. Avaliação Psicológica. 2014;13:227-33.
20. Bruzi AT, Fialho JVAP, de Souza Fonseca F, Ugrinowitsch H. Comparação do tempo de reação entre atletas de basquetebol, ginástica artística e não atletas. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. 2013;35 (2).
21. <Criação, desenvolvimento e análise de reprodutibilidade de teste para avaliação do TRS e TRE.pdf>.Volume 77 - Special Edition - ARTICLE I - 2007 (FIEP Bulletin).
22. Mezzomo SP, Cardozo PL, Katzer JI, Santos DLd, Corazza ST. A influência da ginástica laboral na coordenação motora global e no tempo de reação de condutores de autocarro. Motricidade. 2014;10 (4):27-34.
23. Roach AL, Darin ; Loomis, Elisabeth ; Sinnen,Taylor; DeYoung, Meghan The effects of exercise on reaction time. 2014 May 2014. Report No.
24. Binotto MA. Atividade física e tempo de reação de mulheres idosas. 2007.

25. Ejupi A, Brodie M, Gschwind YJ, Schoene D, Lord S, Delbaere K, editors. Choice stepping reaction time test using exergame technology for fall risk assessment in older people. Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE; 2014: IEEE.
26. Aranha VP, Joshi R, Samuel AJ, Sharma K. Catch the moving ruler and estimate reaction time in children. Indian Journal of Medical and Health Sciences/Volume. 2015;2 (1).
27. Sjöwall D, Roth L, Lindqvist S, Thorell LB. Multiple deficits in ADHD: executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits. Journal of Child Psychology and Psychiatry. 2013;54 (6):619-27.
28. Yeager CL, Guerrant JS. Subclinical epileptic seizures; impairment of motor performance and derivative difficulties. California medicine. 1957 Apr;86 (4):242-7. PubMed PMID: 13413693. Pubmed Central PMCID: PMC1511881. Epub 1957/04/01. eng.
29. Fonseca Vd. Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. Revista Psicopedagogia. 2014;31 (96):236-53.
30. Millis RM, Baker FW, Ertugrul L, Douglas RM, Sexcius L. Physical performance decrements in children with sickle cell anemia. Journal of the National Medical Association. 1994 Feb;86 (2):113-6. PubMed PMID: 8169985. Pubmed Central PMCID: PMC2568164. Epub 1994/02/01. eng.
31. Cappellati T, de Aparecida Velho Feistauer M, de Souza Nora A, Poeta Weyh J, editors. ANEMIA FALCIFORME: DA ETIOLOGIA A CURA. Congresso de Pesquisa e Extensão da Faculdade da Serra Gaúcha; 2014.
32. Bandeira F, Leal MC, Souza RR, Furtado VC, Gomes YM, Marques NM. Características de recém-nascidos portadores de hemoglobina" S" detectados através de triagem em sangue de cordão umbilical. J Pediatr (Rio J). 1999;75 (3):167-71.
33. Di Nuzzo DV, Fonseca SF. Anemia falciforme e infecções. Jornal de Pediatria. 2004;80 (5):347-54.
34. Manfredini V, Castro S, Wagner S, da Silveira Benfato M. A fisiopatologia da anemia falciforme. Infarma-Ciências Farmacêuticas. 2013;19 (1/2):3-6.

35. Voltarelli JC, Pasquini R, Ortega ET. Transplante de células-tronco hematopoéticas: Atheneu; 2010.
36. Watanabe AM, Pianovski MAD, Zanis Neto J, Lichtvan LC, Chautard-Freire-Maia EA, Domingos MT, et al. Prevalência da hemoglobina S no Estado do Paraná, Brasil, obtida pela triagem neonatal. Cad saúde pública. 2008;24 (5):993-1000.
37. Nogueira KDA, da Silva WDL. Diagnóstico laboratorial da anemia falciforme. Revista Científica do ITPAC.6 (4).
38. Martins PRJ, Moraes-Souza H, Silveira TB. Morbimortalidade em doença falciforme. Rev bras hematol hemoter. 2010;32 (5):378-83.
39. <http://drauziovarella.com.br/letras/a/anemia-falciforme/>. Acessado em 02/05/15.
40. Garioli D. O impacto da dor nas funções executivas e sua relação com as estratégias de enfrentamento em crianças com Anemia Falciforme: Dissertação de mestrado não-publicada). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória; 2011.
41. <http://www.aafesp.org.br/o-que-anemia-falciforme.shtml> [02/06/2016].
42. Sanitária A-ANdV. Manual de Diagnóstico e Tratamento de Doenças Falciformes. In: ANVISA, editor. Brasília 2002.
43. Silva MC, Shimauti EL. Eficácia e toxicidade da hidroxiuréia em crianças com anemia falciforme. Rev Bras Hematol Hemoter. 2006;28 (2):144-8.
44. <http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-saude/11090-teste-do-pezinho-e-o-principal-aliado-no-combate-a-doenca-falciforme>. Acessado em 02/05/15.
45. Zago MA, Pinto ACS. Fisiopatologia das doenças falciformes: da mutação genética à insuficiência de múltiplos órgãos. Rev bras hematol hemoter. 2007;29 (3):207-14.
46. Lane PA. Sick cell disease. Pediatric Clinics. 1996;43 (3):639-64.
47. Voskaridou E. Sick cell disease complications. Thalassemia Reports. 2014;4 (3).
48. Tarazi RA, Grant ML, Ely E, Barakat LP. Neuropsychological functioning in preschool-age children with sickle cell disease: the role of illness-related and psychosocial factors. Child Neuropsychology. 2007;13 (2):155-72.
49. Abreu KdC. Perfil neuropsicológico e comportamental de crianças com doença falciforme: Universidade de São Paulo.

50. Binotto M. Atividade física e tempo de reação de mulheres idosas. 2007. 116 f: Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.[Links]; 2007.
51. Rodnick E, SHAKOW D. Set in the schizophrenic as measured by a composite reaction time index. *American Journal of Psychiatry*. 1940;97 (1):214-25.
52. Schwab RS. A simple device for measuring the visual motor reaction time. *Neurology*. 1958 Sep;8 (9):719-21. PubMed PMID: 13578070. Epub 1958/09/01. eng.
53. Liaskovskii MS, Babkina AS. [Change in the time of simple motor reaction in students]. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 1960 Mar;3:34-5. PubMed PMID: 13761860. Epub 1960/03/01. rus.
54. Ardouin P, Boulard P, Saft L, de Lauture H. [The sensori-motor auditory reaction time in normal and dyslexic children]. *Revue de laryngologie - otologie - rhinologie*. 1966 Sep-Oct;87 (9):693-703. PubMed PMID: 5976746. Epub 1966/09/01. Le temps de reaction auditive sensori-motrice chez les enfants normaux et chez les dyslexiques. fre.
55. Groden G. Mental ability, reaction time, perceptual motor and motor abilities in handicapped children. *Percept Mot Skills*. 1969 Feb;28 (1):27-30. PubMed PMID: 4238067. Epub 1969/02/01. eng.
57. Spring C, Greenberg L, Scott J, Hopwood J. Reaction time and effect of Ritalin on children with learning problems. *Perceptual and motor skills*. 1973;36 (1):75-82.
58. Hynd GW, Nieves N, Connor RT, Stone P, Town P, Becker MG, et al. Attention Deficit Disorder With and Without Hyperactivity: Reaction Time and Speed of Cognitive Processing. *Journal of Learning Disabilities*. 1989 November 1, 1989;22 (9):573-80.
59. Dampier C, Ely E, Eggleston B, Brodecki D, O'Neal P. Physical and cognitive-behavioral activities used in the home management of sickle pain: a daily diary study in children and adolescents. *Pediatric blood & cancer*. 2004 Nov;43 (6):674-8. PubMed PMID: 15390278. Epub 2004/09/25. eng.
60. Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE, Austin BP, Miller PH, Yanasak NE, et al. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology*. 2011;30 (1):91.
61. Okazaki VHA, de Lima AC, Pereira CF, de Freitas SL, dos Santos Lima E. Especialização em Aprendizagem Motora2009.

62. Moreira NR, da Fonseca V, Diniz A. Proficiência motora em crianças normais e com dificuldade de aprendizagem: estudo comparativo e correlacional com base no teste de proficiência motora de Bruininks-Oseretsky. *Revista da Educação Física/UEM*. 2008;11 (1):11-26.
63. Wagner CJP. Atenção visual em crianças e adolescentes: um estudo a partir do Paradigma de tempo de reação: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003.
64. Sisto FF, Castro N, Cecilio-Fernandes D, Silveira FJ. Atenção seletiva visual e o processo de envelhecimento. *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*. 2010;10 (1):93-102.
65. Sen A, Jensen AR, Sen A, Arora I. Correlation between reaction time and intelligence in psychometrically similar groups in America and India. *Applied research in mental retardation*. 1983;4 (2):139-52.
66. Etnyre B, Kinugasa T. Postcontraction influences on reaction time. *Research quarterly for exercise and sport*. 2002;73 (3):271-81.
67. Antunes HK, Santos RF, Cassilhas R, Santos RV, Bueno OF, Mello MTd. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006;12 (2):108-14.
68. Bolfer CC, Erasmo Barbante; Baldo, Marcus Vinicius; Mota, Amanda; Tsunemi, Miriam; Pacheco, Sandra; Reed, Umbertina. Reaction time assessment in children with ADHD. *Arq Neuropsiquiatr*. 2010;68 (2):282-6.
69. Petroski EC. Efeitos de um programa de atividades físicas na terceira idade. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2012;2 (2):34-40.
70. dos Santos Rodrigues PC, Barreiros JMP, Vasconcelos MOF, Carneiro SRM. Efeito da prática regular de atividade física no desempenho motor em idosos. *Rev Bras Educ Fís Esporte*. 2010;24 (4):555-63.
71. Pereira ÉF, Teixeira CS, Villis JMC, Corazza ST. Tempo de reação e desempenho motor do nado crawl em diferentes estágios de aprendizagem. *Fisioter mov*. 2009;22 (4):585-94.
72. Field A. *Descobrimo a estatística usando o SPSS-2*: Bookman Editora; 2009.

73. Hedreville M, Charlot K, Waltz X, Sinnapah S, Lemonne N, Etienne-Julan M, et al. Acute moderate exercise does not further alter the autonomic nervous system activity in patients with sickle cell anemia. PloS one. 2014;9 (4):e95563.
74. Duchesne M, Mattos P. Normatização de um teste computadorizado de atenção visual. Arq Neuropsiquiatr. 1997;55 (1):62-9.
75. Brisswalter J, Arcelin R, Audiffren M, Delignieres D. Influence of physical exercise on simple reaction time: effect of physical fitness. Perceptual and motor skills. 1997;85:1019-27.
76. [http://www.infopedia.pt/\\$wisc?uri=lingua-portuguesa/puzzle](http://www.infopedia.pt/$wisc?uri=lingua-portuguesa/puzzle) Acessado em 08/05/15.

ANEXOS

ANEXO 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido – Página 1



Universidade de Brasília

Faculdade de Educação Física

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Nº Registro CEP: CAAE 48825415.7.0000.0030

Título do Projeto: Avaliação do tempo de reação em crianças portadoras de Doença Falciforme.

Prezado Sr(a),

Seu (sua) filho (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que estudará o tempo de reação, que é a capacidade de realizar com fluidez tarefas já aprendidas. Ela está correlacionada à velocidade de processamento da informação, que é a capacidade de elaborar informações de maneira rápida e automática.

Seu (sua) filho (a) foi selecionado por estar dentro dos critérios de inclusão da pesquisa, ou por estar na mesma faixa etária das crianças que serão avaliadas, fazendo parte do grupo controle, que é o grupo que permite a comparação com seus pares.

A participação de seu (sua) filho (a) se dará por meio da realização dois testes de tempo de reação, em forma de brinquedos, e um teste da Escala WISC IV, para avaliação da inteligência.

O teste para avaliação do tempo de reação simples consiste em um carrinho, com quatro luzes - duas na parte frontal e duas na parte superior. Quando as luzes frontais acenderem a criança deverá apertar um botão o mais rápido possível, com a palma da mão, e desta forma, fazer com as luzes da parte superior do carro também acendam. Será contado o tempo entre o acendimento das luzes frontais e o acionamento do botão. O tempo de aplicação deste teste é de aproximadamente 5 minutos.

O teste para avaliação do tempo de reação de escolha consiste em um conjunto de luzes de quatro cores diferentes, agrupadas por cor, que piscam de duas em duas cores, de forma aleatória, fazendo diferentes combinações. A criança deverá apertar o botão apenas quando a luz azul e branca acenderem simultaneamente. Será contado o tempo entre o acendimento das referidas luzes e o acionamento do botão, além de serem registradas as tentativas, acertos e erros da criança. O tempo de aplicação deste teste é de aproximadamente 5 minutos.

O subteste da Escala WISC IV consiste em três protocolos de avaliação da inteligência que indicam a velocidade de processamento da informação, são eles: cancelamento de figuras conhecidas, procurar símbolos e relacionar número e códigos. Serão feitos utilizando lápis e papel. O tempo de aplicação deste teste é de aproximadamente 5 minutos.

Não há riscos diretos relacionados ao procedimento que será realizado neste estudo, no entanto, de acordo com a Resolução 466/12, zelando por evitar ou minimizar qualquer situação de desconforto ou constrangimento, será garantida a interrupção imediata dos testes relacionados à pesquisa. Será garantida a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes em todas as fases da pesquisa, assim como o direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

A participação de seu (sua) filho (a) é muito importante e voluntária. Você não terá nenhum gasto e também não receberá nenhum pagamento por participar desse estudo. Os testes serão aplicados no próprio Hospital da Criança de Brasília, que é instituição coparticipante no projeto.

Participante/Responsável



Hoje você e seu (sua) filho (filha) compareceram ao Hospital da Criança para uma consulta médica, previamente agendada, caso haja necessidade de comparecer ao Hospital da Criança novamente, apenas para a participação na pesquisa, todas as despesas que estiverem relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa, tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa, serão cobertas pelo pesquisador responsável. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

As informações obtidas nesse estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação, quando da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que os resultados serão sempre apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa. Você poderá se recusar a participar ou a responder algumas das questões a qualquer momento, não havendo nenhum prejuízo pessoal se esta for a sua decisão.

Com os resultados dessa pesquisa verificaremos se crianças de 7 a 10 anos com Doença Falciforme apresentam tempo de reação e velocidade de processamento da informação equivalente às crianças sem a doença, o que possibilitará traçar estratégias adequadas de acompanhamento e reabilitação dessas crianças ao longo da infância.

Informamos que segundo o item IV,5, subitem d, Res. CNS 466/2012, este termo de consentimento foi elaborado em duas vias, e que todas as suas páginas deverão ser rubricadas e assinadas pelo pai ou mãe da criança ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável.

Você receberá uma via deste termo onde consta nome, telefone e endereço do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@umb.br ou cepfsumb@gmail.com, horário de atendimento de 10h às 12h e de 13h30min às 15h30min, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Pesquisador responsável

Nome: Kellen Carvalho Vicentina Marinello, *Email:* kellencarvalho@hotmail.com

Orientador do projeto: Jake do Carmo *Email:* jake@umb.br

End: Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro – Faculdade de Educação Física - Asa Norte - CEP 70910-970 - Telefone: (61) 8484-4681

Participante/Responsável

ANEXO 3 – Termo de consentimento livre e esclarecido – Página 3



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para que meu (minha) filho (a) participe deste estudo.

Nome da criança

_____/_____/_____
Data de Nascimento

Nome do pai/da mãe ou representante legal

_____/_____/_____
Data

Assinatura do(a) pai/mãe ou representante legal

Telefones de contato

Obrigada por sua colaboração.

Kellen C. V. Marinello
Nome e Assinatura da pesquisadora

_____/_____/_____
Data

Participante/Responsável

Pesquisador

ANEXO 4 – Termo de assentimento da criança.



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física

Termo de assentimento da criança

Nº Registro CEP: CAAE 48825415.7.0000.0030

Título do Projeto: Avaliação do tempo de reação em crianças portadoras de Doença Falciforme.

Você está sendo convidado para participar da pesquisa Avaliação da velocidade de processamento da informação em crianças portadoras de Doença Falciforme. Seus pais já permitiram que você participe.

Queremos saber a velocidade com que as crianças conseguem responder a um determinado estímulo ou informação.

As crianças que irão participar dessa pesquisa têm de 7 a 10 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita no Hospital da Criança de Brasília, onde as crianças irão realizar dois testes onde deverão apertar um botão ao verem as luzes de dois brinquedos acenderem e um teste com lápis e papel, onde deverão seguir os comandos para cada atividade.

O uso dos brinquedos e as atividades no papel são considerados seguros, mas é possível ocorrer dificuldades para apertar o botão ou erros durante as atividades com o lápis. Caso aconteça algo errado, você pode me procurar no próprio Hospital da Criança, ou pelo telefone 8484-4681 – Kellen Carvalho Vicentina Marizello. Mas há coisas boas que podem acontecer como você conseguir apertar o botão o mais rápido possível e também responder aos testes com o lápis e papel de forma correta e ágil.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der.

Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar, eu escrevi o meu telefone na parte de cima desse texto.

Eu _____ aceito participar da pesquisa "Avaliação do processamento da informação em crianças portadoras de Doença Falciforme".

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer "sim" e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer "não" e desistir que ninguém vai ficar furioso.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

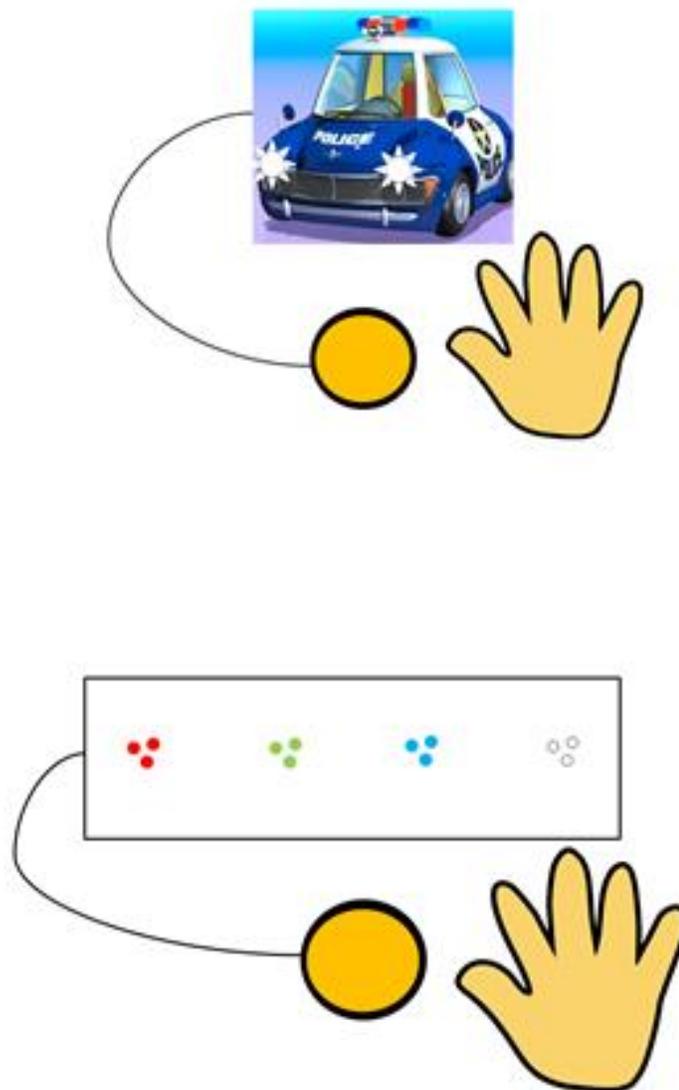
Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Brasília, ____ de _____ de _____.

Assinatura da criança

ANEXO 5 – Anexo do Termo de assentimento da criança -- Desenhos dos testes

ANEXO 1 - DESENHOS DOS TESTES



ANEXO 6 – Termo de concordância do Hospital da Criança de Brasília.



Governo do Distrito Federal
Secretaria de Estado de Saúde
Hospital da Criança de Brasília José Alencar



TERMO DE CONCORDÂNCIA

REALIZAÇÃO

O Superintendente Executivo do Hospital da Criança de Brasília José Alencar, Dr Renilson Rehem, está de acordo com a realização, no setor Hematologia Pediátrica, da pesquisa "Avaliação da velocidade de processamento da informação em crianças com Doença Falciforme", de responsabilidade da pesquisadora Kéllen C. V. Marinello, para tese de mestrado, após aprovação pelo Colegiado Gestor do Hospital da Criança de Brasília José Alencar.

PESQUISA

O estudo envolve avaliação do tempo de reação simples e de escolha por meio de um equipamento eletrônico e aplicação dos subtestes "código", "procurar símbolos" e "cancelamento" da escala WISC IV, de crianças com diagnóstico de Doença Falciforme, acompanhadas no Hospital da Criança de Brasília José Alencar. Tem duração de dois meses, com previsão de início para abril/2015.

APROVAÇÃO	Superintendente Executivo responsável do hospital	Chefia responsável pela Unidade Clínica	Pesquisador Responsável pelo protocolo de pesquisa
	 Assinatura/carimbo Renilson Rehem Superintendente HCB	 Assinatura/carimbo Jan Carlos M. Cordeiro	 Assinatura/carimbo Kellen C. V. Marinello
Brasília, 03 de junho de 2015.			

