

**ROBERTA BERNARDI ROCHA**

**DESEMPENHO DE CRIANÇAS E ADULTOS EM UMA  
TAREFA DE PERCEPÇÃO DE COMPRIMENTO DE  
OBJETOS: foco no padrão exploratório**

**Belo Horizonte**

**2014**

**ROBERTA BERNARDI ROCHA**

**DESEMPENHO DE CRIANÇAS E ADULTOS EM UMA  
TAREFA DE PERCEPÇÃO DE COMPRIMENTO DE  
OBJETOS: foco no padrão exploratório**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Área de concentração:** Desempenho Motor e Funcional Humano

**Linha de pesquisa:** Percepção Háptica

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Juliana Melo Ocarino

**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Paula Lanna P. da Silva

**Belo Horizonte**

**2014**

R672d Rocha, Roberta Bernardi  
2014 Desempenho de crianças e adultos em uma tarefa de percepção de comprimento de objetos: foco no padrão exploratório. [manuscrito] / Roberta Bernardi Rocha. – 2014. 46 f., enc.:il.

Orientadora: Juliana Melo Ocarino

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 37-40

**1.** Percepção do tato - Teses. 2. Crianças - Desenvolvimento - Teses. I. Ocarino, Juliana melo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)E-MAIL: [mreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mreab@eeffto.ufmg.br) FONE/FAX: (31) 3409-4781/7395

ATA DE NÚMERO 209 (DUZENTOS E NOVE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA **ROBERTA BERNARDI ROCHA** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.

Aos 28 (vinte e oito) dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e quatorze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “**DESEMPENHO DE CRIANÇAS E ADULTOS EM UMA TAREFA DE PERCEPÇÃO DE COMPRIMENTO DE OBJETOS: Foco no Padrão Exploratório**”. A banca examinadora foi constituída pelos seguintes Professores Doutores: Juliana de Melo Ocarino, Rodolfo Novelino Benda, Daniela Virgínia Vaz, sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 09h00min com apresentação oral da candidata, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. **Após avaliação, os examinadores consideraram a candidata aprovada e apta a receber o título de Mestre, após a entrega da versão definitiva da dissertação.** Nada mais havendo a tratar, eu, Eni da Conceição Rocha, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2014.

Professora Dra. Juliana de Melo Ocarino \_\_\_\_\_

Professor Dr. Rodolfo Novelino Benda \_\_\_\_\_

Professora Dra. Daniela Virgínia Vaz \_\_\_\_\_

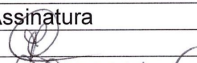


Eni da Conceição Rocha 010400893 \_\_\_\_\_

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab) E-MAIL: [mreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mreab@eeffto.ufmg.br)  
FONE/FAX: (31) 3409-4781

PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de **ROBERTA BERNARDI ROCHA** intitulada “**DESEMPENHO DE CRIANÇAS E ADULTOS EM UMA TAREFA DE PERCEPÇÃO DE COMPRIMENTO DE OBJETOS: Foco no Padrão Exploratório**”, defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Nome dos Professores/Banca	Aprovação	Assinatura
Juliana de Melo Ocarino	X	
Rodolfo Novelino Benda	X	
Daniela Virgínia Vaz	X	

Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2014.

  
Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

Profª. LEANI SOUZA MAXIMO PEREIRA  
Coordenadora do Colegiado  
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação  
Inscrição UFMG:06081X Inscrição SIAPE:0319766

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre guiar a minha caminhada tornando-a mais segura e mais confiante de que será vitoriosa. A Irmã Benigna por aumentar a minha fé e sempre me acompanhar.

Agradeço a minha família por estar sempre ao meu lado, me apoiando e torcendo por mim. Aos meus pais por serem a minha base e me transmitirem valores, aos meus irmãos por sempre me ajudarem e se fazerem tão presentes. Aos meus avós por me inspirarem e serem meu exemplo. Aos meus amigos por me incentivarem e me distraírem aliviando os momentos difíceis.

Agradeço a minha orientadora Juliana pelos ensinamentos, pela paciência e por ter contribuído de forma grandiosa para a minha formação profissional. A minha co-orientadora Paula pela valiosa ajuda que só fez engrandecer o meu trabalho. Aos professores do programa de Ciências da Reabilitação que muito contribuíram para o meu aprendizado. Aos meus colegas de mestrado em especial à Pity, a Paula e ao Carlos, pelos momentos de convivência, pela troca de saberes e pela colaboração sempre que necessário.

Agradeço a imensa ajuda da Shirlene durante as coletas e por ter tornado tantos momentos mais agradáveis. A colaboração da Manuela, Camila e Paula durante algumas coletas também. Sem essa ajuda, o trabalho não seria possível.

A Giovana, Thiago, Renan e ao Gabriel, pelo auxílio com o processamento de dados, que para mim era quase um bicho de sete cabeças.

A Marilaine e Eni pela atenção sempre que precisei.

Aos pais, responsáveis e participantes do estudo pelo interesse na pesquisa e pelo tempo disponibilizado.

Aos responsáveis pela colônia de férias da UFMG, que me ajudaram com os contatos com as crianças.

A Adriana Parentoni e a Mara que estiveram me apoiando, me levantando e me incentivando durante todo o mestrado, o meu muito obrigado.

A certeza de que valeu a pena todo o esforço, virá logo em seguida à conclusão de mais uma etapa!

“Tudo o que o homem não conhece não existe para ele. Por isso o mundo tem, para cada um, o tamanho que abrange o seu conhecimento.”

Carlos Bernardo González Pecotche



## RESUMO

A capacidade de perceber as propriedades e orientação de objetos por meio de manipulação ativa e contato apenas com uma porção do objeto, pode ser definida como tato dinâmico. As poucas evidências existentes na literatura sobre o tato dinâmico em crianças demonstram que estas apresentam um pior desempenho quando comparadas aos adultos. Uma hipótese para esta diferença seria que o padrão exploratório adotado por crianças ainda seria pouco eficiente para revelar parâmetros informacionais que suportam a percepção acurada de propriedades de objetos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho, a dependência da percepção ao parâmetro informacional e o padrão exploratório adotado durante a tarefa de percepção háptica de comprimento de hastes em crianças de diferentes faixas etárias (4, 6, 8 e 10 anos) e adultos. Os participantes manipularam as hastes com suas diferentes distribuições de massa e julgaram o comprimento das mesmas sem o auxílio da visão. O padrão exploratório foi registrado por meio de um sistema de análise de movimento. Análises de variância demonstraram que as crianças de 4 anos foram menos acuradas que as crianças das outras faixas etárias e adultos ( $p < 0,05$ ). Porém a consistência do julgamento perceptual continuou melhorando com o avançar da idade ( $p < 0,05$ ), uma vez que a confiabilidade do julgamento das crianças de 6 anos foi superior a de 4 anos ( $p < 0,0001$ ) e também a de adultos quando comparada às crianças de 10 anos de idade ( $p < 0,0001$ ). Modelos de regressão hierárquica demonstraram que o parâmetro informacional - momento de inércia - foi preditor do comprimento percebido ( $p < 0,0001$ ), porém houve variabilidade significativa entre indivíduos ( $p = 0,001$ ). A introdução do fator grupo (idades), em um segundo modelo, explicou parte dessa variância entre indivíduos ( $p = 0,003$ ). Análises de regressão individual indicaram que a dependência da percepção ao parâmetro informacional avaliado parece melhorar com o avançar da idade. Em relação ao padrão exploratório, avaliado por meio do desvio padrão da aceleração, houve interação grupo  $\times$  eixos ( $p = 0,020$ ), na qual, apenas os adultos variaram mais a aceleração no eixo X comparados aos demais grupos. Os resultados do estudo demonstraram que as crianças de 6 anos apresentaram níveis de acurácia similares ao de adultos, embora a consistência do julgamento perceptual continuou a aumentar mesmo após os 10 anos de idade, assim como a dependência da

percepção de comprimento ao parâmetro informacional. No entanto, as diferenças de desempenho e melhora do uso do parâmetro informacional não puderam ser explicadas por mudanças no padrão exploratório caracterizado, neste estudo, pela variável desvio padrão da aceleração.

**Palavras-chave:** Percepção háptica. Tato dinâmico. Padrão exploratório. Desenvolvimento infantil. Percepção baseada em ação muscular.

## ABSTRACT

The ability to perceive the properties and orientation of objects by means of active manipulation and contact with only a part of an object can be defined as dynamic touch. The few existing evidence in the literature on dynamic touch in children demonstrates worse performance of children compared to adults. One hypothesis is that children's exploratory pattern might not yet be effective to reveal information that support perception of object properties. The purpose of the present study was to evaluate the performance, the dependence of perception on the informational parameter and the exploratory pattern adopted in a haptic length perception task without the aid of vision, in children of different age groups (4 , 6 , 8 and 10 years) and adults. Participants firmly grasped and manipulated occluded rods with different distributions of mass and judged their length. The exploratory pattern was recorded by means of a motion analysis system. Analyses of variance showed that 4-year-old children were less accurate than children of other age groups and adults ( $p < 0.05$ ). But the consistency of the perceptual judgment continued to improve with age ( $p < 0.05$ ), since the reliability of the judgment of 6-years-old-children was better than 4-years-old-children ( $p < 0.0001$ ) as the adult when compared to 10-years-old children ( $p < 0.0001$ ). Hierarchical regression models showed that the informational parameter - moment of inertia - was a predictor of perceived length ( $p < 0.0001$ ) but there was significant variability among individuals ( $p = 0.001$ ). The introduction of the factor group (ages), in a second model, explained part of this variance ( $p = 0.003$ ). Individual regression analyses indicated that the dependence of the informational parameter for perception seems to improve with age. Regarding the exploratory pattern, assessed by the standard deviation of acceleration, there was an interaction group  $\times$  axes ( $p = 0.020$ ), in which adults demonstrated greater variability in the acceleration pattern in the X axis compared to other groups. The results of the study demonstrated that 6-years-old-children showed levels of accuracy similar to adults, although the consistency of the perceptual judgment continues to improve even after the age of 10-years-old, as well as the dependence of the perception of length on the informational parameter. However, the differences in performance and the improvement the use of informational parameter could not be explained by changes

in exploratory pattern characterized in this study, by the variable of standard deviation of the acceleration.

**Keywords:** Haptic perception. Dynamic touch. Exploratory pattern. Children development. Muscle-based perception.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Hipóteses do estudo.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Amostra .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Instrumentação .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Procedimento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Redução dos dados.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISES E RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>41</b>
	<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXO A .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A percepção de propriedades como comprimento, largura, peso e orientação de objetos e do próprio corpo é importante para que a utilização desses objetos e a realização de atividades funcionais sejam executadas de forma eficiente (TURVEY, 1996; CARELLO;TURVEY, 2000). A capacidade de perceber as propriedades e orientação de objetos por meio de manipulação ativa e contato com apenas uma porção do objeto, é definida experimentalmente como tato dinâmico (PAGANO; CARELLO; TURVEY, 1996; TURVEY, 1996; CARELLO *et al.*,2008). Algumas pesquisas demonstraram que a percepção das propriedades de objetos via tato dinâmico parece se desenvolver e melhorar com o avançar da idade, de modo que crianças de determinadas faixas etárias apresentam pior desempenho que indivíduos na fase adulta (KLEVBERG; ANDERSON, 2002; KLOOS; AMAZEEN, 2002; FITZPATRICK; FLYNN, 2010; SHIMIZU; NORIMATSU, 2005). Diante da proposição teórica, de que a intenção de perceber determinada propriedade e a forma de exploração, parecem estar relacionadas com a extração do parâmetro informacional (ou invariante)<sup>1</sup> que informa sobre a propriedade a ser percebida (RILEY *et al.*, 2002; ARZAMARSKI *et al.*, 2010; TURVEY; CARELLO; KIM, 1990), é possível que a exploração adotada por crianças ainda não seja eficiente o bastante para revelar o parâmetro informacional e resultar em um desempenho similar ao de indivíduos adultos.

Uma tarefa clássica utilizada nas pesquisas sobre o tato dinâmico envolve a percepção não visual de comprimento de hastes cujas distribuições de massa foram manipuladas. Nesses experimentos, os indivíduos manipulam hastes com movimentos rotatórios, com o objetivo de julgar o comprimento percebido das mesmas. Nos estudos realizados com adultos, foi observado que os mesmos foram capazes de julgar o comprimento das hastes e que o comprimento percebido aumentava conforme aumentava a distância do ponto de concentração da massa ao

---

<sup>1</sup> Invariantes são parâmetros presentes nos padrões de energia estruturada pelo ambiente que não se alteram diante de transformações nos padrões de energia ou que apresentam padrões constantes de transformação, ilustrando regularidades nas suas mudanças (GIBSON, 1966). De uma perspectiva ecológica, a percepção de determinada propriedade do ambiente implica a presença de informação (parâmetro informacional ou invariante) que especifica a propriedade a ser percebida (GIBSON, 1966).

eixo de rotação (SOLOMON; TURVEY, 1988, SOLOMON; TURVEY; BURTON, 1989). Concluiu-se então, que o comprimento percebido foi uma função das variáveis inerciais, sendo o momento principal de inércia de maior magnitude (APÊNDICE A), o candidato mais pronunciado. Dessa maneira, a literatura tem apontado o momento de inércia, ou mais especificamente, o tensor de inércia como base informacional para a percepção háptica de propriedades de objetos e segmentos corporais<sup>2</sup> (TURVEY; SOLOMON; BURTON, 1989, TURVEY, 1996; FITZPATRICK; CARELLO e TURVEY, 1994; PAGANO; FITZPATRICK; TURVEY, 1993). Em particular, para os adultos, a relação entre comprimento percebido ( $C_p$ ) e momento principal de inércia de maior magnitude ( $I_1$ ), ocorre de acordo com uma função de potência cujo expoente é próximo de 1/3 (SOLOMON; TURVEY; BURTON, 1989; FITZPATRICK; CARELLO e TURVEY, 1994).

Enquanto o desempenho de adultos em tarefas perceptuais já tem sido amplamente estudado, pouco se sabe sobre o desempenho de crianças, especialmente em tarefas que envolvem percepção via tato dinâmico. Kloos e Amazeen (2002) investigaram a habilidade de crianças entre 3 e 5 anos para perceber o peso de objetos via tato dinâmico. Os autores demonstraram que as crianças, assim como adultos, baseiam seus julgamentos sobre o peso do objeto na sua inércia rotacional. Entretanto, as crianças mais novas obtiveram pior acurácia no julgamento do peso do objeto comparado a crianças mais velhas (KLOOS; AMAZEEN, 2002). Corroborando esses resultados, Fitzpatrick e Flynn (2010) avaliaram a tarefa de percepção do comprimento de hastes cilíndricas e observaram que a habilidade para julgar o comprimento das hastes melhora com o tempo: crianças de cinco anos apresentaram melhor resultado nas tarefas que crianças de quatro e três anos de idade. Entretanto, segundo as autoras, essa habilidade perceptual ainda não estava desenvolvida nas crianças de cinco anos de idade, uma vez que relação entre  $C_p$  e  $I_1$  observadas nestas crianças ainda não havia atingido valores similares aos valores já reportados para indivíduos de adultos. Além disso,

---

<sup>2</sup> Kingma, van de Langenberg e Beek (2004) consideram o momento estático do objeto como possível candidato a invariante para a percepção háptica. Os autores ainda sugerem que os candidatos a invariantes podem variar de acordo com a manipulação realizada pelo indivíduo. Por exemplo, manipular a haste com uma orientação horizontal, pode-se detectar o momento de inércia ( $I_1$ ) e o momento estático ( $M$ ). Apenas segurar o objeto em posição horizontal sem manipular, o invariante a ser detectado seria o momento estático apenas. Para o presente estudo, consideraremos como invariante para percepção do comprimento de haste o momento de inércia de maior magnitude ( $I_1$ ).

Shimisu e Norimatsu (2005) avaliaram a percepção de comprimento de hastes em diversos grupos etários (6 a 12 anos; 21 a 25; 31 a 56 e 65 a 83 anos). Todos os grupos foram capazes de discriminar o comprimento das hastes – hastes mais longas foram percebidas como maiores do que hastes menores, porém, houve uma grande variabilidade de resultados no grupo de crianças. Os autores sugerem que essa maior variabilidade possa ser explicada pelo fato de que nem todas as crianças basearam seu julgamento perceptual nas propriedades inerciais das hastes. Nesse mesmo estudo, investigou-se o padrão exploratório dos participantes por meio de análise qualitativa e visual dos movimentos gravados por uma câmera. Foi constatado que as crianças, diferentemente dos adultos, não realizaram muitos movimentos exploratórios com a haste. Uma hipótese é que essa diferença encontrada no padrão exploratório poderia ser um fator que explicasse o menor desempenho do grupo de crianças na tarefa perceptual (SHIMIZU; NORIMATSU, 2005).

Os estudos apresentados acima permitem concluir que a dependência da percepção ao momento de inércia (informação usada para fazer julgamentos sobre o comprimento das hastes), parece aumentar com a idade, e que, crianças em idade próxima aos cinco anos ainda não apresentam um desempenho próximo ao de indivíduos adultos. Talvez, o menor desempenho das crianças comparadas aos adultos possa ser devido ao fato de que crianças de determinadas faixas etárias ainda não consigam imprimir uma exploração que seja eficiente o bastante para revelar e permitir o uso do parâmetro informacional (momento de inércia) que suporta a percepção de determinada propriedade do objeto (comprimento). Uma vez que o momento de inércia reflete a resistência que o objeto oferece a mudanças em sua aceleração angular, talvez para detecção desse parâmetro informacional seja necessário não apenas acelerar o objeto durante a manipulação, mas principalmente, imprimir variabilidade nessa aceleração. Nesse sentido uma hipótese a ser testada é que as crianças mais novas não aceleram o objeto de forma suficiente a revelar o invariante. Mais especificamente, acreditamos que as crianças mais novas não consigam imprimir variabilidade suficiente ao acelerar o objeto durante a exploração diferentemente de crianças mais velhas e adultos, o que poderia ser um indicativo de um padrão exploratório menos refinado e/ou efetivo, e que contribuiria para o menor desempenho dessas crianças. Avaliar a variabilidade



da aceleração angular durante a exploração das hastes, talvez seja uma primeira maneira para se testar a hipótese levantada por Shimizu e Norimatsu (2005) relativa a influência do padrão exploratório no desempenho perceptual de indivíduos de diferentes faixas etárias.

O foco no padrão exploratório e a hipótese de que ele poderia justificar a diferença de desempenho entre crianças de diferentes faixas etárias e adultos estão embasados em evidências da relação existente entre a exploração adotada e a informação detectada para suportar a percepção de uma propriedade, dada uma certa intenção (RILEY *et al.*, 2002. ARZAMARSKI *et al.*, 2010, TURVEY CARELLO; KIM, 1990). Lederman e Klatzky (1987) demonstraram que diferentes padrões exploratórios são adotados para se detectar diferentes tipos de informação (por exemplo: pode-se passar a mão sobre o contorno do objeto para saber sua forma, ou esfregar os dedos na superfície para sentir a textura, ou ainda levantar e balançar o objeto para detectar o peso) (LEDERMAN; KLATZKY, 1987; LEDERMAN; KLATZKY, 2009). No contexto do tato dinâmico, Riley *et al* (2002) identificaram que o padrão exploratório difere quando é solicitado ao participante julgar a largura ou o comprimento do objeto. Dessa maneira, consideramos que se a intenção e forma de exploração estão relacionadas com a propriedade a ser percebida, talvez as crianças mais novas ainda não saibam como explorar o objeto de forma a revelar o invariante necessário, o que indicaria que o padrão exploratório pode ser influenciado pela idade, tornando-se mais efetivo com o passar do tempo.

Tendo em vista que a maneira de exploração interfere na informação a ser detectada e sugerindo que a exploração possa ser um veículo da mudança no aprendizado perceptual (ARZAMARSKI *et al.*, 2010), acreditamos que as diferenças de desempenho nas tarefas perceptuais hápticas entre as diferentes idades possa estar acompanhada por diferenças no padrão exploratório. O menor desempenho das crianças mais novas comparadas às crianças mais velhas e adultos pode estar acompanhada de padrão exploratório menos efetivo, no qual, de acordo com o foco do presente estudo, os indivíduos imprimem menor variabilidade ao acelerar os objetos. É possível que à medida que as crianças ganhem mais experiência com atividades manipulativas e tarefas perceptuais similares, esse padrão exploratório se torne mais efetivo para suportar a percepção das propriedades que elas têm a

intenção de perceber, melhorando o desempenho nas tarefas. Portanto, o objetivo do estudo é comparar o desempenho e o padrão exploratório adotado por crianças de diferentes faixas etárias e adultos em uma tarefa de percepção de comprimento de hastes, via tato dinâmico.

### **1.1 Objetivo**

Comparar o desempenho, a dependência da percepção ao parâmetro informacional e o padrão exploratório adotado por crianças de diferentes faixas etárias e adultos em uma tarefa de percepção de comprimento de hastes via tato dinâmico.

### **1.2 Hipóteses do estudo**

**H1:** crianças mais novas apresentarão menor acurácia e confiabilidade do julgamento perceptual quando comparadas as crianças mais velhas e adultos.

**H2:** haverá um efeito idade na relação comprimento percebido  $\times$  momento de inércia, no qual o julgamento perceptual das crianças mais novas apresentará uma menor dependência ao invariante – momento de inércia.

**H3:** crianças mais novas apresentarão um menor desvio padrão da aceleração durante a exploração das hastes quando comparadas às crianças mais velhas e adultos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODO

### 2.1 Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 80 indivíduos, divididos em 4 grupos de crianças de diferentes faixas etárias (4, 6, 8 e 10 anos de idade) com uma tolerância de 11 meses acima de cada referida idade e um grupo de adultos, de ambos os sexos. Participaram 15 crianças de 4 anos, 16 crianças de 6 anos, 15 crianças de 8 anos, 17 crianças de 10 anos de idade e 17 adultos. As características da amostra estão representadas na TAB. 1. Os participantes foram recrutados pelos pesquisadores, através dos pais ou responsáveis pelas crianças e na comunidade universitária. Os critérios de inclusão foram: apresentar desenvolvimento motor típico para idade (crianças) e ausência de qualquer disfunção musculoesquelética ou sintomas nos membros superiores. Seriam excluídos aqueles participantes que não entendessem os comandos necessários para a tarefa de percepção de comprimento das hastes, porém não foi necessário aplicar este critério a nenhum participante. A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Análise de Movimento da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Este estudo, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), foram aprovados pelo Comitê de Ética da UFMG (CAAE – 10920812.1.00000.5149 - ANEXO A).

Tabela 1 - Caracterização da amostra

Grupo	n*	Idade**	Sexo*		Dominância*	
			Masculino	Feminino	Destro	Canhoto
4 anos	15	4,41 ± 0,40	4	11	15	0
6 anos	16	6,41 ± 0,41	6	10	16	0
8 anos	15	8,41 ± 0,32	7	8	14	1
10 anos	17	10,41 ± 0,36	7	10	17	0
Adultos	17	23,29 ± 3,31	8	9	15	2

\* Os números indicam a frequência de indivíduos em cada categoria

\*\* Média ± desvio padrão

## 2.2 Instrumentação

Para realização da tarefa de percepção do comprimento de hastes foram utilizadas duas hastes cilíndricas de madeira, de diferentes comprimentos (30 e 50 cm), com um raio de 0,6cm e um cilindro de aço inox de 22,0g em cada haste. Os cilindros foram colocados em três diferentes posições (50, 70 e 90% do comprimento da haste), com o objetivo de manipular a distribuição de massa de cada haste. Para a marcação do julgamento do comprimento das hastes, foi utilizado um aparato de 2m de comprimento com um marcador móvel que possuía uma fita métrica disponível apenas para o examinador.

O registro do padrão exploratório de cada participante foi realizado pelo sistema de análise de movimento Qualisys ProReflex MCU (QUALISYS MEDICAL AB®, 411 12 Gothenburg, Suécia). O Qualisys é um sistema baseado em vídeo que permite a reconstrução tridimensional de marcadores reflexivos passivos. As

câmeras do Qualisys (Pro-reflex MCU digital câmeras) registram uma frequência máxima de 1000 Hz, o que permite que movimentos muito rápidos possam ser capturados com alta acurácia. Antes de iniciar a coleta, três câmeras foram posicionadas de forma a permitir a melhor visualização dos marcadores reflexivos passivos. Além disso, o sistema de análise de movimento foi devidamente calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. A coleta foi realizada a uma frequência de 200 Hz. Um marcador reflexivo passivo foi afixado na ponta de cada uma das hastes.

### 2.3 Procedimento

Para realização da tarefa, o voluntário foi convidado a se assentar em uma cadeira e passar seu braço dominante por um biombo que impedia a visão das hastes. Do outro lado do biombo, ele apoiava o antebraço em um suporte para permitir que o braço ficasse relaxado e que o participante realizasse a exploração da haste apenas com movimento da articulação do punho. O aparato com o marcador móvel foi posicionado horizontalmente do lado contralateral ao lado avaliado (FIG. 1).

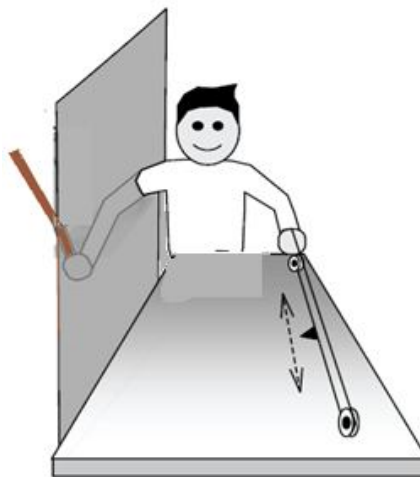


Figura 1: adaptada de ARZAMARSKI *et al*, 2010

Após a explicação da tarefa e demonstração com uma haste (que não foi utilizada na pesquisa), foi iniciada a coleta. Um pesquisador apresentou de forma aleatória as hastes com diferentes distribuições de massa (2 hastes com 3 diferentes posições de massa). Cada condição de manipulação foi apresentada 3 vezes, totalizando 18 repetições. O participante foi instruído a manipular a haste realizando movimentos da forma que desejasse com a articulação do punho e então realizava o julgamento do comprimento da haste, movendo o marcador móvel para o ponto que correspondia com a percepção do final da haste. O examinador registrou em centímetros o comprimento da haste reportado pelo participante. Foi dado tempo livre para a realização da tarefa. Antes de cada repetição, o marcador era movido para a posição inicial que coincidia com o eixo articular do punho do participante. Eram permitidos ajustes no marcador visual até o final do julgamento e não foi dado feedback durante e nem depois da realização da tarefa. O registro do padrão exploratório, por meio do Qualisys, foi iniciado assim que o participante iniciava a exploração da haste e terminava quando o participante concluía o seu julgamento. Essa sincronização foi realizada por meio de um trigger.

Para a determinação do lado dominante na amostra de crianças, foi solicitado que realizassem um desenho e, além disso, os pais ou responsáveis indicavam se a criança era destra, canhota ou ambidestra para realizar suas atividades manuais. A tarefa foi explicada de forma mais lúdica para as crianças a fim de facilitar a compreensão do que seria realizado. Caso necessário era realizado um pequeno intervalo no meio da coleta para evitar cansaço e desatenção por parte das crianças.

## **2.4 Redução dos dados**

O desempenho dos participantes na tarefa de percepção do comprimento de hastes foi avaliado pela acurácia e confiabilidade do julgamento perceptual. A acurácia (mean root square - *MRS%*) permite identificar o quão próximo do comprimento real da haste foram os julgamentos de comprimento realizados pelos

indivíduos. A confiabilidade ou consistência ou (average deviation -  $AD\%$ ) revela se os indivíduos foram consistentes em seus julgamentos do comprimento das hastes nas 3 repetições de cada condição em que a distribuição de massa foi manipulada. Menores valores de  $MRS\%$  (Equação 1) e  $AD\%$  (Equação 2) indicam maior acurácia e confiabilidade do julgamento perceptual, respectivamente.

$$Acurácia = \frac{\sum_{i=1}^{N_o} \sum_{j=1}^{N_{rep}} \frac{\sqrt{(Cp_{ij} - Cr_i)^2}}{Cr_i}}{N_o \times N_{rep}} \times 100,$$

Equação 1

onde  $Cp_{ij}$  é o comprimento percebido da haste  $i$  na repetição  $j$ ,  $Cr_i$  é o comprimento físico real da haste considerando a haste  $i$ ,  $N_o$  é o número de hastes e posicionamentos de massa utilizados no estudo e  $N_{rep}$  é o número de repetições.

$$Consistência = \frac{\sum_{i=1}^{N_o} \sum_{j=1}^{N_{rep}} \frac{|Cp_{ij} - \overline{Cp_i}|}{\overline{Cp_i}}}{N_o \times N_{rep}} \times 100,$$

Equação 2

onde  $Cp_{ij}$  é o comprimento percebido da haste  $i$  na repetição  $j$ ,  $Cp_i$  é a média do comprimento percebido da haste  $i$ ,  $N_o$  é o número de hastes e posicionamentos de massa utilizados no estudo e  $N_{rep}$  é o número de repetições.

O padrão exploratório foi investigado por meio da variável desvio padrão da aceleração angular. Após o registro da exploração das hastes com o sistema de análise de movimento, os dados foram interpolados e exportados para serem processados no software *Visual 3D*. Neste software, todas as séries temporais foram filtradas com um filtro Butterworth passa baixa com uma frequência de corte de 5 Hz (MICHAELS; ISENHOWER, 2011). Para o cálculo da aceleração angular foi

calculada a segunda derivada do deslocamento angular do marcador reflexivo passivo afixado na ponta da haste. Posteriormente, foi calculado o desvio padrão da aceleração angular (valor absoluto) para cada indivíduo, em cada haste (30 e 50 cm), em cada condição de manipulação da massa (50%, 70%, 90%) e em cada eixo (X, Y, Z). Foi utilizada a média das três repetições em cada condição para análise.

Os momentos e produtos de inércia (tensor de inércia) de cada haste nas suas respectivas condições de distribuição de massa foram calculados de acordo com as equações descritas por Fitzpatrick *et al*, 1994. Para estes cálculos, a origem do sistema de coordenadas (ponto de rotação) foi estabelecido sobre a interlinha articular do punho. O eixo Y foi alinhado com o eixo longitudinal da haste (eixo ântero-posterior), o eixo Z foi determinado como sendo vertical e o eixo X látero-lateral. O Teorema dos Eixos Paralelos foi utilizado para transformar os momentos de inércia de cada haste sobre seus respectivos centros de massa em momentos de inércia sobre o eixo de rotação na articulação do punho. A diagonalização do tensor foi realizada para se obter os principais momentos de inércia (autovalores:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) e suas respectivas orientações ou eixos principais de inércia (autovetores:  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ ). Os valores do momento principal de inércia de maior magnitude para cada haste e respectiva condição de distribuição de massa podem ser visualizados na TAB. 2.

Tabela 2 - Comprimento das hastes, posição da massa e valores do momento principal de inércia de maior magnitude

Comprimento da Haste (cm)	Posição da Massa (%)	$I_1$ (Kgm <sup>2</sup> )
30	50	0,0008
	70	0,0013
	90	0,0020
50	50	0,0024
	70	0,0038
	90	0,0056



### 3 ANÁLISES E RESULTADOS

Para permitir a comparação do desempenho dos participantes nas variáveis acurácia (*MRS%*) e confiabilidade (*AD%*) do julgamento sobre o comprimento das hastes, foram utilizadas análises de variância (ANOVA) com um fator independente (grupos: 4, 6, 8, 10 anos de idade e adultos). Para examinar as diferenças apontadas pela ANOVA, inicialmente foram planejadas 4 comparações post hoc (LSD) entre pares de idades consecutivas (4 x 6; 6 x 8; 8 x 10 e 10 x adultos). Em relação à acurácia, foi observado efeito principal grupo ( $F_{(4,75)} = 4,349$ ;  $p=0,003$ ). Nas análises post hoc, foi observado, que as crianças de quatro anos apresentaram valores significativamente maiores de *MRS%* (menor acurácia) quando comparadas às crianças de seis anos ( $p=0,003$ ). Não houve diferença significativa entre os outros pares de idade (6 x 8 anos  $p=0,606$ ; 8 x 10 anos  $p=0,414$ ; 10 x adultos  $p=0,715$ ). Explorando um pouco mais as comparações entre as crianças de 4 anos com os outros grupos, foi observada diferença estatisticamente significativa entre o grupo de 4 anos e todos os demais ( $p < 0,05$ ).

Em relação a variável confiabilidade do julgamento perceptual, também foi observado um efeito principal grupo ( $F_{(4,75)} = 26,590$ ;  $p < 0,0001$ ). Nas análises post hoc, foram observadas diferença significativa entre crianças de 4 e 6 anos de idade ( $p < 0,0001$ ) e entre crianças de 10 anos e adultos ( $p < 0,0001$ ). A análise das médias descritas na TAB. 3, demonstrou que crianças de 4 anos apresentaram maiores valores de *AD%* (menor confiabilidade) quando comparadas às crianças de seis anos e o mesmo foi observado para a comparação entre as crianças de 10 anos e adultos. Além disso, ressalta-se um efeito marginal entre 6 e 8 anos ( $p = 0,053$ ) e ausência de diferença entre 8 e 10 anos ( $p = 0,481$ ). Os valores de média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) das variáveis acurácia e confiabilidade estão descritos na TAB. 3.

Tabela 3 - Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) das variáveis acurácia e confiabilidade para os diferentes grupos de faixas etárias.

Grupos	Acurácia (MRS%)		Confiabilidade (AD%)	
	Média ± Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)	Média ± Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)
4 anos	57,45 ± 34,66	38,23 - 76,62	26,42 ± 10,56	20,57 - 32,28
6 anos	33,52 ± 16,42	24,77 - 42,27	19,10 ± 4,17	16,88 - 21,33
8 anos	37,57 ± 21,96	25,41 - 49,74	15,26 ± 3,12	13,52 - 16,99
10 anos	31,24 ± 15,87	23,08 - 39,40	16,62 ± 3,34	14,90 - 18,34
Adultos	28,51 ± 15,57	20,50 - 36,51	6,97 ± 2,27	5,80 - 8,14

Com o intuito de verificar se a menor acurácia e confiabilidade encontrada nas crianças mais novas estaria relacionada a menor dependência ao momento de inércia das hastes, foram realizados modelos de regressão hierárquica (*Multilevel models*) (GOLDSTEIN, 1999; FIELD, 2009). Esta análise permitiu verificar se o momento de inércia ( $I_1$ ) foi preditor significativo do comprimento percebido ( $C_p$ ) e se a relação entre essas variáveis foi diferente nos grupos avaliados. Havendo variância significativa entre as slopes das relações individuais entre  $C_p$  e  $I_1$  em coordenadas logarítmicas, um segundo modelo foi utilizado para verificar se o fator grupo explicava essa variância. De forma geral, os modelos da análise de multinível apresentam 2 níveis. O nível 1 descreve a variabilidade intra-indivíduo e determina os interceptos e slopes para cada indivíduo através do desempenho individual nas suas observações (medidas repetidas). O nível 2 descreve a variabilidade inter-indivíduo, uma vez que avalia o desvio de cada indivíduo em relação a média de slope do grupo.

Os resultados do primeiro modelo demonstraram que  $I_1$  foi preditor da variável comprimento percebido ( $C_p$ ) ( $p < 0,0001$ ), indicando que o julgamento do comprimento foi baseado no momento de inércia. Além disso, foi observada uma variância significativa do coeficiente das slopes ( $p < 0,0001$ ), indicando haver diferenças entre os participantes na relação entre  $I_1$  e  $C_p$ . Dessa forma, um segundo modelo foi utilizado com o intuito de acrescentar o fator grupo e verificar se este explicava parte da variância. Os resultados demonstraram que o fator grupo foi um

preditor significativo dos interceptos ( $p=0,002$ ) e slopes ( $p=0,003$ ). Embora a variável grupo tenha explicado parte da variância, esta ainda permaneceu significativa ( $p < 0,0001$ ). Além disso, a adição da variável grupo resultou em um melhor ajuste do modelo quando comparado ao modelo que considerava apenas a variável  $I_1$  como preditor (diferença 6.492 no -2LL, excedendo o valor crítico da distribuição  $\chi^2$  considerando dois graus de liberdade e  $p < 0,05$ ). Os resultados do multinível estão descritos na TAB. 4.

Tabela 4 - Modelo 1: resultados do modelo de regressão hierárquica realizados para testar os efeitos de  $I_1$  (momento principal de inércia máximo) como preditor do comprimento percebido ( $C_p$ ). Modelo 2: resultados da adição da variável “grupo” como preditora das diferenças das slopes entre indivíduos encontradas no modelo 1.

<b>Modelo 1: <math>I_1</math> como preditor</b>				
<b>Fixed Effects</b>	<b>Coefficiente (EP)</b>	<b>t</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Intervalo de Confiança (95%)</b>
$\beta_0$	2,447 (0,042)	57,069	<0,0001	2,3634 – 2,5321
$\beta_1$	0,296 (0,016)	17,798	<0,0001	0,2633 – 0,3287
<b>Random Effects</b>	<b>Variância (EP)</b>	<b>Valor de p</b>		
$\sigma$	0,0012 (0,0002)	<0,0001		0,0008 – 0,0018
<b>Modelo 2: <math>I_1</math> e Grupo</b>				
<b>Fixed Effects</b>	<b>Coefficiente (EP)</b>	<b>t</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Intervalo de Confiança (95%)</b>
$\beta_0$	2,627 (0,072)	36,134	<0,0001	2,4849 – 2,7708
$\beta_1$	0,362 (0,027)	13,030	<0,0001	0,3079– 0,4173
$\beta_{11}$	-0,033 (0,011)	-2,986	0,003	-0,0552 – -0,0113
<b>Random Effects</b>	<b>Variância (EP)</b>	<b>Valor de p</b>		
$\sigma$	0,0012 (0,0002)	<0,0001		0,0008– 0,0018

Nota:  $\beta_0$  é a média do intercepto,  $\beta_1$  é a média do coeficiente da slope para o  $\text{Log } I_1$ ,  $\beta_{11}$  é o efeito fixo do fator grupo dos coeficientes das slopes,  $\sigma$  é a variância do coeficiente do slope para o  $\text{Log } I_1$ . EP: erro padrão.

Uma vez que o fator grupo explicou parte da variância das slopes entre indivíduos, foram realizadas análise de regressão simples individuais em cada grupo para ilustrar a relação entre  $\text{Log } I_1$  e  $\text{Log } C_p$  com intuito de entender melhor a diferença entre grupos nesta relação identificada pelo modelo multi-nível (FIG. 2).

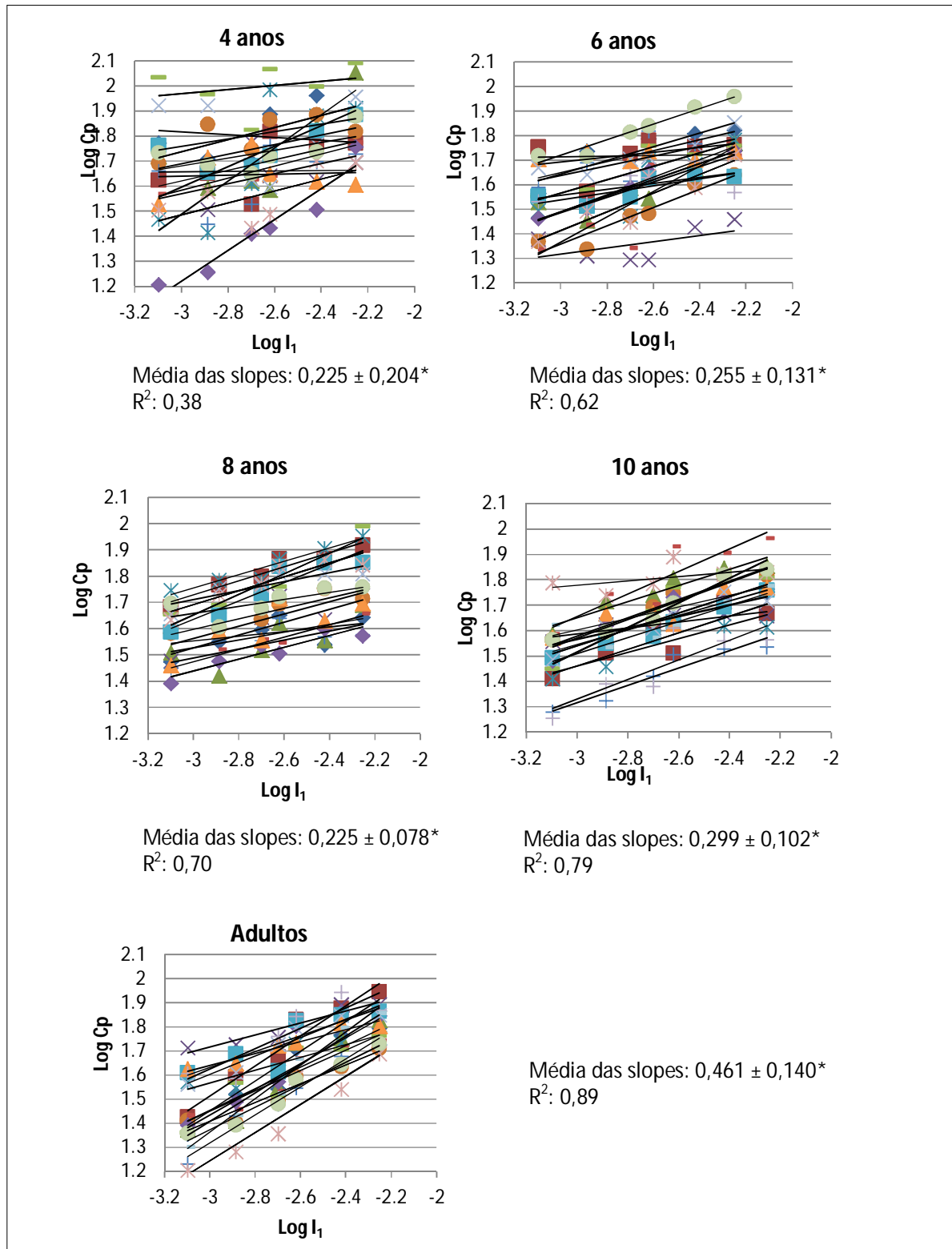


Figura 2: Regressões individuais entre  $I_1$  e  $C_p$  da cada grupo avaliado.

\*Média  $\pm$  desvio padrão

Analisando os gráficos com as regressões individuais, pode-se observar uma maior variabilidade nas slopes e interceptos e um menor coeficiente de determinação ( $R^2$ ) no grupo de crianças de quatro anos de idade. Foi observado que no grupo de 4 anos de idade, apenas 20% das crianças obtiveram relação  $\text{Log}C_p$  e  $\text{Log}I_1$  significativa, enquanto que no grupo de 6 anos, este número foi de 68,75%, no grupo de 8 anos o número foi de 66,66% e no grupo de 10 anos o número foi de 88,23%. Nos adultos, 100% dos participantes obtiveram  $p < 0,05$  na relação  $\text{Log}C_p$  e  $\text{Log}I_1$ . Além disso, no grupo de crianças de quatro anos, apenas 1 criança (6,6%) apresentou valor de slope da relação entre  $I_1$  e  $C_p$  dentro da amplitude de valores já reportados na literatura (0,25 - 0,43) (FITZPATRICK; CARELLO; TURVEY, 1994; SOLOMON; TURVEY, 1988; PECK *et al.*, 1996). Este número foi de 8 crianças (50%) para o grupo de seis anos de idade, 5 crianças (40%) para o grupo de oito anos, 10 crianças (58,8%) para o grupo de dez anos e 8 indivíduos (47%) para o grupo de adultos. O crescente valor do coeficiente de determinação, a menor variância dos interceptos e a quantidade de indivíduos com valores de slopes próximos aos reportados na literatura sugerem que, com o avançar da idade, a relação entre  $C_p$  e  $I_1$  se torna mais adequada e os participantes passam a usar o invariante que suporta a percepção da propriedade a ser percebida.

O padrão exploratório, analisado por meio da variável desvio padrão da aceleração, foi comparado entre grupos na tentativa de identificar se este poderia explicar a menor acurácia do julgamento perceptual e a menor sensibilidade ao invariante das crianças mais novas (4 anos). Foi realizada uma ANOVA mista com um fator independente (grupos) e três fatores dependentes: eixos com três níveis (X, Y, Z), comprimento com dois níveis (haste 30cm e haste 50 cm) e posição da massa com três níveis (50, 70 e 90%). Observou-se efeito marginal grupos ( $F_{(4,75)} = 2,471$ ;  $p = 0,052$ ;  $\eta^2 = 0,116$ ), efeito principal eixos ( $F_{(2,74)} = 24,742$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,248$ ) e interação grupo  $\times$  eixos ( $F_{(8,150)} = 2,359$ ;  $p = 0,020$ ;  $\eta^2 = 0,112$ ). Não foi observado nenhum outro efeito significativo ( $p > 0,05$ ). Análises de contrastes pré-planejados indicaram maior variação da aceleração no eixo X (eixo látero-lateral) comparado aos outros eixos. Análise gráfica da interação grupo  $\times$  eixos permitiu identificar no grupo de adultos, uma maior variação da aceleração quando comparado as outras faixas etárias, no eixo X. Os valores do desvio padrão da aceleração nos diferentes

grupos e eixos podem ser visualizados nas TAB. 5 e 6 e a interação pode ser visualizada na FIG. 3.

Tabela 5 - Valores médios da variável desvio padrão da aceleração angular nos diferentes grupos

Desvio padrão da Aceleração ( $rad/s^2$ )		
Grupos	Média e Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)
4 anos	22,922 ± 7,357	8,265 - 37,578
6 anos	16,103 ± 7,124	1,912 - 30,294
8 anos	18,086 ± 7,357	3,429 - 32,743
10 anos	18,122 ± 6,911	4,354 - 31,890
Adultos	42,632 ± 6,911	28,864 - 56,399

Tabela 6 - Valores médios da variável desvio padrão da aceleração angular nos diferentes eixos

Desvio padrão da Aceleração ( $rad/s^2$ )		
Eixos	Média e Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)
X	50,811 ± 8,639	33,609 - 68,027
Y	8,319 ± 0,695	6,935 - 9,704
Z	11,581 ± 0,809	9,969 - 13,192

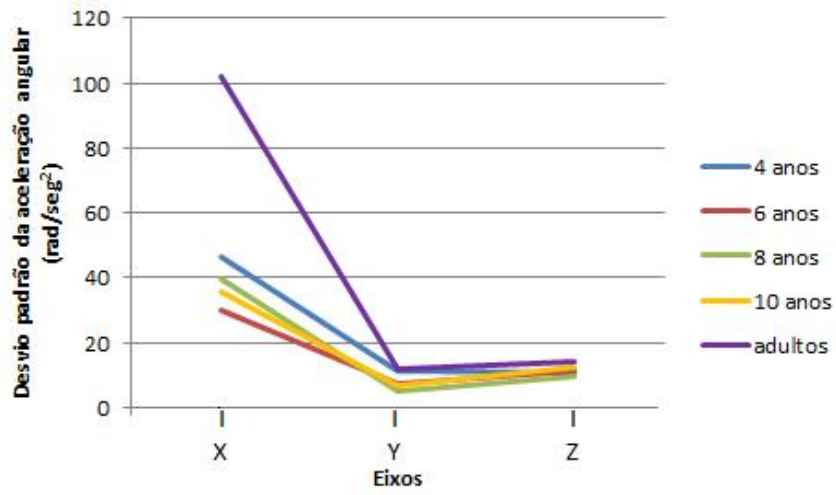


Figura 3: Interação grupo x eixo, demonstrando maior variação da aceleração dos adultos no eixo X.

## 4 DISCUSSÃO

No presente estudo, o desempenho dos indivíduos na tarefa de perceber comprimento de objetos sem o auxílio da visão foi analisado por meio da acurácia do julgamento perceptual em relação ao comprimento real da haste e da confiabilidade do julgamento nas três repetições de cada condição. O uso do parâmetro informacional para a percepção/julgamento da propriedade comprimento das hastes foi avaliado por meio da relação entre momento de inércia e comprimento percebido. Além disso, foi investigado se diferenças no desempenho destes participantes e no uso do parâmetro informacional para a realização da tarefa estaria acompanhado de diferenças na variação da aceleração angular durante a exploração das hastes.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que crianças de 4 anos foram menos acuradas na tarefa de percepção de comprimento de hastes do que as outras faixas etárias comparadas. Embora não tenha sido observada diferença na acurácia a partir dos seis anos, a confiabilidade do julgamento parece melhorar com o avançar da idade, tornando os indivíduos mais consistentes em seus julgamentos até atingir a idade adulta. Especificamente, crianças de seis anos foram mais consistentes do que as de quatro anos e os adultos mais consistentes em seu julgamento do que as crianças de dez anos de idade. Além disso, um ponto a ser considerado, é que foi observado efeito marginal na análise post hoc ( $p=0,053$ ) entre os grupos de 6 e 8 anos na variável confiabilidade do julgamento, o que sugere um número amostral insuficiente para também demonstrar que crianças de oito anos talvez fossem mais consistentes em seu julgamento quando comparadas as de seis anos de idade. Os valores de acurácia e confiabilidade do julgamento perceptual observados no grupo de adultos do presente estudo ( $MRS\% = 28,51$  e  $AD\% = 6,97$ ) estão próximos aos valores já reportados na literatura (HAJNAL *et al.*, 2007; CARELLO *et al.*, 2006). Em relação às crianças, apenas um estudo avaliou o desempenho dos participantes por meio da acurácia e confiabilidade (OCARINO *et al.*, 2013). Os valores encontrados nesse estudo para crianças com desenvolvimento típico e 9 anos de idade ( $MRS\% = 21,2$  e  $AD\% = 8,7$ ) foram inferiores às crianças de 10 anos avaliadas no presente estudo, indicando que, embora mais velhas, as crianças avaliadas no nosso estudo parecem ter sido menos acuradas e confiáveis



em seu julgamento do que as crianças de nove anos avaliadas no estudo citado (OCARINO *et al.*, 2013).

Ao analisar se os participantes basearam o julgamento perceptual no parâmetro informacional que suporta a percepção de comprimento percebido, observamos que o uso do invariante parece ter sido diferente entre indivíduos e parece também, ter melhorado com a idade. Isto foi inicialmente demonstrado pelo fato do fator grupo ter explicado parte da variância da relação entre  $I_1$  e  $C_p$  observada entre os indivíduos analisados e, posteriormente, confirmado pelas análises de regressões individuais. A diminuição da variabilidade dos interceptos e slopes, os valores crescentes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o maior número de relações ( $\text{Log}C_p$  e  $\text{Log}I_1$ ) significativas e dentro da amplitude de valores esperados, que foram observados com o avançar da idade, nos permite concluir que a relação entre comprimento percebido e momento de inércia foi se tornando mais adequada até atingir a idade adulta. Assim, o uso do invariante que suporta a percepção háptica de comprimento de hastes, pode estar associado com a melhora de desempenho observado com o avançar da idade, principalmente no que se refere a variável confiabilidade do julgamento. Especificamente no caso das crianças de quatro anos de idade, os resultados das regressões individuais reforçam o resultado da pior acurácia no julgamento perceptual observada nessas crianças. Nesse grupo foi observado um baixo coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,38$ ), um número pequeno de relações significativas entre  $I_1$  e  $C_p$  e apenas uma criança apresentando coeficiente da slope dentro do esperado. Dessa forma, a realização da tarefa (julgamento do comprimento) parece não ter sido substancialmente baseada no parâmetro informacional - momento de inércia, e que essa relação, embora existente em algumas crianças desse grupo, não foi exatamente adequada. Resultados similares foram observados por Fitzpatrick e Flynn (2010) que avaliaram a capacidade de crianças de 3, 4 e 5 anos de idade em julgar o comprimento de hastes com o objetivo de verificar se as mesmas baseavam o julgamento do comprimento percebido no momento de inércia. As autoras observaram que o número de relações significativas ( $I_1$  e  $C_p$ ) e o coeficiente de determinação melhoraram com a idade, embora as crianças de cinco anos ainda não tinham apresentado relações entre  $C_p$  e  $I_1$  similares as de adultos. No presente estudo, não houve diferença na acurácia a partir dos seis anos de idade, embora de acordo com

as regressões, a detecção do invariante continuou melhorando até a idade adulta. Em relação ao grupo de adultos, embora a média do slope da relação  $I_1$  e  $C_p$  (0,46) esteja acima dos valores classicamente reportados na literatura (0,25 a 0,43), o valor observado está dentro do que Hajnal *et al.*, 2007, reportaram de slopes para a tarefa de percepção de comprimento de hastes (0,16 a 0,55). Além disso, o coeficiente de determinação encontrado no grupo de adultos ( $R^2= 0,89$ ) está bem próximo aos valores já reportados na literatura (HAJNAL *et al.*, 2007; CARELLO *et al.*, 2006).

Habilidades perceptuais hápticas podem se desenvolver em idades diferentes, dependendo da tarefa perceptual e do objeto explorado. Ocarino e colaboradores (2009) demonstraram que crianças de oito e dez anos de idade apresentavam habilidade para perceber a utilidade funcional de objetos (hastes cilíndricas com distribuição assimétrica de massa) similar ao de adultos. No presente estudo, a acurácia observada no julgamento perceptual realizado por crianças de seis anos foi similar à dos adultos avaliados. Mas, uma melhora da consistência do julgamento e do uso do invariante ainda foram observados acima dessa faixa etária. Essas diferenças podem ser devido ao fato de que as tarefas perceptuais são distintas, podendo envolver desafios perceptuais e motores diferentes.

Fitzpatrick e Flynn (2010) sugerem que o menor desempenho de crianças mais novas pode ser explicado por um tempo de exploração insuficiente para detecção do invariante. Uma análise *a posteriori* do tempo de exploração (tamanho das séries temporais) revelou que as crianças mais novas apresentaram menor tempo de exploração que as mais velhas ( $p<0,05$ ) e que adultos levaram mais tempo para explorar e julgar o comprimento das hastes do que as crianças ( $p<0,05$ ). Portanto, o menor tempo utilizado pelas crianças mais novas para explorar o objeto pode não ter sido suficiente para detecção do invariante informacional. Outra questão a ser levantada, é que, o menor desempenho de crianças mais novas avaliadas no presente estudo poderia estar relacionado a uma menor habilidade dessas crianças para explorar o objeto. No curso do desenvolvimento, crianças poderiam se tornar mais efetivas em relação à forma como exploram um objeto e conseqüentemente na detecção do invariante. Essa melhor capacidade para explorar um objeto poderia ser possível mediante ao desenvolvimento ou aquisição de habilidades motoras manuais. Estudos implementados para avaliar o

desenvolvimento de função manual revelaram que crianças mais novas apresentam menor velocidade e menor qualidade de movimentos repetitivos, alternados e sequenciais das mãos e dedos quando comparadas às crianças mais velhas e adolescentes (LARGO *et al.*, 2001a; LARGO *et al.*, 2001b). Denckla (1973) verificou que o desempenho em uma tarefa de velocidade com os dedos é menor em crianças mais novas, e atinge um platô entre 8 e 10 anos de idade, embora padrões mais complexos estão totalmente desenvolvidos apenas na adolescência. Além disso, Gibson (1988) propõe que crianças aprendem sobre as propriedades do mundo através da exploração, e o desenvolvimento das habilidades motoras guia a forma como elas irão extrair a informação sobre os objetos, superfícies e eventos. Em relação à exploração de objetos em tarefas perceptuais relacionadas ao tato háptico, um resgate da literatura indica que crianças já apresentam padrão exploratório eficiente. Kalagher e Jones (2011) demonstraram que crianças de 3, 4 e 5 anos já apresentam habilidade suficiente e padrão exploratório comparáveis aos indivíduos adultos em tarefas de reconhecimento de objetos (em relação a forma, a rigidez, textura) (KALAGHER; JONES, 2011). Porém, a tarefa de percepção de comprimento de hastes envolve detecção de manipulações de inércia, a qual pode envolver formas de interação mais complexas com o objeto, o que pode dificultar a exploração desse objeto por parte das crianças de quatro anos, interferindo negativamente no seu desempenho.

Para verificar se o menor desempenho das crianças mais novas poderia ser explicado por um padrão exploratório menos refinado, ou não efetivo, realizamos uma primeira tentativa de avaliar o mesmo por meio da variável cinemática desvio padrão da aceleração angular. Essa escolha foi pautada em uma hipótese teórica de que, uma vez que o momento de inércia reflete a resistência do objeto a mudanças na sua aceleração angular, para a sua detecção seria necessário que o indivíduo não apenas acelerasse o objeto, mas que imprimisse mudanças (variabilidade) na sua aceleração. Neste contexto, a hipótese seria de que o pior desempenho de crianças mais novas viesse acompanhado de uma menor variabilidade da aceleração. Entretanto, essa hipótese não foi confirmada. Embora tenha-se observado um efeito marginal grupo ( $p=0,052$ ), a verificação das médias demonstra que crianças de 4 anos não tiveram menor variação da aceleração do que as outras crianças, mesmo tendo apresentado um pior desempenho na tarefa perceptual. De

acordo com a interação grupo  $\times$  eixos, apenas os adultos variaram mais a aceleração no eixo X, mas estes não foram mais acurados quando comparados às crianças a partir de seis anos de idade, embora tenham apresentado maior confiabilidade no julgamento e apresentado relações ( $I_1$  e  $C_p$ ) mais adequadas e dentro do esperado considerando-se uma análise dimensional. Em relação aos eixos usados para exploração das hastes, foi observado que no eixo X e, principalmente, no grupo de adultos houve maior variabilidade na aceleração angular. Este resultado faz sentido devido ao tipo de objeto usado na tarefa perceptual: hastes cilíndricas, de pequeno raio e com distribuição simétrica de massa.

Uma questão a ser analisada é se a variável que inicialmente escolhemos (desvio padrão da aceleração angular) foi suficiente para revelar características que diferenciassem o padrão exploratório adotado pelos participantes. Talvez, se há alguma estrutura na variabilidade impressa durante o movimento exploratório ou se essa variação foi simplesmente aleatória, a variável escolhida não permitiu revelar. Nesse sentido, analisar o padrão exploratório de outra maneira talvez possa revelar características e padrões no movimento exploratório que não conseguimos demonstrar. Riley *et al.* (2002) relatam que nos movimentos exploratórios não há escala inerente temporal ou espacial. Não há posição característica, não há amplitude de movimento característica e não há frequência de dados características, o que faz com que análises cinemáticas tradicionais falhem em identificar as características do padrão exploratório (RILEY *et al.*, 2002). Ao analisar visualmente as séries temporais dos participantes, pudemos concluir que há variação considerável intra e interindivíduos. Foi observado que alguns passam um maior tempo em repouso, outros manipulam e aceleram durante toda a exploração e outros variam entre o repouso e pouca manipulação. Assim, se existe alguma estrutura presente no padrão exploratório que possa ser indicativa de um padrão de exploração ótimo e/ou eficiente, essa parece não ter sido revelada pela análise cinemática realizada no presente estudo. Neste sentido, propomos o uso de técnicas de análise que permitam descrever e identificar melhor a estrutura do movimento exploratório adotado na manipulação das hastes. Duas possibilidades seriam as análises de recorrência e análises de fractalidade. Na primeira, seria possível identificar padrões de recorrência, ou seja, correlações temporais em dados não estacionários e irregulares no sentido de se detectar se existem características que

diferenciem padrões de exploração eficientes daqueles menos eficientes para revelar parâmetros informacionais relevantes (RILEY *et al.*, 2002). Nesse sentido, talvez crianças mais novas apresentem um padrão exploratório menos complexo, determinístico e estável quando comparado a crianças mais velhas e adultos. Outra possibilidade seria estudar a característica fractal do padrão exploratório. Sabe-se que movimentos exploratórios em tarefas perceptuais hápticas apresentam flutuações que tem característica fractal, ou seja, apresentam uma estrutura auto-similar em todas as escalas (STEPHEN; ARZAMARSKI; MICHAELS, 2010). O grau no qual essas flutuações são fractais pode ser obtido e padrões exploratórios com flutuações com características mais fractais poderiam resultar em uma melhor performance na tarefa de tato dinâmico (STEPHEN; ARZAMARSKI; MICHAELS, 2010). Nesse sentido, talvez o pior desempenho de crianças mais novas poderia vir acompanhado de um padrão com menor grau de fractalidade em suas flutuações. Dessa forma, as análises sugeridas acima podem ser capazes de capturar as características que permitem distinguir o padrão exploratório adotado por indivíduos de diferentes faixas etárias e testar a hipótese da influência deste no desempenho durante a tarefa. Comprovações sobre a influência do padrão exploratório em habilidades perceptuais reforçariam a importância do movimento (exploração, manipulação) para o aprendizado da criança sobre as propriedades e utilidades de objetos e a importância de não se avaliar ou treinar habilidades perceptuais fora do contexto da exploração. Contudo, temos também que considerar a hipótese de que talvez o padrão exploratório não tenha influência sobre o desempenho do indivíduo durante a realização da tarefa perceptual. A reanálise dos dados do presente estudo poderá auxiliar a testar as hipóteses apresentadas.

## 5 CONCLUSÃO

Podemos concluir que o desempenho na tarefa de percepção háptica de comprimento de objetos via tato dinâmico melhora com o avançar da idade. Crianças a partir dos seis anos têm acurácia no julgamento similar a de adultos, mas a consistência continua melhorando até atingir a idade adulta. A melhora do desempenho parece vir acompanhada do uso do parâmetro informacional que suporta a percepção. Contudo, não foi possível concluir que um pior desempenho perceptual estivesse acompanhado de um padrão exploratório menos efetivo, por meio da variável desvio padrão da aceleração.

## REFERÊNCIAS

ARZAMARSKI, R.; *et al.* Effects of intention and learning on attention to information in dynamic touch. *Attention, Perception & Psychophysics*, v.72, n.3, p.721-735, 2010.

CARELLO, C., *et al.* Muscle-based perception: theory, research and implications for rehabilitation. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v.12, n.5, p.339-350, 2008.

CARELLO, C.; *et al.* Peripheral neuropathy and object length perception by effortful (dynamic) touch: a case study. *Neuroscience Letters*, v. 405, p. 159-163, 2006.

CARELLO, C.; TURVEY, M. T. Rotational invariants and dynamic touch. In: HELLER, M. A. (Ed.). **Touch, representation and blindness**. New York: Oxford University Press, p.27-66, 2000.

DENCKLA, M. B. Development of speed in repetitive and successive finger movements in normal children. *Developmental Medicine Child Neurology*, v.15. p.635-45. 1973.

FIELD, A. Discovering statistics using SPSS. 3<sup>rd</sup>. ed . London: Sage, 2009.

FITZPATRICK, P. FLYNN, N. Dynamic (kinesthetic) touch perception in preschool children. *Ecological. Psychology*, v.22, p.89-118, 2010.

FITZPATRICK, P.; CARELLO, C.; TURVEY, M. T. Eigenvalues of the inertia tensor and exteroception by the "muscular sense". *Neuroscience*, v.60, n.2, p.551-68, 1994.

GIBSON, E.J. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, v. 39, n.1, p. 1-41, 1988.

GIBSON, J. J. **The senses considered as perceptual systems**. Boston: Houghton Mifflin, 1966.

GOLDSTEIN, H. **Multilevel statistical models**. London: Griffin, 1999.

HAJNAL, A.; *et al.* Comparison of dynamic (effortful) touch by hand and foot. *Journal of Motor Behavior*, v. 39, n. 2, p. 82-88, 2007.

KALAGHER, H.; JONES, S.S. Young children's haptic exploratory procedures . *Journal of Experimental Child Psychology*, v.110, n.4, p. 592-602, 2011.

KINGMA, I.; VAN DE LANGENBERG, R.; BEEK, P.J. Which mechanical invariants are associated with the perception of length and heaviness of a nonvisible handheld rod? Testing the inertia tensor hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 30, n. 2, p. 346–354, 2004.

KLEVBERG, G. L. ; ANDERSON, D. I. Visual and haptic perception of postural affordances in children and adults. *Human Movement Science*, v.21, n.2, p.169-86, Jul. 2002.

KLOOS, H.; AMAZEEN, E.L. Perceiving heaviness by dynamic touch: na investigation of the size-weight illusion in preschoolers. *British Journal of Developmental Psychology*, v.20.p.171-183, 2002.

LARGO, R. H., *et al.* Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 1: timed performance. *Developmental Medicine Child Neurology*, v.43, p.436-43, Jul.2001a.

LARGO, R. H., *et al.* Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 2: associated movements. *Developmental Medicine Child Neurology*, v.43, p.444-53, Jul.2001b.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R. L. Hand movements: a window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, v. 19,n.3, p.342-368, 1987.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R.L. Haptic perception: a tutorial. *Attention, Perception & Psychophysics*, v.71, n.7, p.1439-59, 2009.

MICHAELS, C. F.; ISENHOWER, R.W. Information space is action space: perceiving the partial lengths of rods rotated on na axle. *Attention, Perception & Psychophysics*, v.73, p.160-171, 2011.



OCARINO, J. M. **Percepção háptica em crianças com desenvolvimento típico e crianças com distúrbios do desenvolvimento.** 2009. 134f. Tese. (Doutorado em Ciências da Reabilitação) - Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

OCARINO, J. M.; *et al.* Dynamic touch is affected in children with cerebral palsy.. *Human Movement Science*, 2013. In press.

PAGANO, C .C.; CARELLO C.; TURVEY M. T. Exteroception and exproprioception by dynamic touch are different functions of the inertia tensor. *Perception & Psychophysics*, v.58, n.8, p.1191-1202, 1996.

PAGANO, C. C.; FITZPATRICK, P.; TURVEY M. T. Tensorial basis to the constancy of perceived object extent over variations of dynamic touch. *Perception & Psychophysics*, v. 54, n.1, p. 43-54, 1993.

PECK, A. J., *et al.* Haptically perceiving the length of one rod by means of another. *Ecological Psychology*, v. 8, n.3, p. 237-258, 1996.

RILEY, M. A. *et al.* Perceptual behavior: recurrence analysis of a haptic exploratory procedure. *Perception*, v. 31, p.481-510, 2002.

SHIMIZU, T.; NORIMATSU, H. Detection of invariants by haptic touch across age groups: rod length perception. *Perceptual and Motor Skills*, v.100, n.2, p.543-53, 2005.

SOLOMON, H. Y.; TURVEY, M. T. Haptically perceiving the distances reachable with hand-held objects. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, v.14, n.3, p.404-427, 1988.

SOLOMON, H. Y.; TURVEY, M. T.; BURTON, G. Gravitational and muscular variables in perceiving rod extent by wielding. *Ecological Psychology*, v.1, n.3, p.265-300, 1989.

STEPHEN, D. G; ARZAMARSKI, R.;MICHAELS, C. F. The role of fractality in perceptual learning: exploration in dynamic touch. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, v.36, n.5, p. 1161-1173, 2010.

TURVEY, M. T. Dynamic touch. *American Psychology*, v.51, n.11, p.1134-52, 1996.

TURVEY, M. T., CARELLO, C., KIM, N. G. Links between active perception and the control of action. In: HANKEN, H.; STADLER. **Sinergetics of cognition**(Eds). Berlin:Springer, p. 269-295, 1990.

TURVEY, M. T.; SOLOMON, H. Y.; BURTON, G. An ecological analysis of knowing by wielding. *Journal of the experimental Analysis of Behavior*, v. 52, n.3, p. 387-407, 1989.

## APÊNDICE A – Momento de inércia e tensor de inércia

O momento de inércia pode ser obtido multiplicando a massa do objeto pelo quadrado de sua distância ao eixo de rotação ( $I = mL^2$ ) (WINTER, 1990). Pode-se observar que essa variável depende não somente da quantidade de massa do objeto, como também da forma como a massa está distribuída em relação ao eixo de rotação. Como manipulamos um objeto em vários eixos (ântero- posterior, látero-lateral, e em torno do eixo longitudinalmente), apenas um número não pode capturar todas as resistências que o objeto oferece em todos os eixos, o que requer um tensor, comumente referido como tensor de inércia (CARELLO & TURVEY, 2004; CARELLO *et al.*, 2008). O tensor de inércia ( $I_{ij}$ ) é um arranjo de nove números que quantifica a resistência do objeto à rotação em diferentes direções. É representado matematicamente por uma matriz simétrica 3 X 3 (CARELLO *et al.*, 2008; CARELLO & TURVEY, 2000).

$$\begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{pmatrix}$$

Os termos na diagonal (momentos de inércia) capturam a inércia rotacional do objeto (resistência à aceleração rotacional) com respeito aos três eixos ortogonais ( $I_{xx}$ ,  $I_{yy}$ ,  $I_{zz}$ ). Os termos fora da diagonal (produtos da inércia) capturam a inércia rotacional do objeto em direções perpendiculares aos eixos de rotação ( $I_{xy}$ ,  $I_{xz}$ ,  $I_{yz}$ ), refletindo a assimetria da distribuição de massa do objeto sobre o eixo definido (TURVEY, 1996; CARELLO *et al.*, 1998, PAGANO; CARELLO; TURVEY, 1996). O tensor de inércia sobre um ponto fixo de rotação pode ser diagonalizado para uma forma particular que independe do sistema de coordenadas arbitrariamente escolhido (TURVEY, 1996). Esse processo permite que as coordenadas definidas passem a coincidir com os eixos de simetria do objeto, tornando possível a obtenção dos momentos principais de inércia ou autovalores ( $I_1$ ,

$I_2, I_3$ ) e seus respectivos eixos principais ou autovetores ( $e_1, e_2, e_3$ ) (TURVEY *et al.*, 1992; CARELLO *et al.*, 2008).

$$\begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{pmatrix} \xrightarrow{\text{Diagonalização}} \begin{pmatrix} I_1 & & \\ & I_2 & \\ & & I_3 \end{pmatrix}$$

Estudos prévios demonstraram que os autovalores relacionam-se com a percepção de comprimento, peso e forma dos objetos e segmentos corporais, enquanto os autovetores relacionam-se com a percepção de direção e orientação de membros e objetos (TURVEY, 1996). O maior autovalor ( $I_1$ ) fornece a maior resistência à aceleração rotacional, o que parece suportar a percepção háptica do comprimento de hastes cilíndricas de pequeno raio e densidade uniforme (CARELLO *et al.*, 2008; TURVEY *et al.* 1992, CARELLO *et al.*, 1998).

#### Referências:

- 1- CARELLO, C., *et al.* Muscle-based perception: theory, research and implications for rehabilitation. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v.12, n.5, p.339-350, 2008.
- 2- CARELLO, C.; *et al.* Inertial eigenvalues , rod density , and rod diameter in length perception by dynamics touch. *Perception & Psychophysics*, v. 60, n. 1, p. 89-100, 1998.
- 3- CARELLO, C.; TURVEY, M. T. Physics and psychology of the muscle sense. *Current Directions in Psychological Science*, v.13, n.1, p.25-28, 2004.
- 4- CARELLO, C.; TURVEY, M. T. Rotational invariants and dynamic touch. In: HELLER, M. A. (Ed.). *Touch, representation and blindness*. New York Oxford University Press, p.27-66, 2000.

- 5- FITZPATRICK, P.; CARELLO, C.; TURVEY, M. T. Eigenvalues of the inertia tensor and exteroception by the "muscular sense". *Neuroscience*, v.60, n.2, p.551-68, 1994.
- 6- PAGANO, C.C.; CARELLO C.; TURVEY M. T. Exteroception and exproprioception by dynamic touch are different functions of the inertia tensor. *Perception & Psychophysics*, v.58, n.8, p.1191-1202, 1996.
- 7- TURVEY, M. T. Dynamic touch. *American Psychology*, v.51, n.11, p.1134-52, 1996.
- 8- TURVEY, M. T.; *et al.* Role of the inertia tensor in perceiving object orientation by dynamic touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v.18, n.3, p.714-727, 1992.
- 9- WINTER, D.A. Anthropometry. In: (Ed) *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. New York: Wiley and Sons, Inc, 51-74, 1990.

## APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (Crianças 4 e 6 anos)

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa “Análise do padrão exploratório em uma tarefa perceptual háptica”. Muito obrigado pelo interesse inicial em participar. O nosso objetivo é analisar a capacidade de seu filho(a) de perceber o comprimento de hastes (percepção háptica) sem a ajuda da visão. Este estudo vai fornecer dados para entender se a idade e o modo de manipulação da haste influenciam na percepção do comprimento da haste. Para isso, serão avaliadas crianças de 4, 6, 8 e 10 anos e adultos.

Para realizar esta pesquisa nós precisamos que você nos dê seu consentimento, concordando com a participação do seu filho(a) em participar do estudo. A pesquisa será realizada no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano da Universidade Federal de Minas Gerais. Seu filho(a) irá comparecer apenas um dia no laboratório para a coleta dos dados e esta deve durar aproximadamente 40 minutos. Durante a participação, seu filho(a) ficará assentado em uma cadeira ao lado de um biombo com uma cortina para impedir a visão das hastes. Do outro lado da cortina, uma pessoa irá entregar para seu filho(a) diferentes hastes. Seu filho(a) terá que julgar a posição na qual ele acha que está a ponta final da haste, movendo um marcador que estará do outro lado. Serão dadas 18 hastes para seu filho(a) julgar o comprimento. Se precisar, será dado um descanso durante a pesquisa.

Os riscos e os desconfortos referentes à participação do seu filho(a) no estudo são mínimos. Caso ele(a) sinta algum cansaço muscular devido aos movimentos do braço, terá mais tempo de descanso, ou poderemos aplicar algum recurso terapêutico (calor ou gelo) para alívio do desconforto e promover o relaxamento muscular. As informações obtidas nesse estudo poderão ajudar a entender como a exploração (manipulação) de objetos influencia a capacidade de perceber as propriedades dos objetos. Isso é importante para futuros estudos destinados a avaliar a percepção háptica.

Os gastos com transporte para o comparecimento ao laboratório serão de sua responsabilidade. Após o término da avaliação, vocês serão informados de todos os resultados nos testes e poderão discutir com os pesquisadores.

A participação do seu filho(a) neste estudo é inteiramente voluntária e vocês são livres para concordar ou não com a participação. Caso desejado, seu filho(a) poderá abandonar o estudo a qualquer momento. Para garantir a confidencialidade da informação obtida, o nome de seu filho(a) não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo. Vocês poderão obter qualquer informação sobre este estudo com os investigadores deste projeto ou no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG. O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG deverá ser consultado apenas em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa. Os telefones encontram-se listados abaixo. Estaremos à sua disposição para responder perguntas ou prestar esclarecimentos sobre o andamento do trabalho. Obrigada pela colaboração,

Caso você concorde com a participação do seu filho (a) no estudo, por favor, assine no espaço indicado abaixo.

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que li e entendi as informações contidas acima e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Concordo com a participação do meu filho(a) \_\_\_\_\_ neste estudo e recebi uma cópia deste formulário de consentimento.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai ou responsável

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Roberta Bernardi Rocha

\_\_\_\_\_  
Data

#### Telefones para Contato:

- Roberta Bernardi Rocha, Fisioterapeuta. Telefone: 3227-4708/ 8877-4708
- Profª Drª Juliana de Melo Ocarino, Departamento de Fisioterapia. Tel: 3413-8816/ 9741-8509
- COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar – Sala 2005 – Cep 31270-901 Belo Horizonte – MG Telefone: (31) 3409-4592 Email:coep@prpq.ufmg.br

## **APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (Crianças 8 e 10 anos e Adultos)**

Prezado voluntário, você está sendo convidado a participar da pesquisa “Análise da dinâmica do padrão exploratório em tarefas perceptuais hápticas”. Muito obrigado por seu interesse inicial em participar. O nosso objetivo é analisar sua capacidade de perceber o comprimento de hastes (percepção háptica) sem a ajuda da visão. Este estudo vai fornecer dados para entender se a idade e o modo de manipulação da haste influenciam na percepção do comprimento da haste. Para isso, serão avaliadas crianças de 4, 6, 8 e 10 anos e adultos.

Para realizar esta pesquisa nós precisamos que você nos dê seu consentimento, concordando em participar do estudo. A pesquisa será realizada no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano da Universidade Federal de Minas Gerais. Você irá comparecer apenas um dia no laboratório para a coleta dos dados e esta deve durar aproximadamente 30 minutos. Durante a sua participação, você ficará assentado em uma cadeira ao lado de um biombo com uma cortina para te impedir de ver as hastes. Do outro lado da cortina, uma pessoa irá te entregar diferentes hastes. Você terá que julgar a posição na qual você acha que está a ponta final da haste, movendo um marcador que estará do seu outro lado. Serão dadas 18 hastes para você julgar o comprimento. Se precisar, você poderá descansar durante a pesquisa.

Os riscos e os desconfortos referentes à sua participação no estudo são mínimos. Caso você sinta algum cansaço muscular devido aos movimentos do braço, você terá mais tempo de descanso, ou poderemos aplicar algum recurso terapêutico (calor ou gelo) para alívio deste desconforto e para promover o relaxamento muscular. As informações obtidas nesse estudo poderão ajudar a entender como a exploração (manipulação) de objetos influencia a capacidade de perceber as propriedades dos objetos. Isso é importante para futuros estudos destinados a avaliar a percepção háptica.

Os gastos com transporte para o comparecimento ao laboratório serão de sua responsabilidade. Após o término da avaliação, você será informado de todos os seus resultados nos testes e poderá discutir com os pesquisadores.

A sua participação neste estudo é inteiramente voluntária, e você é livre para concordar ou não com a participação. Caso desejado, você poderá abandonar o estudo a qualquer momento. Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo. Você poderá obter qualquer informação sobre este estudo com os investigadores deste projeto ou no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG. O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG deverá ser consultado apenas em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa. Os telefones encontram-se listados abaixo. Estaremos a sua disposição para responder perguntas ou prestar esclarecimentos sobre o andamento do trabalho.

Obrigada pela colaboração,

Caso você concorde em participar do estudo, por favor, assine no espaço indicado abaixo.

### **CONSENTIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que li e entendi as informações contidas acima e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Concordo com a minha participação neste estudo e recebi uma cópia deste formulário de consentimento.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai ou responsável

\_\_\_\_\_  
Roberta Bernardi Rocha

\_\_\_\_\_  
Data

#### **Telefones para Contato:**

- Roberta Bernardi Rocha, Fisioterapeuta. Telefone: 3227-4708/ 8877-4708
- Profª Drª Juliana de Melo Ocarino, Departamento de Fisioterapia. Telefone: 3413-8816/ 9741-8509
- COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar – Sala 2005 – Cep 31270-901 Belo Horizonte – MG Telefone: (31) 3409-4592 Email:coep@prpq.ufmg.br

## ANEXO A – Aprovação do comitê de ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 10920812.1.0000.5149

Interessado(a): **Profa. Juliana de Melo Ocarino**  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 28 de janeiro de 2013, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação do padrão exploratório em atividades perceptuais hápticas**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
Prof. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG