

—  
ESCOLA  
SUPERIOR  
DE SAÚDE  
POLITÉCNICO  
DO PORTO

P.PORTO

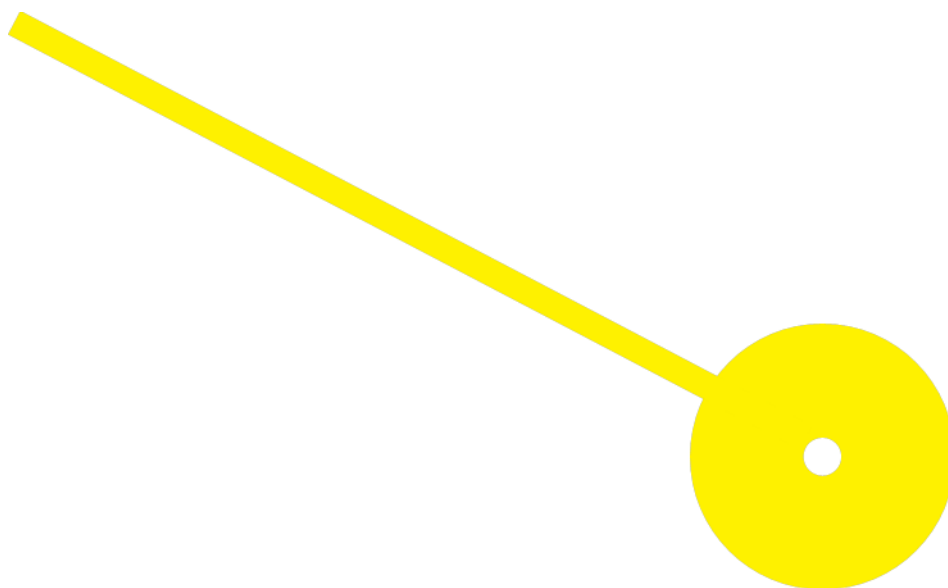
M

—  
Mestrado em Fisioterapia  
Opção de Neurologia

# Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance

Ana Alexandra Moura Correia

Novembro de 2017



Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance

**Escola Superior de Saúde  
Instituto Politécnico do Porto**

**Ana Alexandra Moura Correia**

**Atividade física materna durante a gravidez e o  
controlo postural da criança associado ao gesto de  
alcance**

Dissertação submetida à Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Neurologia, realizada sob a orientação científica da Doutora Cláudia Silva, professora da Área Técnico-Científica de Fisioterapia e coorientação do Doutor António Montes e Doutora Paula Clara Santos, Professores da Área Técnico-Científica de Fisioterapia.

**Novembro de 2017**

## **Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance**

Ana Alexandra Moura Correia <sup>1</sup>, Cláudia Silva <sup>2</sup>, António Montes <sup>2</sup>, Paula Clara Santos <sup>2</sup>

<sup>1</sup>ESS – Escola Superior de Saúde

<sup>2</sup>ATCFT/CEMAH – Área Técnico-Científica da Fisioterapia/Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana

### **Resumo**

**Introdução:** Verificam-se associações positivas relacionadas com a prática de atividade física (AF) materna durante a gravidez nos *outcomes* do recém-nascido, todavia, as repercussões desta prática nos *outcomes* a médio e longo prazo na criança, não são claras. Sendo o *input* sensorial importante para o desenvolvimento fetal poderá questionar-se a influência dos diferentes estímulos provenientes da prática de AF no controlo postural (CP) da criança. **Objetivo(s):** Avaliar a influência que o cumprimento das recomendações para a prática de AF durante a gravidez tem no CP da criança com desenvolvimento motor típico, dos 3 aos 5 anos, especificamente, na sequência e *timing* de variação da atividade dos músculos Reto Abdominal (RA), Eretor da Espinha (ES), Reto Femoral (RF), Bicípite Femoral (BF), Tibial Anterior (TA) e Solear (SO), bilateralmente, durante a realização do gesto de alcance em pé, de um alvo colocado a 90% e a 120% do comprimento do membro superior (CMS) dominante. **Métodos:** Estudo observacional analítico longitudinal, constituído por uma amostra de 8 crianças, entre os 3-5 anos, subdivididas em dois grupos: grupo 1, cujas mães cumpriram as recomendações para a prática da AF segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM) pelo menos num trimestre; grupo 2, cujas mães não cumpriram as recomendações. Recorreu-se à eletromiografia de superfície para registo da atividade muscular. Utilizou-se a estatística descritiva para caracterizar a amostra e análise dos resultados. **Resultados:** Verificou-se a ocorrência de ajustes posturais, maioritariamente, no período dos ajustes posturais precoces (EPAs) em ambos os grupos. Nas crianças do grupo 1, cujas mães cumpriram as recomendações da prática de AF segundo o ACSM, observou-se uma tendência para apresentarem uma sequência de recrutamento muscular de distal para proximal e uma variação da atividade mais precoce nos músculos ipsilaterais ao movimento. Os *timings* de variação muscular foram mais próximos do início do movimento no grupo 1, a uma distância de 90% do CMS e no grupo 2, a uma distância de 120%, crianças cujas mães não cumpriram as recomendações. **Conclusão:** A grande variabilidade apresentada, bem como a imaturidade do sistema nervoso central não permitiu afirmar que o cumprimento das recomendações para a prática da AF durante a gravidez tem influência no CP da criança.

**Palavras-chave:** Atividade Física Durante a Gravidez; Controlo Postural; Ajustes Posturais Antecipatórios; Desenvolvimento Típico da Criança; Gesto de Alcance

**Abstract**

**Background:** There're positive associations related to the practice of maternal physical activity during pregnancy in the newborn outcomes, however, the repercussions of this practice on the medium and long term outcomes in the child aren't clear. Sensory input important for fetal development may question the influence of different stimuli from the practice of physical activity in the postural control of the child.

**Aim(s):** Evaluate the influence of recommended physical activity during pregnancy in postural control development on children with typical motor development between 3 to 5 years old. It was studied the muscle recruitment sequence and variation timing from bilateral muscles: Rectus Abdominus (RA), Erector Spinae (ES), Rectus Femoris (RF), Biceps Femoris (Bf), Tibialis Anterior (TA), and Soleus (SOL) during standing reaching, with the dominant upper limb, of a target at 90% and 120% of the upper limbs functional distance.

**Methods:** Observational longitudinal analytical study with a sample of children between 3 to 5 years old divided in two subgroups: Group 1, children with mothers that followed the American College of Sports Medicine (ACSM) recommendations for physical activity during pregnancy in at least one quarter; Group 2, children with mothers who doesn't followed the recommendations. For muscular activity registrations was used superficial eletromiography. For sample characterizations and statistical analysis was done by descriptive statistics. **Results:** Postural adjustments were observed, mainly in the period of early postural adjustments (EPAs) in both groups. In the children in group 1, whose mother's mothers have complied with the recommendations for the practice of physical activity by ACSM, there was a tendency to present a muscle recruitment sequence from distal to proximal and a variation of the earlier activity in the ipsilateral muscles to the movement. The muscular variations timings appeared closer to the begin of upper limb movement in group 1, at a distance of 90% of CMS and in goup 2, at a distance of 120% of CMS, children with mother's who doesn't followed the recommendations. **Conclusion:** There was high variability of results that in association to the children central nervous system imaturity, in this ages, doesn't allow to confirm if the compliance with the recommendations of physical activity during pregnancy has influence on the children motor development.

**Key words:** Physical Activity during Pregnancy; Postural Control; Antecipatory Postural Adjustments; Typical Motor Development; Reaching

## 1 Introdução

O período pré-natal é atualmente reconhecido como uma “porta de entrada” fisiológica em que as adaptações maternas e fetais podem ter grandes consequências a longo prazo na saúde e no bem-estar do recém-nascido. Os efeitos da prática de atividade física (AF) durante a gravidez têm sido extensivamente estudados (Hopkins & Cutfield, 2011; Moyer, Reoyo & May, 2016; Pivarnik (Chair) *et al.*, 2006; Schlusssel, Souza, Reichenheim & Kac, 2008) e tem-se verificado que esta prática representa um benefício tanto para a mãe como para o feto (Hopkins & Cutfield, 2011; Pivarnik (Chair) *et al.*, 2006).

De facto, mulheres ativas durante a gestação apresentam um baixo risco de desenvolver pré-eclampsia, hipertensão, diabetes gestacional, excesso de peso, aborto espontâneo, anomalias congénitas e prematuridade, apresentando uma maior probabilidade de terem um bebé com um desenvolvimento e crescimento dentro dos parâmetros normais (Moyer *et al.*, 2016). Entre as vantagens, de referir ainda os aspetos emocionais tais como, a autoconfiança e satisfação com a aparência e autoestima, reduzindo o risco de depressão pós-parto (Schlusssel *et al.*, 2008). Perante isto, as diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM) com a aprovação da *American Congress of Obstreticians and Gynecologists* (ACOG) recomendam 30 minutos ou mais de AF de intensidade moderada, 5 dias por semana ou, como alternativa, 3 dias de atividade vigorosa durante 20 minutos (American College of Sports, Whaley, Brubaker, Otto & Armstrong, 2006).

Existem também diversos estudos relativos aos efeitos da prática de AF da mulher grávida nos parâmetros fetais/recém-nascido, no entanto, os resultados não são totalmente concordantes. Alguns estudos que seguiram a prática de AF recomendada sugerem que, o peso corporal aumenta (Clapp III *et al.*, 2002; Hatch *et al.*, 1993), outros que diminuí (Bell, Palma & Lumley, 1995; Clapp III & Capeless, 1990), ainda outros que sugerem que a prática de AF promove um peso corporal equilibrado (Perales, Santos-Lozano, Ruiz, Lucia & Barakat, 2016).

No que diz respeito aos efeitos que a prática de AF durante a gravidez tem na criança a médio e longo prazo, importa referir que, de acordo com diferentes autores, esta está associada à diminuição da frequência cardíaca e aumento da variabilidade da mesma e que persiste após o nascimento (DiPietro, Bornstein, Hahn, Costigan & Achy-Brou, 2007; May, Glaros, Yeh, Clapp III & Gustafson, 2010); está ainda associada a um adequado

desenvolvimento psicomotor e de linguagem nos *outcomes* dos 8 a 12 meses (Fox, & Porges, 2016), dos 2 e 3 anos (DiPietro *et al.*, 2007) e ao aumento da atenção e diminuição do tempo de reação na realização de tarefas (Porges, 1972). Mais ainda, Pivarnik (Chair) *et al.* (2006) observaram que, aos 5 anos, as crianças apresentam o desenvolvimento neuromotor avançado e entre os 8 e os 12 anos, a *performance* académica é melhor e a desportiva indica igual ou superior capacidade de coordenação olho-mão, estabilidade, força, velocidade e resistência; e dos 17 aos 20 anos sugerem um desempenho superior nas áreas académicas e desportivas.

Também estudos realizados em animais (ratos) demonstraram uma influência benéfica da AF durante a gravidez na descendência, nomeadamente no seu desenvolvimento cerebral, caracterizado por um aumento da neurogénese do hipocampo (Lee *et al.*, 2006; Parnpiansil, Jutapakdeegul, Chentanez & Kotchabhakdi, 2003). De facto, parece comprovar-se que, a neurogénese do giro dentado (GD) no hipocampo está significativamente aumentada após AF durante a gravidez, no sentido em que aumenta tanto a potenciação a curto como a longo prazo de análogos sinápticos de aprendizagem. A longo prazo, a “arquitetura” do GD é alterada incluindo, aumento do comprimento dendrítico e sua complexidade, densidade da medula espinal e proliferação neuronal (Cotman, Berchtold & Christie, 2007). Essa prática influencia ainda, o aumento da expressão de *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF)- da família dos neurotróficos no hipocampo. Este para além de induzir a neurogénese hipocampal, aumenta a transmissão sinática e está envolvido na modulação de neurotransmissores, sobrevivência neural e na plasticidade do sistema nervoso central (SNC).

Levanta-se assim, a hipótese da influência por via de alterações epigenéticas, que ocorrem em períodos suscetíveis de programação fetal e têm na sua base fatores ambientais, neuro-químicos e metabólicos (Bernardi *et al.*, 2012). Estas alterações devem-se a modificações de cromatina que alteram a expressão genética sem afetar a sequência do ácido desoxirribonucleico (ADN) (Fagiolini, Jensen & Champagne, 2009), fundamentais em muitos processos celulares e são absolutamente críticos para o desenvolvimento e diferenciação celular (Robins, Marsit, Padbury & Sharma, 2011). O impacto destas alterações destaca-se ao nível da estabilidade e plasticidade do desenvolvimento dos circuitos neuronais e o feto torna-se suscetível tendo em conta que os períodos pré e pós natal são caracterizados pelas rápidas mudanças na organização neuronal, o que provém

uma porta de entrada durante experiências ambientais com impacto a longo prazo (Fagiolini *et al.*, 2009). Do ponto de vista da teoria de seleção dos grupos neuronais (TSGN), analisando a origem do desenvolvimento motor, esta sugere que a estrutura básica das células e da conexão total dos reportórios primários são determinados por uma extensa informação genética e a base genética dos reportórios primários são variáveis devido á epigenética. Portanto, embora a informação genética desempenhe um papel fundamental na determinação primária do desenvolvimento motor (Hadders-Algra, 2002), alterações do ambiente intrauterino também podem resultar em alterações epigenéticas que determinam os processos de programação fetal, influenciando os *outcomes* do neurodesenvolvimento infantil (Marsit *et al.*, 2013).

Tem sido documentado, que a experiência da mãe a diferentes estímulos associados ao exercício físico tais como, o *stress* intermitente, a vibração, o som, o movimento, o aumento do ritmo cardíaco, etc. (Clapp III, Lopez & Harcar-Sevcik, 1999; Clapp III, Simonian, Lopez, Appleby-Wineberg & Harcar-Sevcik, 1998), podem influenciar o desenvolvimento do feto, pois os estímulos vibratórios e sonoros podem ser facilmente detetados pelo feto *in útero* (Bauer, Schwab, Abrams, Stein & Gerhardt, 1997; Clapp III *et al.*, 1999) e tem sido sugerido que os mecanorreceptores representam um papel importante na resposta à estimulação vibroacústica (Abrams, Peters & Gerhardt, 1997; Gagnon, Foreman, Hunse & Patrick, 1989). Tendo em conta que, o processo de mielinização do sistema somatossensorial inicia-se por volta da décima sexta semana de gestação (Hensch, 2004; VandenBerg, 2007) e que por volta da vigésima quarta semana a forma básica das vias sensoriais atingem o seu desenvolvimento normal, investigadores consideram que estes estímulos podem influenciar o feto através das vias sensoriais e estas, conseqüentemente correlacionam essa informação com a informação para o movimento (Abrams *et al.*, 1997; Gagnon *et al.*, 1989; Gagnon, Patrick, Foreman, & West, 1986; Hensch, 2004; VandenBerg, 2007).

Os “períodos críticos”, tais como a “competição” entre os *inputs* sensoriais, a capacidade da atividade elétrica entre neurónios e a consolidação estrutural das vias selecionadas poderão estar relacionados com o controlo postural pela estimulação das vias sensoriais e ocorrem ao longo do desenvolvimento do feto. Estes, são capazes de modificações estruturais no sistema somatossensorial sendo que a influência ambiental,

posteriormente, mantém esse crescimento contínuo ao longo da vida (Hensch, 2004; VandenBerg, 2007).

Em suma, o desenvolvimento apropriado de “períodos críticos” no sistema somatossensorial é pré-requisito para o controle postural (CP) ao longo da vida (Hensch, 2004) e sabe-se que esse sistema, em conjunto com o visual e vestibular contribuem para a organização dos sistemas do CP (Soares, 2009), nomeadamente na realização de ajustes posturais e na forma como o SNC usa e integra a informação sensorial e conseqüentemente se relaciona com a eficiência do CP (Godoi & Barela, 2008).

Assim, apesar de já existirem associações positivas entre a prática de AF durante a gravidez e os *outcomes* de neurodesenvolvimento infantil (Clapp III *et al.*, 1999; Moyer *et al.*, 2016; Pivarnik (Chair) *et al.*, 2006), os trabalhos realizados nesta área são manifestamente escassos, apresentando também informação pouco sólida entre eles (Gallup, 1999 citado em Batista, Chiara, Gulgelmin & Martin, 2003). Perante isto, a avaliação “quantitativa” do CP da criança, face à prática de AF durante a gravidez, torna-se pertinente uma vez que o fenótipo materno em que o feto se desenvolve é de extrema importância para determinar o estado de saúde futuro da criança (Bernardi *et al.*, 2012), nomeadamente, a aquisição e refinamento de capacidades motoras (Godoi & Barela, 2008).

Face ao exposto, o objetivo geral deste estudo foi analisar a influência do cumprimento das recomendações da AF durante a gravidez no CP das crianças entre os 3 e os 5 anos, com o desenvolvimento neuromotor típico. Especificamente, pretendeu-se analisar o, comportamento dos ajustes posturais antecipatórios dos músculos Reto Abdominal, Ereter da Espinha, Reto Femoral, Bicípete Femoral, Tibial Anterior e Solear, bilateralmente, durante o gesto funcional de alcance, na posição de pé, de um alvo colocado a 90% e 120% do comprimento do membro superior (CMS), avaliando as diferenças nos *timings* de variação da atividade das crianças, filhas de gestantes ativas e não ativas. Constituíram objetivos específicos avaliar o *timing* de modificação da atividade muscular antecipatória entre 1) a musculatura ipsilateral e contralateral ao membro superior dominante e 2) alvo próximo e alvo distante.

## 2 Métodos

### 2.1 Desenho de Estudo

Estudo do tipo observacional analítico longitudinal (coorte).

### 2.2 Amostra

Neste estudo, participaram 8 crianças, de ambos os sexos, entre os 3 e os 5 anos de idade, com desenvolvimento sensório-motor típico, sendo estas voluntárias e as suas mães participantes da amostra do estudo *“Padrões de atividade física ao longo da gravidez sua influência na lombalgia e nos outcomes do recém-nascido”*.

A amostra foi subdividida em dois grupos: grupo 1 constituído por 4 crianças cujas mães cumpriram as recomendações do ACSM para a prática de AF durante a gravidez em pelo menos um trimestre (primeiro ou segundo trimestre); grupo 2 constituído por 4 crianças cujas mães não cumpriram as recomendações em nenhum dos trimestres.

Como critérios de exclusão definiram-se as disfunções neurológicas, músculo-esqueléticas (Krishnan, Latash & Aruin, 2012; Saito, Yamanaka, Kasahara & Fukushima, 2014), sensoriais (Coppede, Campos, Santos & Rocha, 2012), visão não corrigida (Chen, Yeah, & Howe, 2015; Girolami, Shiratori & Aruin, 2010), presença de dor ou intervenção cirúrgica nos últimos 6 meses prévios à realização do estudo (Anexo 1). Nenhum dos participantes praticava qualquer tipo de atividade física estruturada e/ou desportiva que pudesse condicionar os resultados.

Das 137 gestantes que participaram no estudo anteriormente referido, selecionaram-se aquelas que possuíam dados referentes à acelerometria (n=82), possibilitando assim o registo objetivo do comportamento relacionado com a prática de AF. Destas, excluíram-se mulheres devido a parto pré-termo (n=2), gravidez gemelar (n=1) e por motivo de doença dos filhos (n=2). Após estabelecido contacto telefónico, de modo a convidar as mães e as crianças a participarem no presente estudo, excluíram-se 58 progenitoras/crianças devido a recusa ou impossibilidade de contacto (realizou-se três tentativas de contacto em dias e horários diferentes). Das restantes, 2 não compareceram às recolhas, 2 crianças não terminaram as mesmas, 5 foram excluídas por inutilização dos dados recolhidos.

Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance

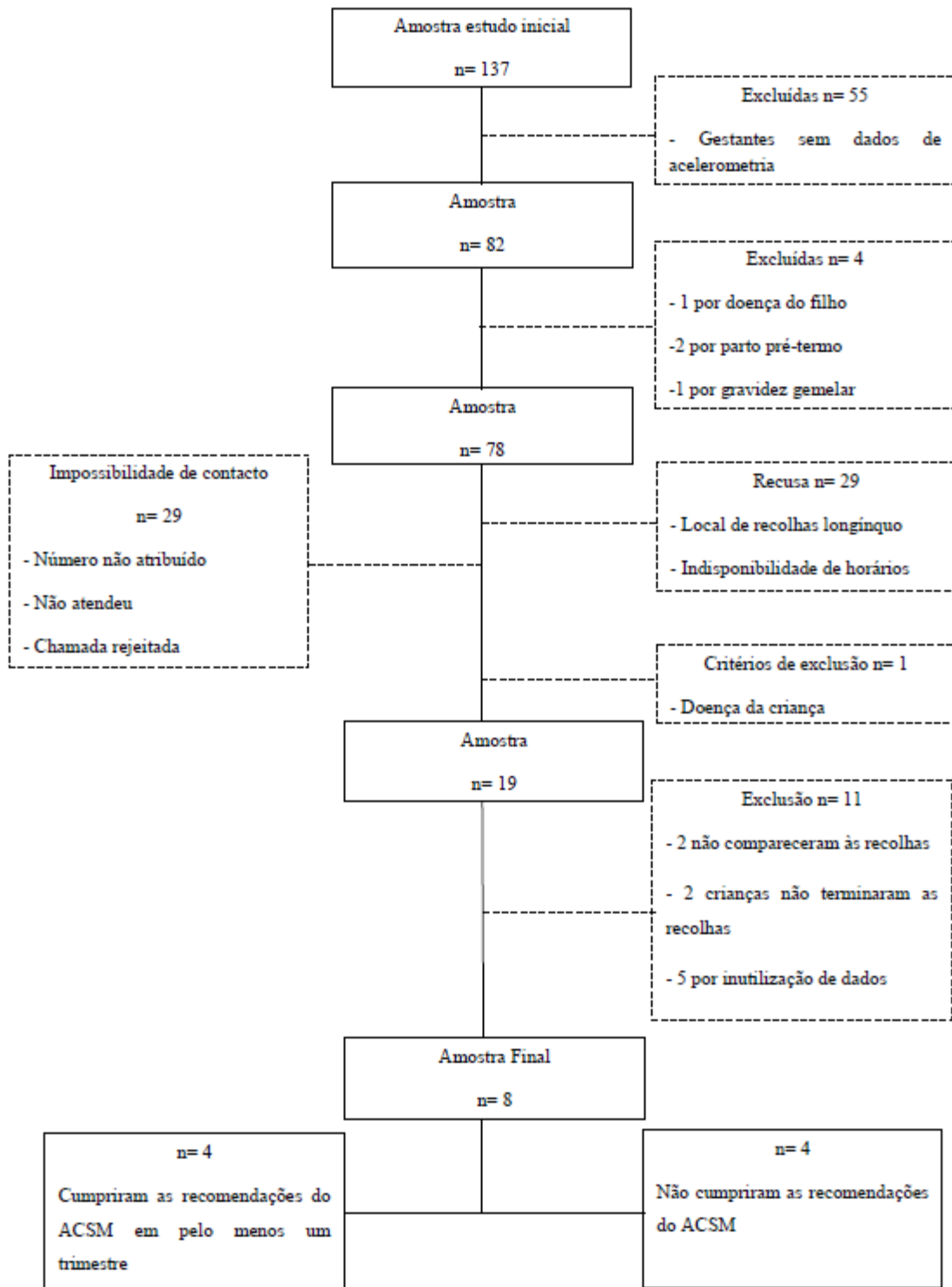


Figura 1- Diagrama de constituição da amostra

## 2.3 Instrumentos e Materiais

Para o registo da atividade dos músculos dos membros inferiores e tronco, durante o gesto de alcance funcional, recorreu-se à eletromiografia de superfície (EMGs) (Santos, Kanekar & Aruin, 2010), utilizando o equipamento bioPLUX® (Plux, Portugal), constituído por 8 canais analógicos de 12 bit, com uma frequência de amostragem de 1000 Hz, com ligação via *Bluetooth* a um computador portátil, e ao *software* de apoio MonitorPLUX versão 2.0 para exibir e adquirir o sinal eletromiográfico (PLUX® *wireless biosignals* S.A., Arruda Dos Vinhos, Portugal). Foram utilizados elétrodos pediátricos autocolantes, de gel de cloreto de prata (Ag/AgCl), descartáveis, de duplo encaixe (Noraxon Corporate®, Scottsdale AZ, Estados Unidos da América). Os elétrodos foram conectados a sensores bipolares *emgPLUX* com um ganho de 1000, filtro analógico de 25 a 500 Hz e um rácio de modo comum de rejeição de 100 dB. A impedância da pele foi medida previamente à colocação dos elétrodos com o sistema Noraxon® (Noraxon Corporate Scottsdale AZ, Estados Unidos da América), com o objetivo de minimizar ruídos na recolha dos dados (Krishnan *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2010).

Para determinar o início do movimento do membro superior foi acoplado o acelerómetro triaxial (PLUX®, *wireless biosignals* SA, Arruda dos Vinhos, Portugal) ao eletromiógrafo portátil, com uma frequência de amostragem de 1000Hz, uma amplitude final de  $\pm 3.6G$  e uma *Bandwidth* de 0-50Hz.

Para o tratamento de dados, foi utilizado o *software* de análise AcqKnowledge®, versão 3.9 (Biopac, USA). Todas as recolhas foram alvo de registo vídeo, através de uma câmara Sony DCR-SR36E.

Para determinar o peso e a altura de cada participante, utilizou-se uma balança simples (Seca®) e um estadiómetro (Seca®), respetivamente. Foi ainda utilizada uma fita métrica simples com a finalidade de medir o CMS e a altura desde o centro do esterno até ao chão. O objeto alvo do alcance utilizado em todas as recolhas foi um copo. Foi utilizado giz, para o contorno dos pés na base de suporte.

## 2.4 Procedimentos

### 2.4.1 Estudo Piloto

Com o objetivo de detetar eventuais lacunas nos procedimentos e aferir a necessidade de realizar ajustes nos mesmos, realizou-se um estudo piloto em 4 crianças com

características semelhantes às que integravam a amostra. A avaliação realizou-se no Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana (CEMAH) da Escola Superior de Saúde (ESS) – Instituto Politécnico do Porto, assegurando-se as mesmas condições para cada uma das recolhas.

#### *2.4.2 Preparação*

Previamente ao início de cada recolha, procedeu-se à determinação dos dados antropométricos da criança, nomeadamente o peso e a altura.

Foi assegurado um valor de impedância pele/eléctrodo inferior a 5 K $\Omega$  através da limpeza da pele com algodão e álcool etílico (Kaminski & Slimpkins, 2001).

Os eléctrodos foram colocados bilateralmente, o mais próximo possível do centro do ventre muscular (Shiratori, & Latash, 2001), com uma orientação longitudinal às fibras musculares (Stapley, Pozzo & Grishin, 1998) e com uma distância inter-eléctrodos de 2cm (Kanekar & Aruin, 2014).

A colocação dos eléctrodos foi feita de forma bilateral, nos músculos Reto Abdominal (RA), Ereter da Espinha (ES), Tibial Anterior (TA), Solear (SOL), Reto Femoral (RF) e Bicipíte Femoral (BF). Os pontos de referência para a colocação dos eléctrodos seguiram as recomendações propostas por Hermes & Freriks (2014), nomeadamente para o RA- 2 cm lateralmente à linha alba; ES- dois dedos lateralmente à apófise espinhosa de L1 (Hermes & Freriks, 2014; Kane & Barden, 2012); TA- terço proximal da linha que une a cabeça do perónio ao maléolo medial; SOL- dois terços proximais da linha que une o côndilo medial do fémur ao maléolo medial; RF- metade do comprimento que vai desde a espinha ilíaca ântero-superior à porção superior da rótula; BF- meia distância entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tibia (Hermes & Freriks, 2014; Kane & Barden, 2012). O local de colocação foi confirmado através da palpação.

O acelerómetro triaxial (Plux, Portugal) colocou-se no dorso do terceiro metacarpo da mão a executar o gesto de alcance (Kanekar & Aruin, 2014; Shiratori & Latash, 2001) e os eléctrodos terra foram colocados ao nível das rótulas (Kaminski & Slimpkins, 2001). Todos os eléctrodos foram primeiramente testados para controlar o sinal cruzado entre os

diferentes grupos musculares, o ruído elétrico e as possíveis interferências do sinal da EMGs (Hermens, 1999).

De forma a garantir o mesmo posicionamento dos pés da criança em todos os ensaios da recolha, estes, foram contornados com giz (Chen *et al.*, 2015; Leonard, Brown & Stapley, 2009).

### 2.4.3 Tarefa/Recolha

A tarefa proposta foi, a realização do gesto do alcance funcional, na posição de pé, sendo que, cada uma das crianças foi colocada com os pés à largura dos ombros, com os membros superiores ao longo do corpo (Chen *et al.*, 2015; Stapley *et al.*, 1998) e foi solicitado que permanecessem imóveis na posição inicial referida (antes do gesto de alcance) durante 10 segundos, com o objetivo de estabilizar o sinal eletromiográfico (Girolami *et al.*, 2010). A posição dos pés foi marcada para cada criança e foi solicitado que mantivessem essas posições durante os ensaios (Leonard *et al.*, 2009). O objeto alvo, um copo, foi colocado sobre um tripé ajustável e alinhado à altura do ponto médio do esterno de cada criança (Zaino, McCoy, 2008). Previamente ao primeiro ensaio, a dominância do membro, foi definida, como a mão que a criança preferiu para alcançar um brinquedo, sendo isto mesmo questionado aos pais (van der Heide *et al.*, 2004; Stapley *et al.*, 1998). Solicitou-se, após comando verbal, que a criança alcançasse o objeto, mantendo-o sobre a base de apoio e que posteriormente retomasse a posição inicial sem o mesmo (Kaminski, & Slimpkins, 2001; Stapley *et al.*, 1998). O objeto foi colocado a uma distância de 90% e 120% do comprimento funcional do membro superior (distância desde o acrómio até ao dedo médio, com cotovelo e punho em extensão e ombro a 90° de flexão) (Chen *et al.*, 2015; Zaino & McCoy, 2008). O procedimento foi realizado com o membro superior dominante, sendo solicitadas repetições de forma a obter três ensaios válidos. A ordem de execução relativamente à distância ao alvo foi definida de forma aleatória, entre as diferentes crianças da amostra. Não foi fornecida qualquer orientação à criança acerca da velocidade de realização da tarefa, tendo-se considerado válidos os ensaios em que o gesto de alcance foi realizado de forma fluída e sem hesitações (van der Heide *et al.*, 2005; van der Heide, Otten, Eykern, & Hadders-Algra, 2003; Stapley *et al.*, 1998). Após a recolha dos dados, retiraram-se os elétrodos, verificando-se e garantindo a integridade da pele com a aplicação de um creme hidratante nas zonas de contacto com os elétrodos. Cada

investigador executou sempre o mesmo papel durante a recolha dos dados, de forma a minimizar o erro inter-observador.

#### **2.4.4 Tratamento de Dados**

Para análise dos dados foi utilizado o *software Acqknowledge (Biopac Systems, Inc®, Goleta CA, United States of America)*, versão 3.9. O T0 correspondeu ao *frame* no qual o valor do sinal do acelerómetro foi superior à média mais 3 desvios-padrão da linha de base por um período mínimo de 50 milissegundos (ms). A linha de base do sinal do acelerómetro foi definida como o período de 50 ms, 1000 ms antes de uma derivação detetada visualmente no sinal do acelerómetro. Por sua vez, o T1 correspondeu ao *frame* no qual o valor de *root-mean-square (RMS)* do sinal da EMGs foi superior ou inferior à média mais 3 desvios-padrão do RMS da linha de base, por um período mínimo de 30 ms consecutivos. A linha de base foi definida como um período temporal de 50 ms, 1000 ms antes de T0 (Girolami *et al.*, 2010; Krishnan *et al.*, 2012). Definiram-se três momentos de análise: o período estabelecido para os ajustes posturais antecipatórios precoces (EPAs) compreendido entre os -450 ms até aos -200 ms antes de T0; o período dos ajustes posturais antecipatórios 1 (APA<sub>1</sub>) com início aos -200 ms até aos -50 ms e desde este momento até aos 100 ms após T0 o período dos ajustes posturais antecipatórios 2 (APA<sub>2</sub>) (Krishnan *et al.*, 2012). Para a análise, foi utilizada a média dos três ensaios válidos realizados por cada indivíduo.

## **2.5 Ética**

De acordo com o protocolo da Declaração de Helsínquia (1964), foi obtido o consentimento informado dos pais (Anexo 2). A cada criança foi pedido um consentimento verbal para participar no estudo. Solicitou-se, ainda, autorização ao responsável pelo CEMAH da ESS, sendo dado a conhecer ao Coordenador da Área Técnico-Científica de Fisioterapia. O estudo teve a aprovação da Comissão de Ética da ESS, processo n° 1167/2014 (Anexo 3).

## **2.6 Estatística**

Recorreu-se à estatística descritiva, nomeadamente medidas de tendência central como média e medidas de dispersão como desvio padrão, para a caracterização da amostra e descrição dos *timings* de variação da atividade muscular.

### 3 Resultados

A amostra final do estudo foi constituída por oito crianças subdivididas em dois grupos, com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos (média de idades: 4,00 ( $\pm 0,53$ ) e uma média de altura e peso de 117,31 ( $\pm 1,81$ ) e 23,83 ( $\pm 6,43$ ) respetivamente (Tabela 1).

Todas as crianças apresentaram dominância do membro à direita.

**Tabela 1-** Caracterização da amostra relativamente ao género, dominância do membro, idade, altura e peso

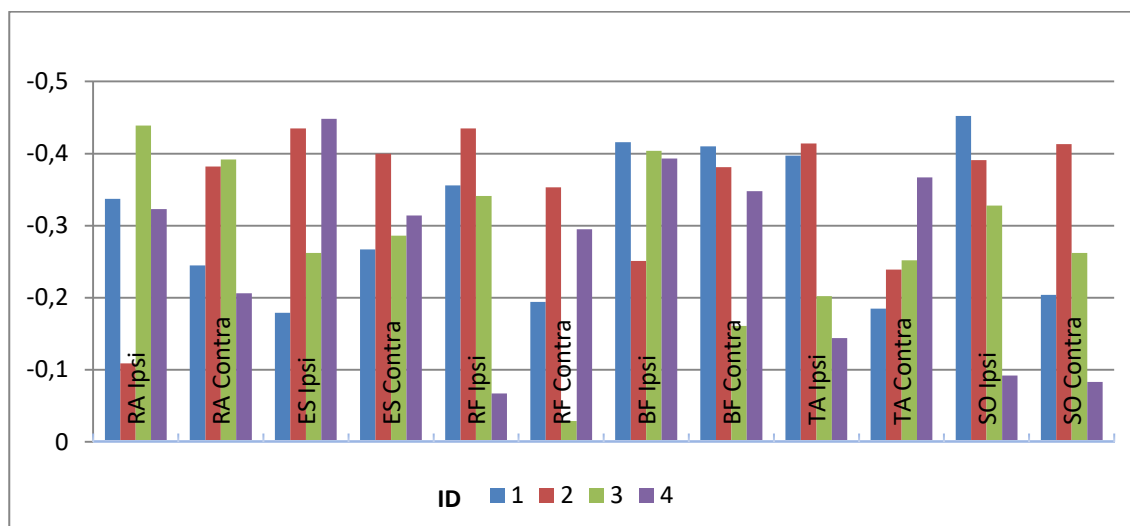
Cumprimento das recomendações da prática de AF segundo ACSM	ID	Género	Membro Dominante	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (Kg)
<b>Grupo 1 (cumpriram)</b>	1	Masculino	Direito	5	121,00	18,88
	2	Feminino	Direito	4	117,00	20,31
	3	Feminino	Direito	4	116,50	20,65
	4	Masculino	Direito	3	116,00	20,00
<b>Grupo 2 (não cumpriram)</b>	5	Feminino	Direito	4	115,00	22,55
	6	Masculino	Direito	4	117,00	23,37
	7	Masculino	Direito	4	118,50	26,22
	8	Masculino	Direito	4	117,50	38,67
<b>Média</b>				4,00	117,31	23,83
<b>Desvio-Padrão</b>				0,53	1,81	6,43

AF=Atividade Física; ACSM= *American College of Sports Medicine*; ID= Identificação da criança

#### *Timings de variação da atividade muscular*

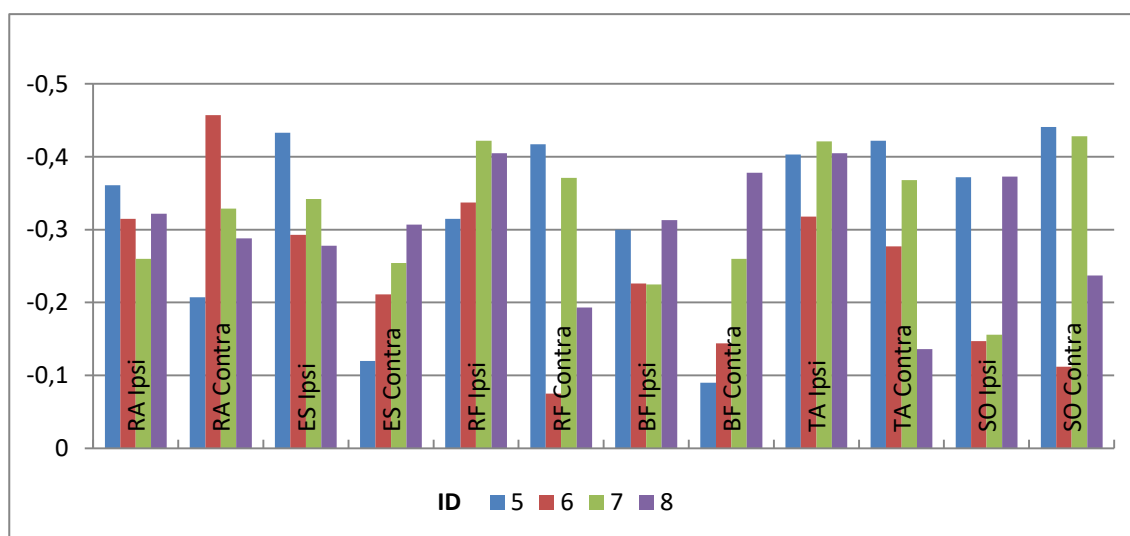
As Figuras 2 e 3 apresentam a comparação dos *timings* de variação da atividade muscular entre a musculatura ipsilateral e contralateral ao movimento no gesto de alcance a 90% do CMS com o membro dominante de cada criança, pertencentes ao grupo de gestantes que cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo1) e ao grupo de gestantes que não cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo 2) respetivamente.

Atividade física materna durante a gravidez e o controle postural da criança associado ao gesto de alcance



RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípite Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ID= Identificação da criança

**Figura 2** – *Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante à distância de 90% do CMS das crianças cujas mães cumpriram as recomendações da AF durante a gravidez (Grupo 1).



RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípite Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ID= Identificação da criança

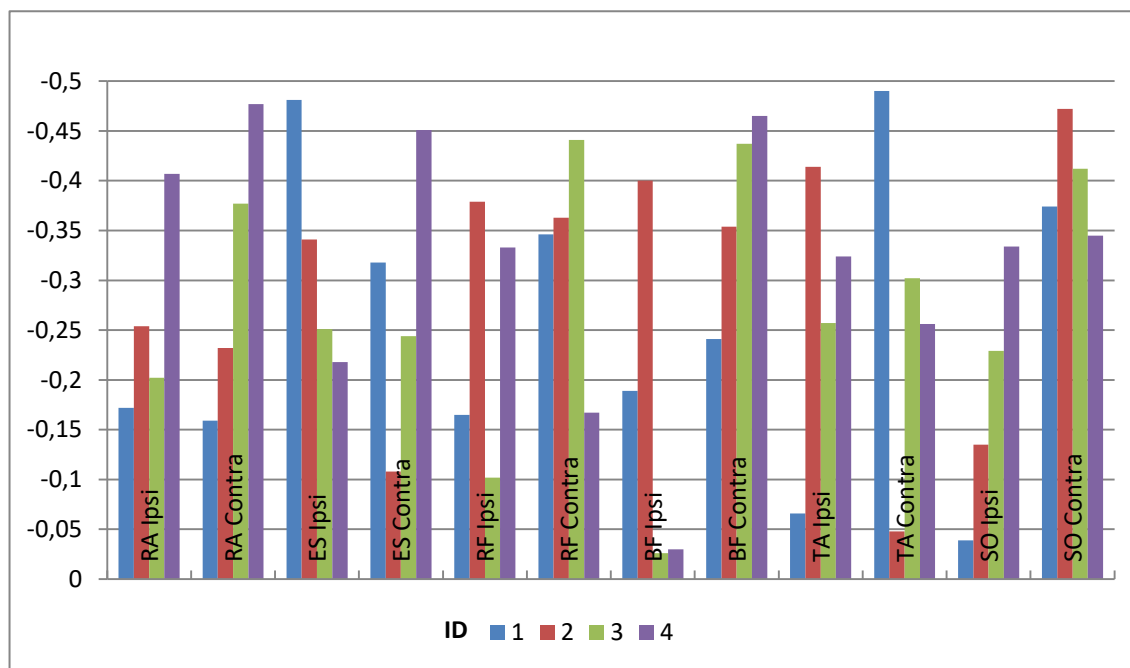
**Figura 3** – *Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante à distância de 90% do CMS das crianças cujas mães não cumpriram as recomendações da AF durante a gravidez (Grupo 2).

Através da análise das figuras 2 e 3, observou-se que, para estas condições, os músculos ipsilaterais ao movimento tenderam a variar primeiro a sua atividade, comparativamente aos músculos contralaterais.

A ocorrência de ajustes posturais observou-se, em ambos os grupos, maioritariamente, no período estabelecido para os EPAs (-450 ms;- 200 ms), no entanto também se verificou a presença de APAs<sub>1</sub> (-200 ms;-50 ms) e em menor quantidade, a presença de APAs<sub>2</sub> (-50 ms;+100 ms) (criança 3 – RF contralateral – (-29 ms) e criança 5- BF contralateral- (-9ms)).

A ocorrência de mecanismos de covariação foi observada na criança 2 no período dos EPAs (variação do *timing* da atividade muscular em simultâneo no ES ipsilateral e no RF ipsilateral); na criança 7, no período dos APAs<sub>2</sub> (variação do *timing* da atividade muscular em simultâneo no RA ipsilateral e BF contralateral) e na criança 8, no período dos EPAs (variação do *timing* da atividade muscular em simultâneo no TA ipsilateral e RF ipsilateral).

A Figura 4 apresenta a comparação dos *timings* de variação da atividade muscular entre a musculatura ipsilateral ao movimento e contralateral ao movimento no gesto de alcance a 120% do CMS com o membro dominante de cada criança, pertencentes ao grupo de gestantes que cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo1).



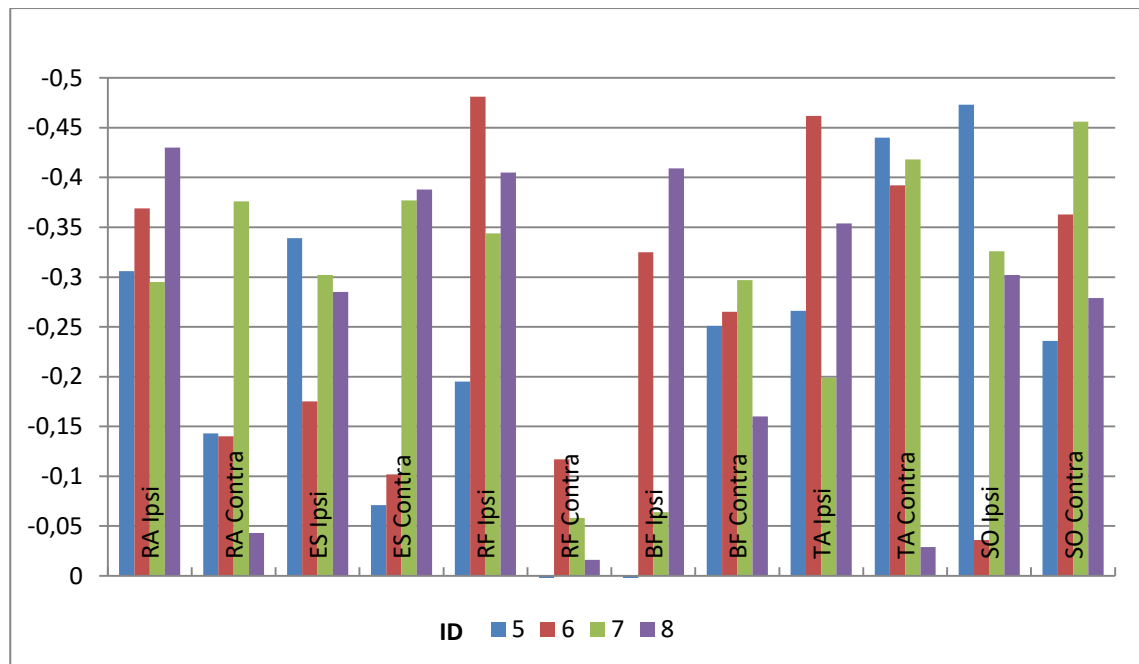
RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípíte Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ID= Identificação da criança

**Figura 4** –*Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante à distância de 120% do CMS das crianças cujas mães cumpriram as recomendações da AF durante a gravidez (Grupo 1).

Através da análise da figura, observou-se que, para esta condição, os músculos contralaterais ao movimento tenderam a variar primeiro a sua atividade, comparativamente aos músculos ipsilaterais, à exceção da criança 2 que, iniciou a variação da atividade da musculatura ipsilateral ao movimento em todos os músculos exceto o SO.

A ocorrência de ajustes posturais observou-se, maioritariamente, no período estabelecido para os EPAs, no entanto também se verificou a presença de APAs<sub>1</sub> e em menor quantidade, a presença de APAs<sub>2</sub> (criança 3- BF ipsilateral- (26ms)).

A Figura 5 apresenta a comparação dos *timings* de variação da atividade muscular entre a musculatura ipsilateral ao movimento e contralateral ao movimento no gesto de alcance a 120% do CMS com o membro dominante de cada criança, pertencentes ao grupo de gestantes que não cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo2).



RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípíte Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ID= Identificação da criança

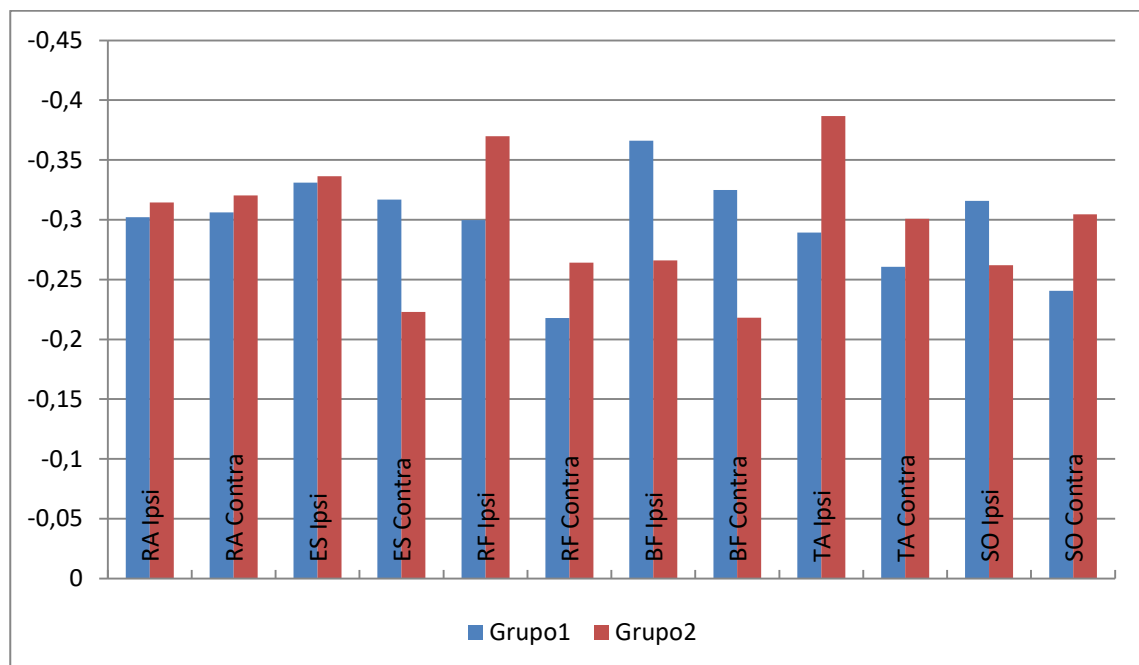
**Figura 5** – *Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante à distância de 120% do CMS das crianças cujas mães não cumpriram as recomendações da prática da AF durante a gravidez (Grupo 2).

Através da análise da figura, observou-se que, para esta condição, os músculos ipsilaterais ao movimento tenderam a variar primeiro a sua atividade, comparativamente aos músculos contralaterais, à exceção da criança 7 que, iniciou a variação da atividade da musculatura contralateral ao movimento em todos os músculos exceto o RF.

A ocorrência de ajustes posturais observou-se, maioritariamente, no período estabelecido para os EPAs, no entanto também se verificou a presença de APAs<sub>1</sub> e em menor quantidade, a presença de APAs<sub>2</sub> (criança 5- ES e RF contralaterais- (71 e 65 ms) e BF ipsilateral- (17 ms)).

Mecanismos de covariação também foram observados, na criança 8, no período dos APAs<sub>2</sub> (variação do *timing* da atividade muscular em simultâneo no RA ipsilateral e RA contralateral).

A Figura 6 apresenta a comparação dos *timings* de variação da atividade muscular entre a musculatura ipsilateral ao movimento e contralateral ao movimento no gesto de alcance a 90% do CMS com o membro dominante de cada criança, pertencentes ao grupo de gestantes que cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo 1) e grupo de gestantes que não cumpriram (Grupo 2).



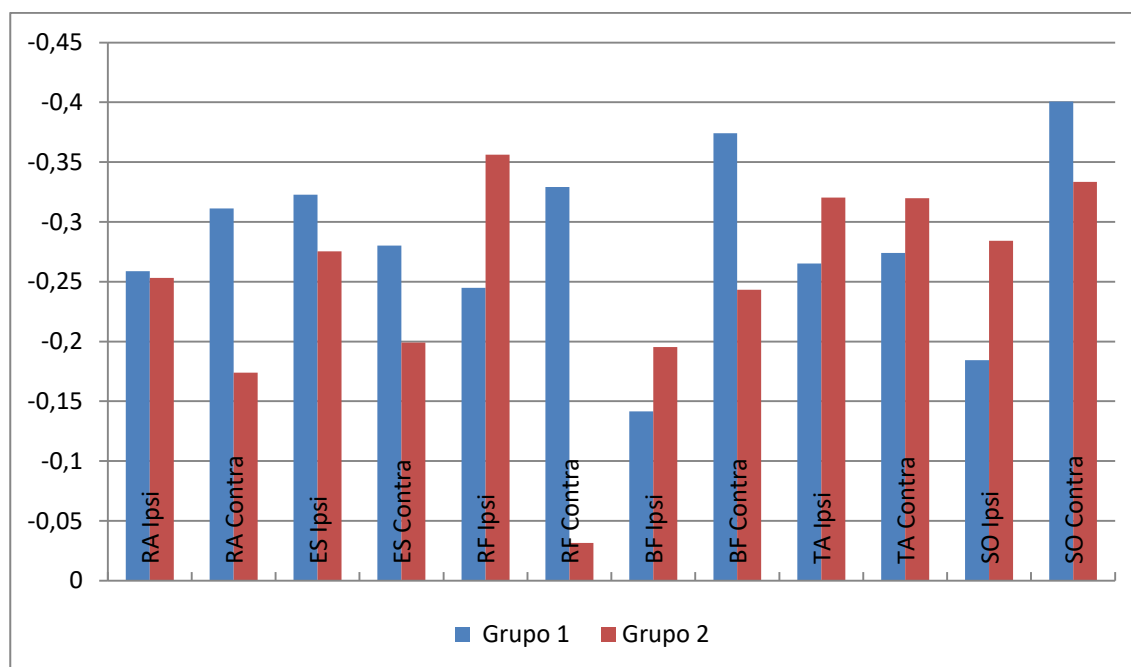
RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípíte Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear

**Figura 6** - *Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante durante o gesto de alcance a uma distância de 90% do CMS, do grupo 1 vs grupo 2.

Através da análise da figura, observou-se que, para esta condição, a ocorrência de ajustes posturais, decorreu no período estabelecido para os EPAs.

Maioritariamente, os *timings* de variação muscular do grupo 1 foram mais próximos de T0, comparativamente ao grupo 2, exceção do ES contralateral ao movimento, BF ipsi e contralateral e SO ipsilateral.

A Figura 7 apresenta a comparação dos *timings* de variação da atividade muscular entre a musculatura ipsilateral ao movimento e contralateral ao movimento no gesto de alcance a 120% do CMS com o membro dominante de cada criança, pertencentes ao grupo de gestantes que cumpriram as recomendações para a prática de AF (Grupo 1) e grupo de gestantes que não cumpriram (Grupo 2).



RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípíte Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear

**Figura 7** - *Timings* de variação da atividade muscular (milissegundos), dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento durante o gesto de alcance realizado com o membro superior dominante durante o gesto de alcance a uma distância de 120% do CMS, do grupo 1 vs grupo 2.

Através da análise da figura, observou-se que, para esta condição, a ocorrência de ajustes posturais, decorreu no período estabelecido para os EPAs, em menor quantidade nos APAs<sub>1</sub>, e o músculo RF contralateral ao movimento (grupo 2) evidenciou a variação da atividade no período dos APAs<sub>2</sub>.

No grupo 2, os *timings* de variação muscular foram mais próximos de T0, comparativamente com o grupo 1, no entanto verificou-se uma grande variabilidade, pois dos doze músculos analisados, apenas em sete músculos ficou mais próximo de T0.

A Tabela 2 permite observar a média e o desvio-padrão dos *timings* de variação da atividade muscular entre as distâncias (90% e 120%) do CMS em ambos os grupos.

**Tabela 2** - Comparação dos *timings* de variação da atividade muscular (milissegundos) dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento, nas distâncias ao alvo próximo (Alvo Prox) vs o alvo distante (Alvo Dist) de ambos os grupos

			Grupo 1		Grupo 2	
			Média	Desv-Pad	Média	Desv-Pad
<b>RA</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,302	0,139	-0,314	0,042
		Alvo Dist	-0,259	0,090	-0,253	0,124
	Contralateral	Alvo Prox	-0,306	0,095	-0,320	0,104
		Alvo Dist	-0,311	0,123	-0,174	0,120
<b>ES</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,331	0,132	-0,336	0,0699
		Alvo Dist	-0,323	0,101	-0,275	0,061
	Contralateral	Alvo Prox	-0,317	0,059	-0,223	0,079
		Alvo Dist	-0,280	0,124	-0,199	0,193
<b>RF</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,299	0,160	-0,369	0,052
		Alvo Dist	-0,245	0,168	-0,356	0,104
	Contralateral	Alvo Prox	-0,218	0,142	-0,264	0,159
		Alvo Dist	-0,329	0,106	-0,031	0,050
<b>BF</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,360	0,772	-0,260	0,047
		Alvo Dist	-0,142	0,170	-0,195	0,176
	Contralateral	Alvo Prox	-0,325	0,112	-0,216	0,128
		Alvo Dist	-0,374	0,087	-0,243	0,050
<b>TA</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,289	0,136	-0,387	0,046
		Alvo Dist	-0,265	0,127	-0,320	0,098
	Contralateral	Alvo Prox	-0,261	0,0765	-0,301	0,125
		Alvo Dist	-0,274	0,157	-0,320	0,168
<b>SO</b>	Ipsilateral	Alvo Prox	-0,316	0,157	-0,262	0,128
		Alvo Dist	-0,184	0,109	-0,284	0,157
	Contralateral	Alvo Prox	-0,240	0,137	-0,304	0,159
		Alvo Dist	-0,401	0,047	-0,333	0,084

RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípíte Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; Desv-Pad=Desvio-padrão; Grupo 1 – crianças cujas mães cumpriram recomendações; Grupo 2 – crianças cujas mães não cumpriram recomendações

Através da análise da tabela, observou-se uma grande variabilidade no que respeita a uma variação mais ou menos precoce da atividade muscular.

No grupo 1, constatou-se que, em todos os músculos do hemicorpo ipsilateral ao movimento, os *timings* de variação muscular, aproximaram-se mais de T0 no alvo distante, relativamente ao alvo próximo.

Relativamente à musculatura do hemicorpo contralateral ao movimento, os *timings* de variação muscular, aproximam-se mais de T0 no alvo próximo à exceção do ES.

No grupo 2, constatou-se que, na musculatura do hemicorpo ipsilateral ao movimento, os *timings* de variação muscular, aproximaram-se mais de T0 no alvo distante à exceção do SO.

Relativamente à musculatura do hemicorpo contralateral ao movimento, os *timings* de variação muscular, aproximam-se mais de T0 no alvo distante nos músculos RA, ES e RF e aproximam-se mais de T0 no alvo próximo nos músculos TA, SO e BF.

#### *Sequência de variação da atividade muscular*

A Tabela 3 permite observar a sequência de variação da atividade muscular que cada criança adotou a uma distância de 90% do CMS.

**Tabela 3-** Sequência de variação da atividade dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento, durante o gesto de alcance a uma distância de 90% do CMS

	ID	Lado Ipsilateral						Lado Contralateral					
<b>Grupo 1</b>	1	↓SO	↑BF	↑TA	↑RF	↑RA	↑ES	↑BF	↑ES	↑RA	↑SO	↑RF	↑TA
	2	↓ES	↑RF	↑TA	↑SO	↓BF	↑RA	↑SO	↑ES	↑RA	↑BF	↑RF	↓TA
	3	↑RA	↑BF	↓RF	↓SO	↑ES	↓TA	↑RA	↑ES	↑SO	↓TA	↑BF	↑RF
	4	↑ES	↓BF	↓RA	↑TA	↓SO	↑RF	↑TA	↑BF	↑ES	↑RF	↑RA	↑SO
<b>Grupo2</b>	5	↑ES	↑TA	↓SO	↑RA	↓RF	↓BF	↑SO	↑TA	↓RF	↓RA	↓ES	↓BF
	6	↑RF	↓TA	↑RA	↓ES	↓BF	↑SO	↑RA	↑TA	↓ES	↑BF	↓SO	↑RF
	7	↑RF	↑TA	↓ES	↓RA	↑BF	↑SO	↑SO	↓RF	↑TA	↓RA	↑BF	↑ES
	8	↑RF	↑TA	↑SO	↓RA	↑BF	↑ES	↑BF	↑ES	↓RA	↑SO	↓RF	↑TA

ID=Identificação da criança; RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípite Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ↑=Aumento da atividade muscular; ↓=Diminuição da atividade muscular

Observou-se que, aquando da realização do gesto de alcance a uma distância de 90% do CMS, cada criança apresentou uma sequência de variação muscular distinta, quer no hemicorpo ipsilateral ao movimento, quer no contralateral.

Analisando a sequência de variação de atividade dos músculos ipsilaterais ao movimento, verificou-se que, no grupo 1, uma criança iniciou com a diminuição da atividade do SO e as restantes três crianças, iniciaram a variação da atividade na musculatura do tronco, especificamente, o aumento da atividade do RA e ES e diminuição da atividade do ES. No grupo 2, observou-se que, três crianças iniciaram a variação da atividade através do aumento da atividade da musculatura da coxo-femoral, especificamente do RF. Neste grupo, apenas uma criança iniciou a variação da atividade através do aumento da atividade do ES.

Quando analisada, a sequência de variação de atividade dos músculos contralaterais ao movimento, verificou-se que, no grupo 1, duas crianças iniciaram a variação da atividade na musculatura da tíbio-társica, especificamente através do aumento da atividade do SO e do TA. Neste grupo, uma das crianças iniciou a variação da atividade muscular no tronco, através do aumento do RA e a outra criança, na coxo-femoral, através do aumento da atividade do BF. Relativamente ao grupo 2, este, pareceu exibir um comportamento semelhante ao do grupo 1, sendo que, duas crianças iniciaram a variação da atividade muscular na tíbio-társica, especificamente através do aumento da atividade do SO. As outras duas, através do aumento da atividade do BF e RA.

A Tabela 4 permite observar a sequência de variação da atividade muscular que cada criança adotou a uma distância de 120% do CMS.

**Tabela 4-** Sequência de variação da atividade dos músculos ipsilaterais e contralaterais ao movimento, durante o gesto de alcance a uma distância de 120% do CMS

	ID	Lado Ipsilateral						Lado Contralateral					
<b>Grupo 1</b>	1	↓ES	↑BF	↑RA	↑RF	↑TA	↑SO	↓TA	↑SO	↓RF	↑ES	↑BF	↑RA
	2	↑TA	↓RF	↓ES	↑RA	↑SO	↑BF	↑SO	↑RF	↓BF	↑RA	↑ES	↑TA
	3	↑TA	↓ES	↑SO	↑RA	↓RF	↑BF	↑RF	↑BF	↑SO	↑RA	↑TA	↑ES
	4	↓RA	↑SO	↑RF	↓TA	↑ES	↑BF	↑RA	↑BF	↑ES	↓SO	↓TA	↓RF
<b>Grupo 2</b>	5	↑SO	↑ES	↑RA	↑TA	↑RF	↑BF	↑BF	↓SO	↑RA	↑ES	↓RF	↓TA
	6	↑RF	↑TA	↑RA	↑BF	↑ES	↑SO	↓TA	↑SO	↑BF	↑RA	↑RF	↓ES
	7	↑RF	↑SO	↑ES	↑RA	↑TA	↑BF	↑SO	↑TA	↑ES	↑RA	↑BF	↑RF
	8	↑BF	↑RF	↑TA	↑SO	↑ES	↑RA	↑ES	↑SO	↑BF	↑RA	↓TA	↓RF

ID=Identificação da criança; RA=Reto Abdominal; ES=Eretor da Espinha; RF=Reto Femoral; BF=Bicípite Femoral; TA=Tibial Anterior; SO=Solear; ↑=Aumento da atividade muscular; ↓=Diminuição da atividade muscular

Observou-se que, analogamente à situação anterior, aquando da realização do gesto de alcance com o membro superior dominante a uma distância de 120% do CMS, cada criança apresentou uma sequência de variação muscular distinta, quer no hemisfério ipsilateral ao movimento, quer no contralateral.

Analisando a sequência de variação de atividade dos músculos ipsilaterais ao movimento, verificou-se que, no grupo 1, duas crianças iniciaram a variação da atividade através do aumento da atividade do TA e outras duas, através da diminuição da atividade da musculatura do tronco, especificamente do RA e ES. No grupo 2, observou-se que três crianças, iniciaram a variação da atividade na coxo-femoral, através do aumento da atividade do RF e BF. Neste grupo, apenas uma criança iniciou a variação da atividade na tíbio-társica (aumento da atividade do SO).

Quando analisada, a sequência de variação de atividade dos músculos contralaterais ao movimento, verificou-se que, no grupo 1, duas crianças iniciaram a variação da atividade na tíbio-társica, especificamente através do aumento do SO e diminuição do TA. Neste grupo, uma das crianças iniciou a variação da atividade muscular no tronco, (aumento do RA) e a outra criança, na coxo-femoral, através do aumento da atividade do RF. Relativamente ao grupo 2, duas crianças iniciaram a variação da atividade muscular na tíbio-társica, especificamente através do aumento da atividade do SO e da diminuição do TA. Neste grupo, uma das crianças iniciou a variação da atividade através do aumento do BF e outro, através do aumento do ES.

#### **4 Discussão**

No presente estudo, tal como esperado, foi observada uma ocorrência de ajustes posturais antes do início do movimento ( $T_0$ ), tendo em conta que os músculos variaram o *timing* de atividade numa janela temporal de [-450 ms;+100 ms]. Sabe-se que, associados ao mecanismo de *feedforward*, os ajustes posturais antecipatórios (APAs), são ajustes relacionados com o movimento voluntário que ocorrem antes do início do movimento, no intervalo [-200 ms;+100 ms] (Krishnan *et al.*, 2012), e ajudam a lidar com potenciais efeitos provocados pela perturbação esperada (Kanekar, & Aruin, 2014). Verificando-se por volta dos 4-5 meses na posição de sentado, durante o gesto de alcance (Graaf-Peters, Bakker, Eykern, Otten & Hadders- Algra., 2007; van der Heide *et al.*, 2003), surgem os

APAs, em que se tornam específicos apenas por volta dos 2-3 anos de idade, quando o SNC tem já tem a capacidade de construir representações específicas do mundo exterior e da sua interação com as propriedades biomecânicas dos segmentos corporais (Graaf-Peters *et al.*, 2007).

No entanto, de uma forma mais detalhada, verificou-se uma predominância na ocorrência de ajustes posturais no período estabelecido para os ajustes posturais precoces (EPAs) nos dois grupos (1 e 2), nas duas distâncias analisadas (90% e 120%). Estes ajustes, estão associados ao mecanismo de *feedforward*, e são comumente observados por volta dos 450 ms antes do início do movimento. Têm como objetivo, o ajuste da postura, através de uma sinergia muscular que estabilize o centro de massa, potenciando as condições mecânicas adequadas para uma tarefa voluntária, preferencialmente na posição de pé (Krishnan *et al.*, 2012). Krishnan *et al.* (2012) propõem que, perante um SNC saudável e maturado, ambos os componentes posturais mediados por processos de *feedforward* estão presentes na preparação de ações voluntárias, principalmente quando se trata de uma tarefa pouco conhecida ou experienciada, ou mesmo realizada a partir de uma configuração corporal pouco confortável, sugerindo que, em posturas e/ou tarefas mais confortáveis ou mais experienciadas, os EPAs podem ser reduzidos ou estarem mesmo ausentes. Apesar da tarefa realizada ser comum no dia-a-dia das crianças, o facto de ter sido executada num diferente contexto, com o qual, os participantes não estavam familiarizados, para além de ter sido realizada numa posição pré-definida, poderá ser a justificação para este achado. Ainda assim é importante referir que, vários estudos têm mostrado que, os mecanismos de *feedforward* para o CP na criança apenas são maturados na primeira década de vida (Haas *et al.*, 1989; Hay & Redon, 1999).

No que se refere ao comportamento da musculatura ipsilateral e contralateral ao movimento, os resultados deste estudo mostraram que, a uma distância de 90% do CMS, ambos os grupos evidenciaram uma variação da atividade muscular mais precoce na musculatura ipsilateral ao movimento e que a uma distância de 120% do CMS, o grupo 1, evidenciou uma variação da atividade muscular mais precoce na musculatura contralateral ao movimento. De facto, seria esperado, observar-se uma variação da atividade muscular mais precoce na musculatura contralateral ao movimento, dado que existe evidência de que as células da formação reticular têm um importante contributo nos sinais neurais responsáveis pela produção de respostas posturais e pela sua integração com os comandos

corticais para o movimento (Schepens, & Drew, 2004), e de um ponto de vista anatómico, as fibras reticuloespinais pontinas que descem dos seus núcleos (*reticularis pontis e caudalis*) com uma predominância ipsilateral, influenciam os neurónios motores que suprem a musculatura paravertebral e extensora do tronco tendencialmente através de efeitos excitatórios (Haines, 2006). Shiratori & Aruin (2004), reforçam esta ideia, sugerindo que, o SNC utiliza a atividade antecipatória de forma assimétrica entre a musculatura contralateral e ipsilateral para promover a rotação do corpo na direção oposta à perturbação induzida pelo movimento do membro superior (Girolami *et al.*, 2010). Também, van der Fits, Otten, Klip, van Eykern, & Hadders-Algra (1999), mostraram, num estudo com bebés de 8/9 meses, que realizaram o alcance na posição de sentado, uma atividade postural antecipatória mais precoce dos músculos contralaterais ao movimento. Face ao exposto, parece poder sugerir-se que, o grupo 1, (à distância de 120% do CMS) exibiu um controlo postural mais maturado, facto este que, poderá encontrar uma relação com o cumprimento das recomendações para a prática de AF das mães durante a gravidez.

De uma forma global, aquando da realização da tarefa à distância de 90% do CMS, ambos os grupos evidenciaram *timings* de variação da atividade muscular mais precoces na musculatura ipsilateral ao movimento. Importa referir que, em termos neurofisiológicos, esta atividade antecipatória tem por base a disposição anatómica das fibras reticuloespinais bulbares, que permanecem ipsilaterais desde o seu núcleo (gigantocelular) assumindo uma disposição lateral e anterior e produzindo efeitos inibitórios na extensão contralateral, i.e. ipsilateral ao movimento (Haines, 2006).

Ainda no se refere a uma análise mais detalhada, neste âmbito, verificou-se a ocorrência de atividade muscular precoce nos músculos contralaterais nas crianças do grupo 1, nomeadamente, criança 1 -ES; criança 2 - RA, SO e BF; criança 3- ES e TA e criança 4 -RF e TA; no grupo 2: criança 5- SO, TA e RF; criança 6- RA; criança 7- SO, BF e RA e criança 8- BF e ES. Estes resultados poderão traduzir, a grande variabilidade encontrada neste período de idades, revelando uma desorganização dos mecanismos de controlo postural.

Quando comparadas as distâncias, os resultados deste estudo evidenciam uma tendência de variação da atividade muscular mais precoce quando o gesto de alcance foi realizado com o alvo próximo, uma vez que o início dos *timings* de variação da atividade muscular nos grupos 1 e 2 ocorreram, em média, no intervalo definido para os EPAs,

enquanto que, para o alvo distante, os *timings* de variação da atividade muscular ocorreram nos três intervalos definidos (EPAs, APAs<sub>1</sub> e APAs<sub>2</sub>).

Kaminski & Simpkins (2001) e Tyler & Karst (2004), com estudos semelhantes, efetuados em amostras constituídas por adultos saudáveis, obtiveram resultados que não corroboram os encontrados neste estudo. De facto, nestes estudos, foi verificado que, à medida que a distância ao alvo aumentou, o *timing* de variação da atividade muscular ocorreu mais cedo, e para uma distância ao alvo mais próxima, o *timing* de variação da atividade muscular ocorreu pouco tempo antes do início do movimento do gesto de alcance. A hipótese levantada é de que, à medida que a distância ao alvo aumenta para iniciar o alcance ao alvo, o indivíduo, possivelmente utiliza uma maior percentagem de segmentos corporais e conseqüentemente requer mais exigência da musculatura, aumentando o tamanho da perturbação. Assim, o corpo é utilizado como um todo no sentido de promover uma maior estabilidade antes do início do movimento.

Relacionando com o atrás exposto, segundo o estudo de Kaminski & Simpkins (2001), *timings* de variação muscular mais próximos do momento da perturbação são observados em sistemas mais maduros, e relacionando com os resultados obtidos neste estudo, de uma forma mais detalhada, verificou-se que quando comparados os grupos, a uma distância de 90% do CMS, o grupo 1, crianças cujas mães cumpriram as recomendações para a prática de AF, apresentou *timings* de variação da atividade muscular mais próximos de T0. Este resultado poderá indicar uma maior eficiência dos mecanismos do CP nas crianças deste grupo. Em contrapartida, o mesmo grupo, a uma distância de 120% do CMS, apresentou *timings* de variação da atividade muscular mais distantes de T0, sendo que, a justificação possível, já anteriormente referida, centra-se no facto de que à medida que a distância ao alvo aumenta, o *timing* de variação da atividade muscular ocorre mais cedo, ou seja, mais distante de T0 (Kaminski & Simpkins, 2001; Tyler & Karst, 2004). Por outro lado, comparando ambos os grupos, a uma distância de 120% do CMS, verificou-se que, o grupo 2, crianças cujas mães não cumpriram as recomendações, apresentou *timings* de variação da atividade muscular mais próximos de T0. Estes resultados, expressam mais uma vez a variabilidade já conhecida desta faixa etária, que, segundo Van Emmerik & Van Wegen (2002) pode ser vista como uma consequência da exploração do meio ambiente que permite que a criança aprenda o seu limite de estabilidade, determine possibilidades de ações e apresente maior “flexibilidade” do sistema postural.

No presente estudo, foi verificado o mecanismo de covariação da atividade muscular em ambos os grupos, nomeadamente, na criança 8 (grupo 2) no alcance ao alvo distante, dos músculos RA ipsilateral e contralateral. Na criança 2 (grupo 1), no alcance ao alvo próximo, nos músculos ES e RF ipsilaterais; na criança 7 (grupo 2), nos músculos RA ipsilateral e BF contralateral e na criança 8 (grupo 2), nos músculos TA e RF ipsilaterais ao movimento. Também, Girolami *et al.* (2010) encontraram no seu estudo dados análogos, já que, durante o movimento unilateral do membro superior, as crianças evidenciaram uma ativação simultânea do músculo eretor da espinha ipsilateral e contralateral ao movimento, bem como, uma atividade antecipatória no BF ipsilateral e RF contralateral em simultâneo. Ainda no que se refere a este achado, Kim, Shim, Zatsiorsky & Latash. (2006) observaram que o mecanismo de covariação ocorreu no período dos 150-200 ms antes do início do movimento e relacionando com o presente estudo, esse mecanismo verificou-se nos intervalos definidos para os EPAs e APAs<sub>2</sub>. De uma forma geral, verificou-se que este mecanismo de covariação ocorreu maioritariamente nos indivíduos do grupo 2, crianças cujas mães não cumpriram as recomendações para a prática de AF. Sabendo que, os mecanismos de *feedforward* no CP, surgem e maturam em idades distintas (Girolami *et al.* 2010; Whitherington *et al.*,2002), deve ser considerada também, a diferença de homogeneidade entre as idades nos dois grupos, em que todas as crianças do grupo 2 têm 4 anos de idade, contrariamente ao grupo 1, em que observamos que uma das crianças tem 3 anos e outra 5, sendo que as restantes têm 4 anos.

Sabendo que os ajustes posturais compensatórios (CPAs) na posição de pé, desenvolvem-se entre os 10 e os 12 meses de idade (Westcott & Burtner, 2004), enquanto os APAs são refinados entre os 13 e os 17 meses de idade (Whitherington *et al.*,2002), Girolami *et al.* (2010) sugerem que os APAs nas crianças maturam mais tarde que os 7 e os 10 anos (intervalo definido para a maturação dos CPAs) (Shumway-Cook & Woollacott, 1985), pois o desenvolvimento dos CPAs precede o desenvolvimento dos APAs na posição de pé (Westcott & Burtner, 2004). Esta explicação pode estar na base dos resultados obtidos neste estudo, onde se verifica uma grande variabilidade entre as crianças relativamente aos *timings* de variação da atividade muscular. Shumway-Cook & Woollacott (1985) confirmam que, crianças entre os 4-6 anos apresentam padrões de EMG similares aos das crianças mais velhas (7-10 anos) e adultos mas com maior variabilidade na atividade muscular (inícios de EMG mais cedo ou mais tardios).

No desenvolvimento sensório-motor típico, durante o primeiro ano de vida, o recrutamento muscular numa direção específica ocorre no sentido céfalo-caudal especialmente durante o gesto de alcance (van der Fits *et al.*, 1999), no entanto, os ajustes posturais durante as primeiras fases do desenvolvimento do período de permanência na posição de pé, à medida que se vão maturando, são caracterizados por um forte domínio de recrutamento de distal para proximal (Sveistrup & Woollacott, 1996), algo que se verifica no grupo 1 a uma distância de 90% do CMS, na musculatura ipsilateral ao movimento, sendo que, a criança 1, apresenta uma sequência de recrutamento da atividade muscular de distal para proximal, nomeadamente através da diminuição da atividade do SO seguido de uma ativação do BF, em que, quando comparado com o grupo 2, todas as crianças apresentam um recrutamento da atividade muscular no sentido proximal para distal. O mesmo padrão de recrutamento (distal-proximal) é predominante no grupo 1 a uma distância de 120% do CMS, na musculatura ipsilateral e contralateral ao movimento quando comparada com o grupo dois. De uma forma geral, podemos afirmar que se verifica uma tendência para que o grupo 1, crianças cujas mães cumpriram as recomendações para a prática de AF, apresente um padrão de recrutamento de atividade muscular mais próximo com o de um adulto, exibindo portanto um maior controle postural.

Focando na sequência de variação da musculatura anterior e posterior, está descrito na literatura que, uma das marcas do desenvolvimento na infância é o recrutamento precoce da musculatura posterior do tronco e membros inferiores (durante um movimento do corpo para a frente) em relação aos músculos anteriores. A musculatura posterior acaba por ser recrutada mais vezes que a musculatura anterior (Hadders-Algra *et al.*, 1996; Hedberg *et al.*, 2005), possivelmente porque no dia-a-dia, as crianças são orientadas para a frente, logo, vão experienciar tarefas com maior requisição da atividade da musculatura posterior (Hadders-Algra, 2005). Isto pode estar na base da maturação mais precoce da musculatura posterior e de acordo com os resultados obtidos, o grupo 1, crianças cujas mães cumpriram as recomendações da prática de AF, a uma distância de 90% e 120% do CMS, apresentaram uma tendência para iniciarem primeiramente a ativação da musculatura posterior quando comparadas com o grupo 2. Relacionando com o atrás exposto, é importante referir que, a exposição a estímulos ambientais variados, após o nascimento, poderá influenciar o CP da criança, ou seja, as crianças cujas mães cumpriram as recomendações da prática de AF, poderão ter sido expostas a condições ambientais em que

experiências relacionadas com a AF seja comum e desta forma, possivelmente, utilizam “diferentes combinações” dos três sistemas que constituem o CP (visual, proprioceptivo e vestibular) (Assaiante, 1998).

Em suma, de uma forma global, os resultados observados no presente estudo apresentam uma grande variabilidade encontrada nesta faixa etária, (3 a 5 anos), e na base desta, poderão estar as conhecidas fases de transição do desenvolvimento motor, que são caracterizadas por menor organização dos padrões motores relativamente ao *timing* e seleção de estratégias, observadas não só mas também no período entre os 4 e os 6 anos (Schneiberg, Sveistrup, McFadyen, McKinley, & Levin, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2010; van der Heide *et al.*, 2003). Tendo em conta que nos estamos a referir ao desenvolvimento de um sistema neuro-musculo-esquelético, a explicação para estas fases de transição poderá estar no surto de crescimento, resultando numa alteração das características biomecânicas da criança (van der Fits *et al.*, 1999) bem como na imaturidade do controle postural, pois sabe-se que é por volta dos 7 ou 8 anos de idade, que a resolução do conflito sensorial proveniente da informação dos sistemas vestibular, somatossensorial e visual se torna mais eficaz (Girolami *et al.*, 2010; Graaf-Peters *et al.*, 2007).

O reduzido tamanho amostral ( $n=8$ ) deste estudo, constituiu o principal fator limitante tendo em conta a grande variabilidade típica da faixa etária estudada, pelo que não foi possível que estes fossem representativos da população geral.

Como contributo para um maior conhecimento do comportamento motor típico das crianças associado aos mecanismos antecipatórios nesta faixa etária, salienta-se a necessidade de um  $n$  amostral superior, aliando aos dados de eletromiografia, (incluindo *timings* e magnitude), dados do centro de pressão (COP). Seria, ainda pertinente, estudos acerca da função e comportamento do mecanismo de covariação uma vez que a literatura acerca desta temática é ainda escassa.

## **5 Conclusão**

Ambos os grupos durante o gesto de alcance, apresentaram uma grande variabilidade na variação dos *timings* de ativação muscular bem como nos padrões de recrutamento da atividade muscular. Desta forma, não é possível concluir que o cumprimento das recomendações para a prática da atividade física durante a gravidez tem influência no controle postural da criança. No entanto, não deve ser descurada a presença de uma tendência para um controle postural mais maturado no grupo cujas mães cumpriram as recomendações para a prática da atividade física comparativamente às crianças pertencentes ao grupo cujas mães não cumpriram as recomendações relativas à prática da atividade física durante a gravidez dado que, é verificada uma modificação do *timing* da atividade muscular mais próxima de T0 e uma ordem de recrutamento muscular mais próxima da do adulto.

## **6 Agradecimentos**

A todas as crianças que participaram no estudo, aos seus pais e cuidadores pela disponibilidade demonstrada.

## 7 Referências bibliográfica

- Abrams, R.M., Peters, A.J.M. & Gerhardt, K.J. (1997). Effect of Abdominal Vibroacoustic Stimulation on Sound and Acceleration Levels at the Head of the Fetal Sheep. *Obstetrics & Gynecology*, p. 218.
- American College of Sports, M., Whaley, M. H., Brubaker, P. H., Otto, R. M., & Armstrong, L. E. (2006). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription: Lippincott Williams & Wilkins.
- Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22(4), 527-532.
- Batista, D.C., Chiara, V.L., Gugelmin, S.A. & Martins, A.D. (2003). Atividade física e gestação: saúde da gestante não atleta e crescimento fetal. *Rev Bras Saúde Matern Infant*, Recife, 3 (2): 151-158.
- Bauer, R., Schwab, M., Abrams, R.M., Stein, J. & Gerhardt, K.J. (1997). Electroocortical and heart vibroacoustic stimulation rate response during in fetal sheep. *Am J Obstet Gynecol*, Volume 177, Number 1.
- Bell, R.J., Palma, S.M. & Lumley, J.M. (1995). The Effect of Vigorous Exercise During Pregnancy on Birth-Weight. *Aust. Nz. J. Ohsiet. Cynaecol*, 35: 1: 46.
- Bernardi, J.R., Ferreira, C.F., Nunes, M., Silva, C.H., Bosa, V.L., Silveira, P.P. & Goldani, M.Z. (2012). Impact of perinatal diferente intrauterine environments on child growth and development in the first six months of life - IVAPSA birth cohort: rationale, design, and methods. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 2012, 12:25.
- Chen, H.-L., Yeh, C.-F., & Howe, T.-H. (2015). Postural control during standing reach in children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 345-351.
- Clapp III, J.F. & Capeless, E.L. (1990). Neonatal morphometrics after endurance exercise during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 163/6; (1805-1811).
- Clapp III, J.F., Kim, H., Burciu, B., Schmidt, S., Petry, K. & Lopez, B. (2002). Continuing regular exercise during pregnancy: Effect of exercise volume on fetoplacental growth. *Department of Obstetrics and Gynecology*, Volume 186, Number 1, 142-147.
- Clapp III, J.F., Lopez, B. & Harcar-Sevcik, R. (1999). Neonatal behavioral profile of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 180:91-4.
- Clapp III, J.F., Simonian, S., Lopez, B., Appleby-Wineberg, S. & Harcar-Sevcik, R. (1998). The one-year morphometric and neurodevelopmental outcome of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, Volume 178, Number 3, 594-99.
- Coppede, A. C., Campos, A.A., Santos, D.C.C. & Rocha, N.A.C.F. (2012). Desempenho motor fino e funcionalidade em crianças com síndrome de Down. *Fisioter Pesq*. 19(4):363-368.
- Cotman, C.W., Berchtold, N.C. & Christie, L. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, Vol.30 No.9,465-472.
- DiPietro, J.A., Bornstein, M.H., Hahn, C.-S., Costigan, K.M. & Achy-Brou, A. (2007). Fetal Heart Rate and Variability: Stability and Prediction to Developmental Outcomes in Early Childhood. *Child Dev*, 78(6): 1788-1798.
- Fagiolini, M., Jensen, C.L. & Champagne, F.A. (2009). Epigenetic Influences on Brain Development and Plasticity. *Curr Opin Neurobiol*, 19(2): 207-212.
- Fox, N.A. & Porges, S.W. (2016). The Relation Between Neonatal Heart Period Patterns and Developmental Outcome. *Child Development*, Vol. 56, No. 1 (Feb., 1985), pp. 28-37.
- Gagnon, R., Foreman, J., Hunse, C. & John Patrick, J. (1989). Effects of low-frequency vibration on human term fetuses. *Am J Obstet Gynecol*, 161:1479-85.
- Gagnon, R., Patrick, J., Foreman, J. & West, R. (1986). Stimulation of human fetuses with sound and vibration. *Am J Obstet Gynecol*, 155:848-51.
- Girolami, G.L., Shiratori, T. & Aruin, A.S. (2010). Anticipatory postural adjustments in children with typical motor development. *Exp Brain Res*, 205:153-165.
- Godoi, D., & Barela, J. A. (2008). Body sway and sensory motor coupling adaptation in children: effects of distance manipulation. *Developmental Psychobiology*, 50 (1), 77-87.
- Graaf-Peters, V.B., Bakker, H., van Eykern, L.A., Otten, B. & Hadders-Algra, M. (2007). Postural adjustments and reaching in 4-and 6-month- old infants: na EMG and kinematical study. *Exp Brain Res*, 181:647-656.
- Haas, G., Diener, H.C., Rapp, H. & Dichgans, J. (1989). Development of feedback and feedforward control of upright stance. *Dev Med Child Neurol*, 31: 481-488.
- Hadders-Algra, M. (2002). Variability in infant motor behavior: A Hallmark of the healthy nervous system. *Infant Behavior & Development*, 25, 433-451.
- Hadders-Algra, M. (2005). Development of postural control during the first 18 months of life. *Department of*

*neurology*, vol 12, 2-3.

- Hadders-Algra, M., Brogren, E. & Forssberg, H. (1996). Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. *J Physiol*, 493: 273-288.
- Haines, D. E. (2006). *Princípios de neurociência*: Rio de Janeiro, Brasil:Elsevier Science. 3ª edição, p.452.
- Hatch, M.C., Shu, X.O., McLean, D.E., Levin, B., Begg, M., Reuss, L. & Susser, M. (1993) Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am J Epidemiol*, 137(10):1105–1114.
- Hay, L. & Redon, C. (1999). Feedforward versus feedback control in children and adults subjected to a postural disturbance. *Exp Brain Res*, 125: 153-162
- Hedberg, A., Brogren, E., Forssberg, H. & Hadders-Algra, M. (2005). Development of postural adjustments in sitting position during the first half year life. *Dev Med Child Neurol*, 47:312-320.
- Hensch, T.K. (2004). Critical Period Regulation. *Annu Rev Neurosci*, 27:549–79.
- Hermens, H. J. (1999). European recommendations for surface electromyography: results of the SENIAMproject: Roessingh Research and Development.
- Hermens, H. J. & Freriks, B. (2014). Recommendations for sensor locations on individual muscles. Retrieved from <http://www.seniam.org/>
- Hopkins, S.A. & Cutfield, W.S. (2011). Exercise in Pregnancy: Weighing Up the Long-Term Impact on the Next Generation. *American College of Sports Medicine*, p.120.
- Kaminsky, T., & Simpkins, S. (2001). The effects os stance configuration and target distance on reaching. I. Movement preparation. *Exp Brain Res*, 136, 439-446.
- Kane, K., & Barden, J. (2012). Contributions of trunk muscles to anticipatory postural control in children with or without developmental coordinations disorder. *Human Movement Science*, 31, 707-720.
- Kanekar, N., & Aruin, A. (2014). Aging and balance control in response to external perturbations: role of anticipatory and compensatory postural mechanisms. *AGE*, 36, 9621.
- Kim, S.W., Shim, J.K., Zatsiorsky, V.M. & Latash, M.L. (2006). Antecipatory adjustments of multifinger synergies in preparation for self-triggered perturbations. *Exp Brain Res*, 174:604-12.
- Krishnan, V., Latash, M. L., & Aruin, A. S. (2012). Early and late components of feed-forward postural adjustments to predictable perturbations. *Clinical Neurophysiology*, 123, 1016-1026.
- Lee, H-H., Kim, H., Lee, J-W., Kim, Y-S., Yang, H-Y., Chang, H-K., Lee, T-H... Kim, C-J. (2006). Maternal swimming during pregnancy enhances short-term memory and neurogenesis in the hippocampus of rat pups. *Brain & Development*, 28, 147–154.
- Leonard, J., Brown, R., & Stapley, P. (2009). Reaching to multiple targets when standing: the spatial organization of feedforward postural adjustments. *J Neurophysiol*, 101, 2120-2133.
- Marsit, C.J, Lambertini, L., Maccani, M.A., Koestler, D.C., Houseman, E.A., Padbury, J.F., Lester, B.M...Chen, J. (2013). Placenta Imprinted Gene Expression Association of Infant Neurobehavior. *J Pediatr*, May; 160(5): 854–860.
- May, L.E., Glaros, A., Yeh, H-W., Clapp III, J.F. & Gustafson, K.M. (2010). Aerobic exercise during pregnancy influences fetal cardiac autonomic control of heart rate and heart rate variability. *Early Human Development*, 86 ,213–217.
- Moyer, C., Reoyo, O.R. & May, L. (2016). The Influence of Prenatal Exercise on Offspring Health: A Review. *Women's Health*:9 37–42.
- Parnpiansila, P., Jutapakdeegula, N., Chentanezb, T. & Kotchabhakdi, N. (2003). Exercise during pregnancy increases hippocampal brain-derived neurotrophic factor mRNA expression and spatial learning in neonatal rat pup. *Neuroscience Letters*, 352 , 45–48.
- Perales, M., Lozano, A.S., Ruiz, J.R., Lucia, A. & Barakat, R. (2016). Benefits of aerobic or resistance training during pregnancy on maternal health and perinatal outcomes: A systematic review. *Early Human Development*, 94, 43–48.
- Pivarnik (Chair), J.M., Chambliss, H.O., Clapp, J.F., Dugan, S.A., Hatch, M.C., Lovelady, C.A., Mottola, M.F...Williams, M.A. (2006). Impact of Physical Activity during Pregnancy and Postpartum on Chronic Disease Risk. *American College of Sports Medicine*, 989-1006.
- Porges, S.W. (1972). Heart rate variability and deceleration as indexes of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 92, No. 1, 103-110.
- Robins, J.C., Marsit, C.J., Padbury, J.F. & Sharma, S.S. (2011). Endocrine Disrupors, Environmental Oxygen, Epigenetics and Pregnancy. *Front Biosci* (Elite Ed).; 3: 690–700.
- Saito, H., Yamanaka, M., Kasahara, S., & Fukushima, J. (2014). Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training. *Human Movement Science*, 37, 69-86.
- Santos, M., Kanekar, N., & Aruin, A. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 1. Electromyographic analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 388-397.

- Schluskel, M.M., Souza, E.B., Reichenheim, M.E. & Kac, G. (2008). Physical activity during pregnancy and maternal-child health outcomes: a systematic literature review. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 24 Sup 4:S531-S544.
- Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research*, 146, 142-154.
- Schpens, B. & Drew, T. (2004). Independent and convergent signals from the pontomedullary reticular formation contribute to the control of posture and movement during reaching in the cat. *J Neurophysiology*, 92:2217-2238.
- Shiratori, T. & Aruin, A.S. (2004). Anticipatory postural adjustments associated with rotational perturbations while standing on fixed and free-rotating supports. *Clinical Neurophysiology*, 115: 797-806.
- Shiratori, T., & Latash, M. L. (2001). Anticipatory postural adjustments during load catching by standing subjects. 112, 1250-1265
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M.H. (1985). The growth of stability: postural control from a development perspective. *J Mot Behav*, 17(2): 131-147.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2010). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. EUA: Lippincott Williams & Wilkins, 4ª edição.
- Soares, A.V. (2009). A contribuição visual para o controle postural. *Rev Neurocienc*, 18 (3):370-379. 42
- Stapley, P., Pozzo, T., & Grishin, A. (1998). The role of anticipatory postural adjustments during whole body forward reaching movements. *NeuroReport*, 9, 395-401.
- Sveistrup, H., Woollacott, M.H. (1996). Longitudinal development of the automatic postural response in infants. *J Mot Behav*, 28:58-70.
- Tyler, A., & Karst, G. (2004). Timing of muscle activity during reaching while standing: systematic change with target distance. *Gait and Posture*, 20, 126-133.
- VandenBerg, K.A. (2007). Individualized developmental care for high risk newborns in the NICU: A practice guideline. *Early Human Development*, 83, 433-442.
- van der Fits, I.B.M., Otten, E., Klip, A.W.J., van Eykern, L.A. & Hadders-Algra, M. (1999). The development of postural adjustments during reaching in 6-to 18-month-old infants. *Exp Brain Res*, 126:517-528.
- van der Heide, J.C., Otten, B., Van Eykern, L.A. & Hadders-Algra, M. (2003). Development of postural adjustments during reaching in sitting children. *Exp Brain Res*, 151:32-45.
- van der Heide, J.C., Begger, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Van Eykern, L.A. & Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46: 253-266.
- van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Van Eykern, L.A. & Hadders-Algra, M. (2005). Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, Vol. 58, No. 3.
- van Emmerik RE, Van Wegen EE. On the functional aspects of variability in postural control. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 2002; 30(4):177-183.
- Westcott, S.L. & Burtner, P.A. (2004). Postural control in children: implications for pediatric practice. *Phys Occup Ter Pediatr*, 24 (1-2): 5-55.
- Witherington, D., von Hofsten, C., Rosander, K., Robinette, A., Woollacott, M.W. & Bertenthal, B.I. (2002). The developmental of anticipatory postural adjustments in infancy. *Infancy*, 3(4): 495-517.
- Zaino, C., & McCoy, S. (2008). Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture*, 27(1), 128-137.

## **Anexos**

### **Anexo 1- Questionário de Caracterização da Amostra**

#### **Influência da atividade física durante a gravidez no controlo postural da criança**

Este estudo será realizado no âmbito da realização da tese de Mestrado em Fisioterapia – Opção Neurologia, da Escola Superior de Saúde.

O seguinte questionário tem o objetivo de caracterizar a amostra para o presente estudo de investigação que se intitula “Influência da atividade física durante a gravidez no controlo postural da criança”, o qual pretende perceber quais são os ajustes posturais durante o gesto de alcance, em filhos de grávidas ativas. O que o grupo de estudo pretende avaliar, de uma forma global, é qual a sequência e quais músculos que se ativam de forma a preparar o corpo para o gesto de alcance, sofrendo este menos perturbações.

Este questionário é dirigido ao encarregado de educação da criança participante no estudo. As seguintes questões dizem respeito, única e exclusivamente à criança.

Os dados recolhidos são totalmente confidenciais e serão unicamente usados para o presente estudo.

1. Data de Nascimento \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ anos
  
2. Sexo:  
Feminino   
Masculino
  
3. Braço dominante (braço que preferencialmente usa para comer, pintar, etc):  
Direito   
Esquerdo
  
4. Perna dominante (aquela que usa preferencialmente para chutar a bola ou subir o primeiro degrau das escadas):  
Direito

Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance

Esquerdo

5. Com quantas semanas de gestação nasceu? \_\_\_\_\_ semanas.

6. Teve complicações antes, durante ou depois do parto?

Sim  Qual? \_\_\_\_\_

Não

7. Tem algum problema de saúde conhecido (incluindo alterações visuais como por exemplo miopia ou astigmatismo)?

Sim  Qual? \_\_\_\_\_

Não

8. Atualmente refere ter dor?

Sim  Em que local? \_\_\_\_\_

Não

9. Foi submetido a alguma intervenção cirúrgica nos últimos 6 meses?

Sim  Qual? \_\_\_\_\_

Não

10. Atualmente toma alguma medicação?

Sim  Qual? \_\_\_\_\_

Não

Obrigada pela vossa colaboração,

O grupo de Mestrado em Fisioterapia – Opção Neurologia

## Anexo 2- Declaração Consentimento Informado

### Declaração de consentimento informado

Conforme a lei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008, Fortaleza 2013)

**Designação do Estudo:** Influência da actividade física durante a gravidez no controlo postural da criança

Eu, \_\_\_\_\_ abaixo-assinado (nome completo) \_\_\_\_\_, na qualidade de encarregado de educação de \_\_\_\_\_ (nome completo) \_\_\_\_\_,

fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a estudar os padrões motores e a seleção de estratégias das crianças, na manutenção do controlo postural durante o movimento.

Sei que neste estudo está prevista a recolha de dados através da plataforma de forças e de eletromiografia, tendo-me sido explicado em que consistem.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a autorizar a participação ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Autorizo de livre vontade a participação do meu encarregado no estudo acima mencionado.

Concordo que sejam efetuados a recolha de dados e de imagem para realizar as análises que fazem parte deste estudo.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nomes dos Investigadores e Contactos:

Cláudia Silva, claudiacostasilva78@gmail.com

Alexandra Correia, alexandra.moura.correia@gmail.com

Paula Clara Santos, paulaclara@estsp.ipp.pt

Helena Teixeira, helenateixeira29@hotmail.com

Atividade física materna durante a gravidez e o controlo postural da criança associado ao gesto de alcance

Raquel Pimentel, raquelpimentel6@hotmail.com

Sofia Teles, sofia.teles22@gmail.com

Data Assinatura

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

### Anexo 3- Parecer da Comissão de Ética

**ESTSP** | POLITÉCNICO  
DO PORTO

#### PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA

Número de Registo da Comissão de Ética: 1167/2014  
Data recepção do Documento: 7/5/2014  
Existência de entradas anteriores: sim

**Título do Trabalho:** Ajustes posturais antecipatórios em crianças com desenvolvimento motor típico.

**Investigador Principal:** Claudia Silva  
**Investigador Responsável:** Claudia Silva

**Data prevista para a realização do trabalho:** Início Junho de 2014 Fim junho de 2014

#### RESUMO DO ESTUDO

**Tipo de estudo:** Estudo observacional analítico.

**Objectivos:** Presentes.

**Amostra:** Amostra selecionada recrutada de crianças "amigas" de 4 a 6 anos . Codificação e protecção de dados através do SPSS .

**Formulário de dados a recolher:** Sem referencia a formulários de dados.

**Material:** descrição presente.

**Métodos:** descrição presente.

**Riscos:** sem referência a riscos.

**Consentimento informado:** presente, com menção expressa a autorização por parte do encarregado de educação.

**Autorização pelos responsáveis locais:** Com autorização da Coordenação da ATC.

#### Apreciação da Comissão de Ética:

Reune as condições para parecer favorável, após a assinatura do Presidente da ESTSP e da Comissão de Ética.

#### Parecer final da Comissão de Ética:

De acordo com os dados analisados, o parecer é favorável desde que cumpridas todas as directrizes submetidas a esta Comissão, com prejuízo de a decisão ser suspensa caso haja algum incumprimento grave.

**Data:** 12/maio/2014

**Assinaturas:**



