

Agradecimentos

Este trabalho contou com a preciosa ajuda e o constante apoio de várias pessoas que pretendo destacar e a quem quero agradecer:

Ao Doutor David Catela, pela sabedoria, pela capacidade científica, pela dedicação, pelo aconselhamento, rigor e interminável paciência ao longo de toda o processo de elaboração deste trabalho;

Ao Mestre Marco Branco, pela preciosa e constante ajuda no acompanhamento das questões biomecânicas e na implementação dos procedimentos metodológicos, e pela constante disponibilidade;

A minha colega de curso, colega de trabalho e particularmente amiga, Cécile Ramos, pela boa disposição, pelo apoio, pelo incentivo constante e pela partilha durante esta nossa etapa da vida;

A Escola Superior de Desporto de Rio Maior pelo material e equipamento necessário a realização do estudo, assim como ao Centro Hospitalar de São Francisco pela utilização das infraestruturas;

As crianças e aos seus pais pela boa disposição e pela disponibilidade na recolha de dados;

Aos meus pais, irmão, familiares, próximos e a ti, pelo carinho, apoio e força que me dão.

Obrigada!

Índice Geral

Índice Geral	ii
Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas.....	iv
Resumo	v
<i>Abstract</i>	vi
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento Teórico e Conceptual.....	4
1.1.1. Conceito de Constrangimentos Orgânicos, da Tarefa e do Envolvimento.....	4
1.1.2. Constrangimentos e Desenvolvimento da Coordenação Motora	5
1.1.3. Conceito de <i>Affordance</i>	10
1.1.4. Teoria das <i>Affordances</i>	11
1.1.5. Hipotonia: Definição e Classificação	12
1.1.6. Revisão de Estudos.....	15
1.2. Apresentação do Problema.....	25
1.3. Objetivo do Trabalho	26
1.4. Hipóteses Levantadas.....	27
2. Metodologia.....	28
2.1. Caracterização da Amostra.....	28
2.2. Materiais a Utilizar	29
2.3. Tarefas, Procedimentos e Protocolos	29
2.3.1. Análise dos Dados	31
2.4. Desenho Experimental	31
3. Recursos Necessários	35
4. Análise e Interpretação dos Resultados.....	36
5. Discussão	70
6. Conclusão.....	76
7. Recomendações	77
8. Bibliografia	78
9. ANEXOS	83

Índice de Figuras

Figura 1 - procedimentos de realização da tarefa com o destaque dos marcadores nas referências anatômicas analisadas e a presença da estimulação na condição com interação.	30
Figura 2 – Tipos de condições experimentais na criança caso e na criança emparelhada.	32
Figura 3 - Gráficos de recorrência do joelho do bebê controlo do terceiro emparelhamento nas três condições	39
Figura 4 - Gráficos do parâmetro <i>Porcentagem de Recorrência</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	41
Figura 5 - Gráficos do parâmetro <i>Porcentagem de Determinismo</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	43
Figura 6 - Gráficos do parâmetro <i>Ratio</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições	45
Figura 7 - Gráficos de recorrência do sacro do primeiro emparelhamento na condição sem interação do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente	47
Figura 8 - Gráficos de recorrência do sacro do bebê hipotónico do segundo emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente	47
Figura 9 - Gráficos do parâmetro <i>Pontos Recorrentes</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	48
Figura 10 - Gráficos do parâmetro <i>Linha</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições	49
Figura 11 - Gráficos do parâmetro <i>Linha Máxima</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	51
Figura 12 - Gráficos do parâmetro <i>Linha Média</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	53
Figura 13 - Gráficos do parâmetro <i>Entropia</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições	55
Figura 14 - Gráficos do parâmetro <i>Entropia Relativa</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.....	57
Figura 15 - Gráficos de recorrência da crista ilíaca do bebê controlo do terceiro emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente	59
Figura 16 - Gráficos do parâmetro <i>Trend</i> do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições	59
Figura 17 - Gráficos de recorrência do sacro do bebê hipotónico nos dois momentos de recolha nos planos x e xy na condição sem interação	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Representação dos momentos de observação (O), por condição e por criança.....	32
Tabela 2 – Plano de operacionalização da variável independente.....	33
Tabela 3 – Plano de operacionalização das variáveis dependentes.....	33
Tabela 4 – Dados relativos ao parâmetro <i>Delay</i> em todos os marcadores nas diferentes condições ..	36
Tabela 5 – Dados relativos ao parâmetro <i>Embedding Dimension</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.....	37
Tabela 6 – Dados relativos ao parâmetro <i>Radius</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.	38
Tabela 7 – Dados relativos ao parâmetro <i>Porcentagem de Recorrência</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.....	40
Tabela 8 – Dados relativos ao parâmetro <i>Porcentagem de Determinismo</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.....	42
Tabela 9 – Dados relativos ao parâmetro <i>Ratio</i> em todos os marcadores nas diferentes condições...	44
Tabela 10 – Dados relativos ao parâmetro <i>Pontos Recorrentes</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.....	46
Tabela 11 – Dados relativos ao parâmetro <i>Linha</i> em todos os marcadores nas diferentes condições.	48
Tabela 12 – Dados relativos ao parâmetro <i>Linha Máxima</i> em todos os marcadores nas diferentes condições	50
Tabela 13 – Dados relativos ao parâmetro <i>Linha Média</i> em todos os marcadores nas diferentes condições	52
Tabela 14 – Dados relativos ao parâmetro <i>Entropia</i> em todos os marcadores nas diferentes condições	54
Tabela 15 – Dados relativos ao parâmetro <i>Entropia Relativa</i> em todos os marcadores nas diferentes condições	56
Tabela 16 – Dados relativos ao parâmetro <i>Trend</i> em todos os marcadores nas diferentes condições	58
Tabela 17 – valores máximos, mínimos, da diferença máxima-mínima, a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) do sacro nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças	61
Tabela 18 – valores máximos, mínimos, da diferença máxima-mínima, a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) da crista íliaca, do joelho e da tibiotársica nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças	63
Tabela 19 – Dados relativos aos parâmetros <i>Delay</i> , <i>Embedding Dimension</i> e <i>Radius</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	64
Tabela 20 – Dados relativos aos parâmetros <i>Porcentagem de Recorrência</i> , <i>Porcentagem de Determinismo</i> e <i>Ratio</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	65
Tabela 21 – Dados relativos aos parâmetros <i>Pontos Recorrentes</i> e <i>Linhas</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	66
Tabela 22 – Dados relativos aos parâmetros <i>Linha Máxima</i> e <i>Linha Média</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	67
Tabela 23 – Dados relativos aos parâmetros <i>Entropia</i> e <i>Entropia Relativa</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	68
Tabela 24 – Dados relativos ao parâmetro <i>Trend</i> nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro	69

Resumo

Título: *Constrangimentos da Tarefa e Padrão de Bipedia em Bebés com Hipotonia: Estudo de Caso*

Autora: Lídia Gonçalves Cravo

O desenvolvimento e aperfeiçoamento do desempenho hábil de atividades motoras são tarefas de desenvolvimento importantes da infância. Tais atividades motoras são parte integrante de repertórios comportamentais das crianças e fornecem o meio através do qual as crianças exploram o seu ambiente.

Segundo uma perspetiva ecológica, o comportamento humano é percebido como uma interação entre o indivíduo e o ambiente, sendo este processo dinâmico e não linear. Para além, as mudanças no desenvolvimento são influenciadas por fatores que interagem para constranger os padrões de coordenação e de controlo motor na execução das tarefas.

Num estudo de caso de uma criança hipotónica, com controlo de movimento fraco, atraso das habilidades motoras e padrões de movimento motor anormais, com dez meses de idade, emparelhada com criança com desenvolvimento típico, fomos verificar se a estimulação funcional em atividades lúdicas favorecia alteração do padrão de controlo postural. Procedeu-se a análise do movimento bidimensional, das crianças em postura bípede, com análise descritiva e de recorrência das oscilações do membro inferior.

Os resultados indicam que a estimulação funcional determinou redução das oscilações da articulação proximal (coxo femoral) e da sua variabilidade, com aumento determinístico, tendencialmente mais periódico e mais entrópico. Este padrão não é tão consistente nas articulações distais (joelho e tibiotársica). No segundo momento de recolha, os resultados da criança hipotónica evidenciam aproximação ao padrão de comportamento da criança controlo. Em ambas as crianças a condição de estimulação funcional determinou mudança para comportamento mais periódico e entrópico.

Os resultados sustentam a hipótese de que uma estimulação funcional em crianças pequenas hipotónicas propicia um desenvolvimento postural bípede tendencialmente típico. Decorrente dos resultados deste estudo recomenda-se a utilização de estimulação funcional em crianças com hipotonia, em complementaridade com outros métodos de intervenção.

Palavras-chave: Hipotonia, Infante, Bipedia, *Affordance*, Recorrência

Abstract

Title: *Task constraints and Upright Posture in Infants with Hypotonia: A Case Study*

Author: Lídia Gonçalves Cravo

The development and improvement of the performance of motor skill are important developmental tasks of childhood. Such activities are an integral part of motor behavioral repertoires of children and provide the means through which children explore their environment.

According to an ecological perspective, human behavior is perceived as an interaction between the subject and the environment. This process is dynamic and non-linear. In addition, developmental changes are influenced by factors that interact to constrain the patterns of coordination and motor control in execution of tasks.

In a case study of a ten months old “floppy” infant, with motion control weakness, delayed motor skills and patterns of abnormal motor movement, paired with typically developing children, we verify if the functional stimulation in playful activities favored change the pattern of postural control. There has been two-dimensional motion analysis of the children in bipedal stance, with descriptive and recurrence analysis of the oscillations of the lower limb.

The results indicate that the functional stimulation caused decrease of the oscillations of the proximal joint and its variability, with an deterministic increase, tend to be more regular and more entropic. This pattern is not as consistent in the distal joints (knee and ankle). In the second moment of sampling, the results show the « floppy » child approach to behavior pattern of the child control. In both children the functional stimulation condition determined change for behavior more periodic and entropic.

The results support the hypothesis that a functional stimulation in young « floppy » children provides a bipedal posture tended typical development. Arising from the results of this study, the use of functional stimulation is recommended in children with hypotonia, in complementary with other methods of intervention.

Key-words: *Hypotonia, Infant, Bipedia Stance, Affordance, Recurrence*

1. Introdução

O desenvolvimento e aperfeiçoamento do desempenho hábil de atividades motoras são tarefas de desenvolvimento importantes da infância. As crianças podem desenvolver e aprender uma variedade de padrões de movimentos fundamentais assim como competências mais especializadas. Tais atividades motoras são parte integrante de repertórios comportamentais das crianças e fornecem o meio através do qual as crianças exploram o seu ambiente (Malina & Bouchard, 1991).

Assim, para Malina e Bouchard (1991), o desenvolvimento motor é o processo pelo qual a criança adquire padrões de movimentos e habilidades. Caracteriza-se por uma modificação contínua com base na interação: (i) do processo de maturação neuromuscular, provavelmente regulado geneticamente; (ii) das características de crescimento e de maturidade da criança (por exemplo, o tamanho e composição corporal); (iii) dos efeitos residuais de experiências motoras anteriores; e (iv) de novas experiências motoras em si.

Para Malina e Bouchard (1991), as respostas motoras do recém-nascido são extensões das estabelecidas durante a vida fetal. Estes padrões assumem a forma de reflexos, presentes ao nascimento ou que aparecem durante a infância. Alguns dos reflexos são muito simples e mediados ao nível da medula espinhal, outros são mais complexos e exigem a integração dos centros do tronco cerebral e outros centros nervosos em desenvolvimento.

Os reflexos servem para ajudar a criança a manter ou recuperar o seu equilíbrio quando foi perturbado. Portanto facilitam a manutenção da relação entre a cabeça e outras partes do corpo (reflexos de endireitamento) e da orientação do corpo em relação à força da gravidade (reflexos labirínticas), e desempenham um papel importante no desenvolvimento de movimentos e de controlo postural relacionados com diversas atividades (Malina & Bouchard, 1991).

Segundo Malina e Bouchard (1991), os reflexos primitivos estão bem desenvolvidos desde o nascimento e até aos três meses de idade, após o qual há um declínio na sua intensidade. Quanto aos reflexos posturais, estes começam a surgir por volta dos três meses de idade, e aumentam a intensidade da resposta durante toda a infância. Com o desenvolvimento do controlo cerebral durante a infância, a atividade reflexa específica é gradualmente inibida ou incorporada em movimentos voluntários com o desenvolvimento de padrões de movimento.

Deste modo, o desenvolvimento do controlo voluntário do movimento começa na infância e progride através deste. Durante os dois primeiros anos de vida, a criança vai alcançado gradualmente o controlo postural, locomotor e de preensão (Malina & Bouchard, 1991).

Malina e Bouchard (1991) referem também que a sequência de desenvolvimento, embora razoavelmente uniforme, mostra omissões e reversões ocasionais. Tais ocorrências não são necessariamente relacionadas a problemas ou atrasos de desenvolvimento, mas podem ser um aspeto da individualidade do desenvolvimento motor e talvez da variação de criação de ambientes, tais como oportunidades para se movimentar, frequência e tipo de manipulação por parte dos adultos, tipos de objetos de jogo, e assim por diante.

Deste modo, para Malina e Bouchard (1991), fatores biológicos e ambientais podem influenciar o desenvolvimento motor. O desenvolvimento motor é, assim, um processo plástico, e a variação na sequência, no tempo e na velocidade de desenvolvimento está provavelmente relacionado com uma variedade de fatores biológicos (como o genótipo, tamanho e composição corporal) e do ambiente (atmosfera de criação, e oportunidades e objetos de jogos, entre outros). O desenvolvimento motor deve ser visto numa perspetiva dinâmica. Uma série de interações entre a criança como um organismo físico e comportamental, por um lado, e incorporada no seu meio ambiente, por outro, caracterizam o processo de desenvolvimento motor.

Segundo Adolph (2002), os pioneiros no desenvolvimento motor também reconheceram explicitamente que os fatores periféricos, tais como as dimensões do corpo, a força muscular, a elasticidade articular, a gravidade e as características do solo são importantes para o início e o desenvolvimento de habilidades motoras e as diferenças na forma como estas são realizadas.

Nesta perspetiva, Thelen (1986) defende que as alterações de crescimento e da força corporal em bebés podem afetar o aparecimento, o desaparecimento e a qualidade dos seus movimentos. Para Adolph (2002), os métodos elegantes de Thelen e a originalidade das suas observações revigoraram a área do desenvolvimento motor, lembrando que os comportamentos motores são ricos, atraentes e observáveis.

Adolph (2002) refere também que a mudança de paradigma no controlo motor foi em grande parte devido à redescoberta dos trabalhos clássicos de Bernstein (1967, 1996) e ao reconhecimento do conceito de *affordances* de Gibson (1979). Para Bernstein (1967, 1996), o sistema nervoso central só pode jogar um papel limitado no controlo motor no início das ações musculares. A gravidade, a inércia e as propriedades viscoelásticas das articulações, nenhum controlado pelo sistema nervoso central, também contribuem para a força total dos movimentos subjacentes. Para Gibson (1979), as propriedades do ambiente, tanto constroem como suportam a gama de movimentos possíveis.

O estudo realizado contempla a aquisição da postura em pé independente numa criança com hipotonia apresentando controlo de movimento fraco, atraso das habilidades motoras e padrões de

movimento motor anormais. O estudo pretende avaliar e perceber se a manipulação de *constrangimentos da tarefa* propicia um padrão mais desenvolvido de bipedia numa criança hipotónica, sendo um tema pouco abordado em crianças com esta condição e nesta etapa do desenvolvimento motor, permitindo deste modo a discussão de meios de intervenção precoce no desenvolvimento motor destas crianças.

1.1. Enquadramento Teórico e Conceptual

1.1.1. Conceito de Constrangimentos Orgânicos, da Tarefa e do Envolvimento

Segundo Nazário (2011), os estudos transversais na área do desenvolvimento negligenciam na maioria das vezes possíveis causalidades entre influências externas e o desenvolvimento das crianças. Estudos longitudinais permitem acompanhar o desenvolvimento humano, através da investigação de mudanças nas características humanas ao longo do tempo e da identificação das mudanças que ocorrem num contexto num determinado período de tempo. Durante muitos anos, o paradigma maturacional fundamentou e baseou-se em estudos realizados na área do desenvolvimento motor. Entretanto, novas abordagens e teorias surgiram inspiradas num paradigma ecológico.

O paradigma ecológico tem modificado o viés de algumas abordagens científicas no campo comportamental e, segundo Moen, Elder e Lüscher (1995), este paradigma conduz o estudo do ser humano nos seus ambientes, onde estes estão em desenvolvimento, sendo que os comportamentos observados devem ser examinados como um conjunto de funções das características da pessoa e do ambiente (Nazário, 2011).

Bronfenbrenner (1979) refere a interação do indivíduo com o ambiente, afirmando que a ecologia do desenvolvimento humano compreende o estudo científico da acomodação progressiva e mútua de um ser humano ativo em desenvolvimento e as propriedades mutantes dos ambientes imediatos nos quais a pessoa em desenvolvimento vive; assim como esse processo é afetado pelas relações entre esses ambientes, e pelos contextos maiores nos quais esses ambientes são contidos.

Dentro deste paradigma ecológico, outra abordagem eficaz é o modelo de Newell (1986), utilizado também para estudar o comportamento motor ao longo da vida e indo ao encontro do modelo bioecológico de Bronfenbrenner (1979), com base numa perspetiva biológica e ecológica (Nazário, 2011).

O modelo de Newell (1986) engloba: (i) os constrangimentos do organismo, ou seja elementos do *indivíduo* (fatores biológico), (ii) os constrangimentos do envolvimento, ou seja elementos do *ambiente* e, (iii) os constrangimentos da tarefa, ou seja fatores da *tarefa*, como parte do contexto ambiental. Newell (1986) descreve estes elementos do modelo como *constrangimentos* que podem influenciar mudanças desenvolvimentais, as quais interagem para constranger os padrões de

coordenação e de controlo motor na execução das tarefas. Assim, constrangimento refere-se a fatores que podem tanto facilitar como restringir o desenvolvimento.

Os constrangimentos do organismo podem ser divididos em duas categorias, sendo uma estrutural (e.g., características antropométricas) e outra funcional (e.g., força, coordenação e equilíbrio). Os constrangimentos do envolvimento podem ser relacionados ao ambiente físico ou fatores socioculturais, ou seja, incluem a gravidade, a temperatura, as características do solo em que a criança se movimenta, podendo estes fatores alterar o curso de desenvolvimento. Os constrangimentos da tarefa podem ser agrupados dentro das regras da tarefa, matérias e/ou equipamentos utilizados e objetivos da tarefa. Os objetivos e regras da tarefa podem ser associados com o desenvolvimento cognitivo da criança, enquanto os materiais e/ou equipamentos da tarefa podem ser adaptados para a criança, facilitando a aprendizagem e o desenvolvimento motor (Newell, 1986).

Desta forma, a estabilidade postural e o comprimento do membro inferior da criança (constrangimentos individual), as mudanças que ocorrem no ambiente em que a criança se desenvolve (constrangimentos do ambiente) e a dificuldade em realizar uma tarefa nova (constrangimentos da tarefa) são fatores que podem interferir nos padrões de desenvolvimento motor das crianças (Nazário, 2011).

1.1.2. Constrangimentos e Desenvolvimento da Coordenação Motora

Para Assaiante, Mallau, Viel, Jover e Schmitz (2005), o controlo postural é fundamental para a execução de ações específicas. A função mais importante da postura é o de assegurar a manutenção do equilíbrio durante o início e a progressão do movimento. Além disso, a postura serve como um quadro de referência para a produção de movimentos precisos. Deste modo, estratégias posturais têm de ser adaptadas a vários contextos e ambientes.

Assim, uma abordagem funcional do desenvolvimento motor envolve um domínio gradual de coordenação, antecipação e adaptação do controlo postural (Assaiante et al., 2005).

Uma análise das alterações comportamentais que ocorrem durante a aquisição da posição bípede independente mostra que os bebés começam a adotar a posição bípede com ajuda por volta dos 8 a 9 meses de idade, começam a andar com ajuda aos 11 meses, elevam-se para uma posição bípede

por volta dos 12 meses, assumem a posição bípede de forma independente aos 14 meses, e andam sozinhos por volta dos 15 meses de idade (M. H. Woollacott & Shumway-Cook, 1990).

Hadders-Algra (2005) refere que as crianças desenvolvem a capacidade de ficar em pé sem apoio geralmente durante o período de idade de 9 a 12 meses. No entanto, mesmo quando os lactentes são capazes de permanecer apenas com suporte, os ajustes posturais já estão caracterizados pela presença de um repertório de ajustes específicos no espaço. Com o aumento da idade, o aumento da experiência e o aumento da capacidade da postura em pé, as crianças aprendem a selecionar do seu repertório de padrões posturais, o padrão no qual a maioria dos músculos, com objetivos específicos determinados, são ativados. Esta observação significa que os princípios básicos de desenvolvimento para ajustes posturais durante a posição de pé são similares àqueles para os ajustes durante a posição de sentada. No entanto, o desenvolvimento da organização temporal difere. Ajustes posturais durante a posição de sentado em idade precoce são caracterizados por um domínio leve de recrutamento *top-down* (de cima para baixo), enquanto os ajustes posturais durante as primeiras fases de desenvolvimento da postura de pé são caracterizados por uma forte dominância de recrutamento *bottom-up* (de baixo para cima).

Para Bernstein (1967), a aquisição de habilidades motoras é o processo de resolver o problema de coordenar os muitos e redundantes graus de liberdade¹ do corpo. Deste modo, a perspectiva dinâmica descreve o controlo postural como uma habilidade emergente ocorrendo como resultado da interação do organismo com o envolvimento.

Quando o controlo postural é visto como uma habilidade emergente e dinâmica, uma progressão linear da aptidão seria de esperar, com a transição para novos níveis de habilidade, caracterizados por limitar os graus de liberdade para estabilidade do comportamento, ou libertar graus de movimento para uma maior capacidade de adaptação do comportamento. Com a progressão do nível de habilidade para uma forma mais madura, os graus de liberdade serão libertados para uma coordenação mais flexível dos segmentos do corpo com o envolvimento (R. T. Harbourne & Stergiou, 2003).

Mas, para Harbourne e Stergiou (2003), a não-linearidade demonstrou ser uma característica de muitos aspetos do desenvolvimento. O crescimento físico do próprio corpo do ser humano ocorre

¹ Um corpo considerado livre no espaço tridimensional pode ter movimento de translação e/ou de rotação em relação aos três eixos coordenados cartesianos (X, Y, Z). Cada uma destas possibilidades designa-se de grau de liberdade. Um corpo no espaço tridimensional tem, portanto, seis graus de liberdade. Com efeito, pode definir-se grau de liberdade ou mobilidade como o número mínimo de coordenadas necessário para descrever o movimento (ou a configuração) de um mecanismo.

em pulsos, com longos períodos de crescimento não detetável intercalado com episódios de crescimento importante do corpo.

Assim, segundo Harbourne e Stergiou (2003), as crianças alcançam uma habilidade, aumentando a estabilidade e a regularidade da sua estratégia e congelando os graus de liberdade, e a seguir soltam os graus de liberdade para explorar as dinâmicas de uma nova capacidade motora no envolvimento.

O Papel dos Constrangimentos no Desenvolvimento da Coordenação Motora

Estudos sobre o desenvolvimento do controlo postural ao longo da vida e a sua integração com tarefas voluntárias mostram uma série de princípios interessantes de progressão do desenvolvimento. Primeiro, as crianças mostram um gradiente claro cefalocaudal no desenvolvimento de respostas posturais, com o primeiro controlo aparecendo nos músculos do pescoço, em seguida no tronco, e finalmente nos membros inferiores (M. H. Woollacott & Shumway-Cook, 1990).

Para Sun e Jensen (1994), as rápidas mudanças no crescimento físico durante a infância afetam o tamanho e a forma dos segmentos corporais. Essas alterações na massa dos segmentos e a distribuição de massa (momentos de inércia) estão parcialmente coerentes com os princípios de desenvolvimento cefalocaudal e próximo-distal (Cameron, Tanner, & Whitehouse, 1982; Tanner, 1962), conforme indicado por taxas de crescimento diferencial² entre os segmentos do corpo infantil.

Assim, para Chester e Jensen (2005), as mudanças nos parâmetros de inércia segmentar são considerados como restrições importantes do sistema ou parâmetros de controlo, envolvidos na determinação da emergência de padrões motores infantis novos e progressivamente mais estáveis, e as taxas de crescimento diferencial dos segmentos corporais infantis desempenham um papel importante no desenvolvimento das habilidades motoras variadas.

Para Assaiante et al. (2005), a postura humana envolve módulos sobrepostos dos pés à cabeça, cada um com sua própria regulamentação específica central e periférica, que podem ser controlados mais ou menos independentemente. Classicamente, dois modos de controlo são possíveis. A estratégia

² Existem diferenças na velocidade de crescimento entre os diferentes segmentos corporais do infante, consistentes com os princípios do desenvolvimento cefalocaudal e crescimento próximo-distal. As diferenças são consideráveis, em particular para a parte inferior do tronco e da perna, onde o crescimento pode ser irregular até após a idade de 15 meses. As mudanças nos momentos de inércia dos segmentos são examinados para melhor entender as relações entre o crescimento físico e desenvolvimento motor durante a infância.

"*en bloc*" consiste em minimizar o número de graus de liberdade a serem controlados ao mesmo tempo, durante o movimento, segundo a teoria de Bernstein (1967). O outro modo de controlo é a estratégia "articulada", que consiste em controlar, de forma independente, um par de segmentos consecutivos anatómicos e requer o domínio dos graus de liberdade da articulação correspondente.

Assaiante et al. (2005) referem que as várias estratégias de equilíbrio adotadas pelas crianças, bem como por adultos, envolvem dois princípios fundamentais funcionais da organização espacial. O primeiro diz respeito a escolha do quadro de referência estável em que o controlo de equilíbrio está baseado, e o segundo diz respeito ao domínio gradual dos graus de liberdade das articulações do nosso corpo. A escolha do segmento anatómico estável de referência, bem como a natureza do acoplamento entre as articulações, depende: (i) das restrições dinâmicas que determinam a dificuldade de uma tarefa motora; (ii) do meio ambiente; e (iii) das características de cada período de desenvolvimento.

As várias estratégias de equilíbrio envolvem também dois principais princípios funcionais da organização temporal. Deste modo, o segmento anatómico estabilizado constitui a origem da organização temporal do controlo de equilíbrio. Os segmentos estão envolvidos no movimento numa sequência ascendente ou descendente, consoante o segmento anatómico que serve como sistema de referência. Por exemplo, numa tarefa em pé sobre uma superfície de suporte estável, o controlo de equilíbrio é organizado a partir dos pés até à cabeça, em ordem crescente. Em contrapartida, numa situação mais dinâmica, como caminhar sobre um feixe estreito, o quadro de referência estabilizado pode ser a cabeça, sendo o controlo de equilíbrio organizado da cabeça até aos pés, em ordem decrescente (Assaiante et al., 2005).

Para Assaiante et al. (2005), os estudos efetuados acerca da adaptação de estratégias posturais destinam-se a testar a capacidade de adaptação a curto e longo prazo do sistema nervoso central durante restrições biomecânicas externas temporárias em crianças saudáveis e durante constrangimentos internos crónicas em crianças com patologias esqueléticas. Para além da manutenção do equilíbrio, uma outra função da postura é o de assegurar a orientação de um segmento do corpo. O controlo da orientação e do equilíbrio requer o tronco como um quadro de referência inicial que envolve um desenvolvimento do controlo postural egocêntrico para excêntrico (central para periférico).

Assaiante et al. (2005) concluem que o primeiro passo das crianças consiste em construir um repertório de estratégias posturais, e a segunda etapa consiste em aprender a selecionar a estratégia

postural mais adequada, de acordo com a capacidade de prever a consequência do movimento de modo a manter o controlo do equilíbrio e a eficiência da tarefa.

O Papel da Visão no Desenvolvimento da Coordenação Motora

Um sistema motor totalmente desenvolvido é multimodal e redundante, e intrinsecamente interligado com a ação antecipatória, gerando as forças reativas que são necessárias para neutralizar a potencial falta de equilíbrio. Os principais sistemas sensoriais que estão envolvidos no controlo do equilíbrio são os sistemas: visual, cinestésico, vestibular, e recetores de pressão do sistema somatossensorial (Geuze, 2005).

Geuze (2005) refere que, do ponto de vista desenvolvimental, o grau de controlo postural e do equilíbrio agem como um constrangimento no desenvolvimento de habilidades motoras específicas. Até a idade de 3 anos, o desenvolvimento do equilíbrio estático é caracterizada pelo predomínio visual precoce que, aos poucos dá lugar a um maior envolvimento da informação/estímulo somatossensorial e vestibular até a idade de 10 anos, quando um tipo de controlo mais equivalente ao do adulto é atingido.

Para além, Donker, Ledebt, Roerdink, Savelsbergh, e Beek (2008) realçam que, de acordo com os estudos de Wulf e Prinz (2001), Wulf, McNevin, e Shea (2001), e McNevin e Wulf (2002), a adoção de um foco externo de atenção é benéfico para o desempenho e a aprendizagem de habilidades motoras. Assim, fornecer um contexto funcional para a tarefa melhora, de uma forma geral, o seu desempenho (Lin, Wu, & Trombly, 1998; Volman, Wijnroks, & Vermeer, 2002; Weel, van der Meer, & Lee, 1991).

Segundo Olivier, Palluel e Nougier (2008), alguns estudos recentes forneceram evidências de que a regulação da postura, desde a mais simples tarefa (ou seja, ortostática) para a mais complexo (como o equilíbrio unipodal), também envolve processos de atenção (Vuillerme & Nougier, 2004; M. Woollacott & Shumway-Cook, 2002). A mobilização destes recursos de atenção depende: (1) da idade (Teasdale & Simoneau, 2001; M. Woollacott & Shumway-Cook, 2002), (2) das informações sensoriais disponíveis (Shumway-Cook & Woollacott, 2000; Teasdale & Simoneau, 2001), (3) da complexidade da tarefa postural (Lajoie, Teasdale, Bard, & Fleury, 1996), (4) da destreza (Vuillerme & Nougier, 2004), e (5) do foco da atenção voluntária na oscilação corporal (Vuillerme & Nafati, 2007).

Olivier et al. (2008) referem que a capacidade de atenção aumenta à medida que a idade aumenta (Wickens & Contrucci, 1974), assim como o processo de desenvolvimento da atenção seletiva (Enns & Girgus, 1985), observando-se uma melhoria da estabilidade postural durante a infância (Kirshenbaum, Riach, & Starkes, 2001; Sundermier, Woollacott, Roncesvalles, & Jensen, 2001).

No entanto, Donker et al. (2008) referem que a criação de um foco externo de atenção permite um controlo mais automático de movimentos (Donker, Roerdink, Greven, & Beek, 2007; McNevin & Wulf, 2002; Roerdink et al., 2006), que é frequentemente mais eficiente (Blanchard et al., 2005; McNevin, Shea, & Wulf, 2003), ao invés de um foco interno de atenção (por exemplo, dirigir a atenção para o próprio corpo e os movimentos corporais) que pode atrapalhar os automatismos com os quais as habilidades são normalmente realizadas (McNevin et al., 2003; McNevin & Wulf, 2002; Wulf & Prinz, 2001; Wulf, Shea, & Park, 2001).

1.1.3. Conceito de *Affordance*

Segundo Gibson (1979), "as *affordances* do ambiente são o que ela oferece ao animal, ou o que proporciona ou fornece, seja para o bem ou para o mal". A *affordance* aparece então como um recurso que o ambiente oferece a qualquer animal que tem a capacidade de percebê-la e usá-la. Como tal, as *affordances* são significativas para os animais: elas fornecem oportunidades para determinados tipos de comportamento, sendo propriedades do ambiente mas usadas pelos animais.

Existem opiniões diferentes sobre as características do ambiente relativamente ao animal. Para Reed (1996), as *affordances* são recursos do ambiente, propriedades dos objetos que podem ser explorados por determinados animais, relacionando as *affordances* à evolução das espécies através da seleção natural. Os recursos presentes no ambiente são a fonte da seleção natural dos animais, fazendo com que desenvolvem sistemas perceptíveis para perceber esses recursos. Esta visão seletiva das *affordances*, na qual existem recursos ambientais perceptíveis e usados por determinados animais, é também apoiada por Stoffregen (2000).

Mas para Turvey (1992), a psicologia ecológica está mais ligada com a física do que a biologia evolutiva. Deste modo, as *affordances* são propriedades disposicionais do meio ambiente, ou seja tendências para manifestar determinada propriedade, apenas em determinadas circunstâncias. Assim, as *affordances* por si só não podem exercer qualquer seleção natural.

Turvey (1992) defende também que as *affordances* são complementadas por habilidades ou mais tecnicamente por efetividades, sendo, estas, propriedades dos animais que lhes permitam fazer uso de *affordances*.

Para Stoffregen (2003), as *affordances* são propriedades do sistema animal-ambiente, existindo apenas na interação deste sistema, aparecendo, então, consistente com a percepção direta, e não com propriedades disposicionais. Stoffregen (2003) defende também que as dinâmicas do sistema animal-ambiente são uma propriedade emergente deste sistema e, como tal, não podem ser identificadas nas dinâmicas do animal, nem nas dinâmicas do ambiente.

Chemero (2003) define o conceito de *affordance* como as relações entre as habilidades (ou aspetos particulares) dos animais e as características particulares do meio ambiente (ou de situações). Deste modo, as *affordances* são ambos reais e perceptíveis mas não são propriedades nem do ambiente nem do animal.

1.1.4. Teoria das *Affordances*

Durante a interação dinâmica com o ambiente, o homem (agente) controla parte das suas atividades através da captação de informação pelo sistema visual. Tal captação é determinada pelas suas intenções e capacidades, e pelas informações disponíveis no ambiente que o envolve. Assim, é fundamental entender quais informações disponíveis para o agente são efetivamente percebidas e contribuem para a regulação do comportamento (Oliveira & Rodrigues, 2006).

Na conceção de Gibson (1979), o sistema perceptivo é capaz de captar informações necessárias para a interação animal-ambiente. A percepção sendo a captação de *affordances*, e que estes podem ser diretamente percebidos, não são as qualidades ou as propriedades do ambiente que são captadas durante o ato perceptivo, mas as possibilidades de ação.

As *affordances* dependem das características ambientais referentes à escala corporal e capacidades do agente. Para que ocorra um ajuste do comportamento, é importante que as decisões sobre as possibilidades de ação dependam do reconhecimento do que o sujeito pode fazer corporalmente, e qual a sua capacidade de produção de movimento, limitações articulares e força entre outros (Oliveira & Rodrigues, 2006).

Considerando que as *affordances* referem-se às possibilidades de ação do agente relativamente a um ambiente, e que a sua percepção depende da capacidade de ação do agente, a percepção aparece como a interação recíproca entre agente e ambiente (Gibson, 1979).

Gibson (1979) introduziu o conceito de *affordance*, para descrever as oportunidades propiciadas pelo ambiente ao indivíduo. Segundo uma perspectiva ecológica, o autor investiga o comportamento humano não apenas como uma ação direta do indivíduo, mas sim como uma interação entre o indivíduo e o ambiente, sendo este processo dinâmico e não linear.

Gibson (1979) concebe o comportamento como o resultado de uma leitura direta do envolvimento, ou seja o indivíduo comporta-se em função do que a percepção lhe permite. Assim, o conceito chave da perspectiva ecológica representa uma combinação invariante de múltiplas variáveis do envolvimento, que permite um determinado comportamento por um determinado indivíduo. O indivíduo, na sua relação com o envolvimento, age então em função das características desse mesmo envolvimento e das suas próprias capacidades nesse momento (Gibson, 1979).

1.1.5. Hipotonia: Definição e Classificação

Peredo e Hannibal (2009) descrevem a hipotonia como uma resistência reduzida da amplitude de movimento passivo. Uma definição mais usada de hipotonia é o comprometimento da capacidade de manter o controlo postural e do movimento contra a gravidade. Assim, as crianças com hipotonia ou crianças “floppy” apresentam um controlo de movimento fraco, atraso das habilidades motoras, e padrões de movimento motor hipotónicos, ou seja alterações no controlo postural, aumento da amplitude de movimento, e mecânica de movimento e de estabilidade anormais. Crianças moles têm sempre hipotonia, mas a hipotonia pode existir sem fraqueza.

Crianças podem apresentar-se com hipotonia devido a anormalidades do sistema nervoso central ou periférico, miopatias, doenças genéticas, endocrinopatias, doenças metabólicas, e doenças agudas ou crónicas. Uma abordagem sistemática dum criança “floppy”, prestando atenção à história e exame clínico, é fundamental na localização do problema numa região específica do sistema nervoso (Peredo & Hannibal, 2009).

Porque uma disfunção em qualquer nível do sistema nervoso pode causar hipotonia, o diagnóstico diferencial é extenso. Causas centrais, tanto aguda como crónica, são mais comuns do que os distúrbios periféricos. Condições centrais incluem encefalopatia hipóxico-isquémica, outras

encefalopatias, danos cerebrais, hemorragias intracranianas, distúrbios cromossômicos, síndromes congénitas, erros inatos do metabolismo e doenças neurometabólicas. Distúrbios periféricos incluem anormalidades na unidade motora, especificamente nas células do corno anterior (e.g., atrofia muscular espinhal), nos nervos periféricos (e.g., miastenia), na junção neuromuscular (e.g., botulismo) e no músculo (e.g., miopatia). Vários estudos têm mostrado que as causas centrais rondam os 60% a 80% dos casos de hipotonia e que causas periféricas ocorrem em 15% a 30% (Peredo & Hannibal, 2009).

Para Jeannet (2006), a hipotonia é um sinal não específico frequentemente encontrado no infante. Pode ser congénita, adquirida ou transitória e manifestar-se em condições que não englobam obrigatoriamente o sistema nervoso ou muscular. De facto, uma criança “doente” poderá apresentar-se hipotónica. Classicamente distingue-se a hipotonia de origem central da hipotonia de origem periférica. Também existe a hipotonia transitória, de evolução favorável, sendo apenas uma variação das normas.

Reed (2007) considera que a síndrome da criança hipotónica inclui um grande número de situações que podem ser de enfoque neurológico ou pediátrico. Sabendo que o tónus muscular depende da integridade do arco reflexo, sobre o qual atuam diversas influências suprasegmentares moduladoras, é fácil entender que existem dois grandes grupos de hipotonia muscular: a hipotonia intrínseca ou primária e a hipotonia secundária. A primeira depende do acometimento das estruturas que compõem o arco reflexo, ou seja, a unidade motora periférica desde o motoneurónio medular até ao músculo, passando pelas raízes, nervos periféricos, junção mioneural e músculos. A hipotonia secundária ocorre principalmente no contexto clínico de afeções neurológicas com comprometimento supranuclear (sistema nervoso central), sendo também considerada hipotonia secundária a que se manifesta no contexto de síndromes genéticas (e.g., o síndrome de Down), de doenças sistémicas graves de carácter extraneurológico (criança gravemente enferma), ou ainda nas situações que afetam tendões e ligamentos, principalmente nas doenças do colagénio.

Finalmente, a hipotonia muscular é algumas vezes de carácter constitucional, frequentemente familiar, podendo ser observado em pessoas extremamente hiperextensíveis e contorcionistas. Existe ainda a possibilidade de crianças pouco estimuladas ou hiperprotegidas, às vezes institucionalizadas, apresentarem-se hipotónicas ao longo dos dois primeiros anos do desenvolvimento (U. C. Reed, 2007).

Gowda, Parr e Jayawant (2008) recorrem ao termo “floppy” para definir o conjunto das três características seguintes: (i) Diminuição do tónus muscular (hipotonia); (ii) Diminuição da força muscular (fraqueza); e (iii) Hiperlaxidão ligamentar e aumento das amplitudes articulares.

Algumas características são comuns nas crianças “floppy” independentemente da sua etiologia ou localização da anormalidade. Uma criança é geralmente considerada de “floppy” se ela assumir uma postura de “rã”, se for incapaz de manter uma postura normal contra a gravidade, exibir uma resistência diminuída à mobilização passiva e se tiver uma excessiva amplitude articular (Gowda et al., 2008).

Segundo Jeannet (2006), o exame clínico avalia: (i) o tónus em repouso, pela observação das posturas da criança, (ii) o tónus passivo, pela resistência à mobilização passiva dos membros e (iii) o tónus ativo, presente nos movimentos contra gravidade.

Para Gowda et al. (2008), os sinais clínicos de uma criança “floppy” são: (i) a postura de “rã” em decúbito dorsal, que geralmente implica uma diminuição dos movimentos reflexos, com as pernas totalmente abduzidas e os braços deitados ao longo do corpo ou em extensão ou em flexão; (ii) a cabeça excessivamente caída quando a criança é tracionada pelos braços e o tronco excessivamente arredonda para trás quando é sentada; (iii) a Postura de U invertido em suspensão ventral; e (iv) a sensação de “escorregar pelas mãos” quando a criança é mantida sob os braços (teste de suspensão vertical).

Para Peredo e Hannibal (Peredo & Hannibal, 2009), a avaliação clínica de uma criança “floppy” inclui uma avaliação neurológica detalhada com exame do tónus, da força e dos reflexos. Para a avaliação do tónus, o profissional de saúde deve examinar o tamanho e a forma da cabeça de uma criança, a postura e o movimento. Um bebé com hipotonia encontra-se muitas vezes com os membros em abdução e em extensão, na posição de decúbito dorsal. Técnicas adicionais para o posicionamento e o exame do tónus incluem a suspensão horizontal e vertical, e a tração. Para demonstrar um tónus diminuído, a criança é suspensa em decúbito ventral com a palma do examinador debaixo do peito (suspensão horizontal). A cabeça e as pernas ficam suspensas e molengas, formando uma postura de “U” invertido. Quando o examinador agarra a criança sob os braços em posição vertical (suspensão vertical), esta desliza pelos ombros. Quando a criança é puxada pelos braços a partir de uma posição supina para a posição de sentada (tração), é evidente a hiperextensão da cabeça.

Outros achados pertinentes podem incluir uma extensão do tronco pobre, astasias (incapacidade de manter-se de pé devido à falta de coordenação muscular) mesmo com suporte, diminuição da resistência na flexão e extensão das extremidades, abdução exagerada da anca, e dorsiflexão

exagerada do tornozelo (hiperlaxidão ligamentar). Anormalidades na estabilidade e no movimento podem manifestar-se numa criança mais velha como o rastejar, a posição de sentado no chão em W (os joelhos virados para dentro e os pés de lado), a marcha com uma base ampla, o genu recurvatum e a hiperpronação dos pés. A fraqueza também pode se manifestar como uma diminuição da força e da frequência de movimentos espontâneos (Peredo & Hannibal, 2009).

1.1.6. Revisão de Estudos

Na pesquisa de artigos sobre constrangimentos da tarefa e desenvolvimento da coordenação motora surgem essencialmente estudos acerca da emergência da postura de sentado e do aparecimento da habilidade motora alcançar. Também foi selecionado um estudo sobre os efeitos do foco da atenção sobre as alterações posturais na posição bípede nas crianças e nos adultos com recurso a um método de análise não linear.

Na pesquisa de artigos com crianças com distúrbios no desenvolvimento da coordenação motora foram selecionados estudos relacionados com crianças nascidas prematuras e crianças com o síndrome de Down, ambas apresentando hipotonia e atrasos no desenvolvimento de habilidades motoras, assim como um estudo comparando as oscilações posturais de crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento típico.

Relativamente a pesquisa de artigos sobre a terapêutica, destaca-se a intervenção precoce em crianças com distúrbios do desenvolvimento da coordenação motora.

1.1.6.1. *Desenvolvimento de Habilidades Motoras em Infantes*

No estudo realizado por Harbourne e Stergiou (2003), foi examinado longitudinalmente o desenvolvimento do controlo postural da posição sentado, em cinco crianças normais, em três fases distintas da postura sentada: (i) Fase 1-quando a criança consegue segurar a sua cabeça e a porção superior do tronco, mas não consegue sentar de forma independente; (ii) Fase 2- quando a criança consegue sentar-se de forma independente por breves períodos de tempo; e (iii) Fase 3- quando a criança consegue sentar-se de forma independente. Os pais falavam com o bebé ou exibiam brinquedos para segurar a atenção da criança e manter a posição da criança.

Foram usados métodos de dinâmica não linear para analisar os dados dos centros de pressão, obtidos a partir de uma plataforma de força durante a posição de sentado, em termos de: (i) estabilidade do sistema neuro-muscular (exponente de Lyapunov); (ii) dimensões do movimento (correlação da dimensão); e (iii) complexidade/ regularidade (*Approximate Entropy*).

Os resultados obtidos no estudo de Harbourne e Stergiou (2003) indicam mudanças significativas nas medidas não lineares ao longo do tempo, com um aumento da estabilidade e um aumento na regularidade revelando estratégias mais estáveis e periódicas para manter o controlo postural. A dimensionalidade diminui da fase 1 para a fase 2, indicando uma restrição dos graus de liberdade. Consequentemente, a dimensionalidade aumenta da fase 2 para a fase 3, indicando uma libertação dos graus de liberdade com o aparecimento da posição sentada de forma independente.

Para Harbourne e Stergiou (2003), a análise não linear das séries temporais do centro de pressão apoia a perspetiva de que o desenvolvimento do controlo postural é um processo dinâmico pelo qual a criança aprende a controlar graus de liberdade do corpo para alcançar a postura de sentada, aumentando a estabilidade e regularidade da sua estratégia para conseguir em primeiro a habilidade, e a seguir soltar graus de liberdade para adaptativamente explorar e interagir com o ambiente.

Harbourne e Stergiou (2003) referem também que a metodologia utilizada neste estudo pode ser um meio simples de avaliar o controlo postural dinâmico em crianças, o que pode ser útil na avaliação da eficácia de tratamentos para crianças com distúrbios do movimento em desenvolvimento.

No estudo realizado por Bhat, Heathcock e Galloway (2005), o objetivo foi determinar como o grupo de criança que ainda não realizava o movimento de alcance (com idade compreendida entre oito e nove semanas), o grupo que quase conseguia o movimento de alcance (com idade compreendida entre catorze e dezasseis semanas) e o grupo que conseguia recentemente realizar o movimento de alcance (com idade compreendida entre dezasseis e dezanove semanas) mudaram a cinemática dos seus movimentos espontâneos do membro superior na presença de um brinquedo.

Cinco crianças em cada um destes grupos foram observadas com um sistema de captura de movimento de alta velocidade durante os ensaios, com e sem a presença de brinquedo. As análises cinemáticas analisaram os movimentos tridimensionais da mão, do ombro e do cotovelo.

Os resultados sugerem que, com a presença de um brinquedo, as crianças que não conseguem realizar o movimento de alcançar alteraram a sua quantidade de movimento, enquanto os que quase conseguem realizar e os que conseguem realizar o movimento de alcançar alteraram a sua qualidade

de movimento através da dissociação espaço-temporal e da reorientação do membro superior. Deste modo, ao comparar as alterações entre os grupos observou-se três padrões preliminares de mudanças com a presença de brinquedos (A. Bhat et al., 2005).

Para Bhat et al. (2005), estes resultados fornecem um suporte empírico para a proposta de que a continuidade do desenvolvimento maleável existe entre os movimentos precoce do membro superior e o surgimento do movimento alcançar. Aqui, os que não conseguem, os que quase conseguem e os que conseguem recentemente realizar o movimento de alcançar mostraram uma variedade de alterações na presença de brinquedo nas cinemáticas da mão, do ombro e do cotovelo. Futuros estudos longitudinais são necessários para começar a perceber o processo complexo pelo qual as crianças adaptam os seus primeiros movimentos do braço para comportamentos intencionais.

Noutro estudo, realizado por Bhat e Galloway (2007), o objetivo geral foi procurar evidências de constrangimentos, identificando as características invariantes das cinemáticas das articulações do ombro e do cotovelo durante os movimentos dos membros superiores na fase de pré-alcance com e sem a presença de um brinquedo.

Treze crianças saudáveis, nascidas a termo, numa fase inicial de realização do movimento de alcance foram filmadas nas condições “sem apresentação de brinquedo” e “na presença de brinquedo”.

As características invariantes do movimento podem refletir a presença de constrangimentos que reduzam a complexidade de aprender a alcançar e estabelecer uma ligação entre os movimentos precoces do membro superior e o movimento de alcance. A excursão e a suavidade da articulação foram consistentemente maior no ombro do que no cotovelo sugerindo fortes restrições do organismo nos movimentos de pré-alcance. A velocidade tornou-se maior no ombro que no cotovelo apenas com a presença do brinquedo durante as quatro semanas que antecederam o início do movimento de alcance sugerindo a introdução de constrangimentos relacionados com a tarefa (A. N. Bhat & Galloway, 2007).

Para Bhat e Galloway (2007), importantes constrangimentos do organismo influenciam os movimentos do membro superior ao longo da fase de pré-alcance, e fornecem uma base para a sobreposição de constrangimentos relacionados com tarefas levando ao surgimento do movimento alcançar.

Assim para Bhat e Galloway (2007),o surgimento de comportamentos motores precoces não resultam de alguns constrangimentos dominantes, mas a partir da interação contínua de uma série

de restrições internas e externas sobre o bebê. Assim, a importância das diferenças do ombro-cotovelo como uma característica do desenvolvimento do movimento de alcance só pode ser determinada em relação à interação da “confluência de constrangimentos” ativa durante toda a fase de pré-alcance.

No estudo de Olivier et al. (2008), foram analisadas as modificações de controlo postural quando a atenção era orientada voluntariamente na oscilação postural, em crianças de 4 a 11 anos e em adultos. Uma vez que (1) há menos recursos de atenção em crianças do que em adultos, (2) o processamento de atenção seletiva melhora com a idade, ou seja, as crianças usam uma estratégia diferente para centrar a sua atenção do que os adultos, e (3) a estabilidade postural nos adultos diminui quando a atenção está focada na oscilação postural, foi colocada a hipótese de que a estabilidade postural é menos afetada em crianças do que em adultos quando a atenção é focada na oscilação postural.

Quarenta e quatro crianças com idades compreendidas entre os 4 e 11 anos de idade e 11 adultos participaram na investigação. A tarefa de controlo postural foi executada na posição de Romberg. Duas condições experimentais foram apresentadas aos sujeitos, (1) a olhar para um vídeo num ecrã de televisão sem instrução sobre a postura, e (2) a fixar uma cruz colocado no centro do ecrã de televisão com a instrução para permanecer tão estável quanto possível. O desempenho postural foi medido por meio de uma plataforma de força.

Os resultados do estudo de Olivier et al. (2008) confirmaram uma melhoria da estabilidade postural durante o período ontogenético nas crianças com a idade de 11 anos sem atingir o nível dos adultos, sugerem também que as crianças, com idades compreendidas entre os 4 e 11 anos, são capazes de concentrar a sua atenção no controlo da postura, e demonstraram que o controlo automático da postura aumenta a estabilidade postural desde a idade dos 4anos.

Em conclusão, apesar do processamento do controlo postural ainda não estar maduro na idade de 11 anos, uma diminuição da estabilidade postural é observada em crianças como em adultos quando muitos recursos da atenção são mobilizados para controlar a postura. Na verdade, estes recursos da atenção parecem interferir com os processos automáticos normalmente envolvidos na regulação da postura em tarefas simples, como uma condição ortostática (Olivier et al., 2008).

1.1.6.2. Desenvolvimento de Habilidades Motoras em Infantes com Distúrbios do Desenvolvimento da Coordenação Motora

O estudo de Fallang e Hadders-Algra (2005) apresenta dados clínicos e neurofisiológicos do comportamento postural em crianças nascidas prematuras sem paralisia cerebral. Uma das sequelas que ocorrem com frequência em crianças nascidas prematuras é a falta de controlo postural adequada durante atividades motoras. Este comportamento postural caracteriza-se por uma força muscular defeituosa, definido como um desequilíbrio entre os ajustes ativos para mudanças na postura e o tônus muscular passivo.

Foram analisados aspetos qualitativos e quantitativos do comportamento postural em doze crianças nascidas a termo e trinta e duas prematuras sem complicações neurológicas, aos quatro e seis meses de idade corrigida.

Dados neurofisiológicos de controlo postural em idade precoce indicou a presença de uma disfunção da capacidade de modular a atividade postural, e a atividade postural tem sido caracterizado por desorganização temporal de respostas eletromiográficas. Respostas posturais no alcançar na posição de deitado em supino foram registrados e analisados em termos de centro corporal total de pressão (Fallang & Hadders-Algra, 2005).

Neste estudo, as crianças prematuras apresentaram um comportamento postural relativamente imóvel durante o movimento de alcance em comparação com bebés nascidos a termo, aos 4 e 6 meses. Isto pode ser interpretado como uma estratégia funcional: a criança congela graus de liberdade para executar o alcance. Por outro lado, essa congelação de graus de liberdade pode dificultar a exploração dinâmica normal e a variação de soluções durante o processo de aprendizagem de um novo comportamento que são predominantes no desenvolvimento normal (Fallang & Hadders-Algra, 2005).

Para Fallang e Hadders-Algra (2005), este comportamento associa-se a um desenvolvimento motor menos ideal, no entanto, pode indicar que os prematuros estão em risco de sofrer um comportamento exploratório motor pobre e falta de variação nos movimentos. Como a variação no repertório de movimentos parece ser importante no comportamento motor normal, é importante prestar atenção a este aspeto do desenvolvimento. Quando a intervenção precoce é aplicada, deve-se, portanto, justificar e estimular a criança a explorar mais soluções motoras na aprendizagem precoce de novos comportamentos.

Na pesquisa de estudos realizados com crianças hipotônicas, surgiu o estudo efetuado por Haley (1986), no qual foi examinado o surgimento de reações posturais automáticas (endireitamento, equilíbrio e reações de proteção) num grupo de crianças com síndrome de Down e num grupo de crianças com desenvolvimento típico. Foi também avaliada a relação de reações posturais com a idade cronológica e a etapa do desenvolvimento motor (medido pelas Escala de Bayley do Desenvolvimento Infantil).

O aparecimento de reações posturais automáticas é um requisito importante para a realização das habilidades motoras no curso do desenvolvimento precoce. A investigação do comportamento do movimento em crianças com síndrome de Down tem-se concentrado principalmente na descrição e extensão de graves atrasos motores, como sentar e andar (Haley, 1986).

O Síndrome de Down acarreta atrasos em todos os domínios do desenvolvimento. É uma causa comum de défices cognitivos na infância e resulta em atrasos significativos no início de habilidades motoras, incluindo diferenças qualitativas nos padrões de movimento, em comparação com o desenvolvimento típico em crianças que não apresentam esta condição (Newberger, 2000).

As crianças com o Síndrome de Down apresentam diferentes graus de incapacidade e características específicas afetadas, como uma maior amplitude articular, devido a laxidão ligamentar, atrasos no desenvolvimento das reações posturais e da mielinização, um tônus muscular fraco e deficiências cardíacas congénitas (D. A. Ulrich, Ulrich, Angulo-Kinzler, & Yun, 2001).

No estudo de Haley (1986), a relação de reações posturais com a idade cronológica foi mais fraco nos bebês com síndrome de Down, uma análise de regressão revelou um ritmo mais lento evidente de desenvolvimento de reação postural em crianças com síndrome de Down com uma idade de cerca de cinco meses e mais. Os resultados mostram também que a associação entre reações posturais e desempenho motor é notavelmente semelhante para ambos os grupos infantis em grau de associação e padrão em toda a extensão do desenvolvimento motor testado.

Para Haley (1986), estes resultados suportam a lógica atual que promove os esforços de intervenção com foco na facilitação de reações posturais para melhorar o desenvolvimento motor em crianças com síndrome de Down.

No estudo apresentado por Donker et al. (2008), foi analisada a estrutura de trajetórias do centro de pressão em nove crianças com paralisia cerebral e nove crianças com desenvolvimento típico, na posição de bipedia nas condições com os olhos abertos, com os olhos fechados, e com feedback

visual do centro de pressão. Foram quantificadas, em particular, as trajetórias do centro de pressão tanto em termos de quantidade como em termos de regularidade das oscilações.

As hipóteses do estudo de Donker et al. (2008) foram as seguintes: (1) em comparação com crianças com desenvolvimento típico, as crianças com paralisia cerebral apresentam uma maior quantidade e maior regularidade de oscilações; e (2) o feedback visual concorrente (criando um contexto externo funcional para o controlo postural, induzindo um foco mais externo da atenção) diminui tanto a quantidade como a regularidade de oscilações em crianças com desenvolvimento típico e com paralisia cerebral, enquanto a condição olhos fechados tem os efeitos opostos.

Os resultados obtidos no estudo de Donker et al. (2008) foram ao encontro, em grande parte, das duas hipóteses. Em comparação com crianças com desenvolvimento típico, a quantidade de oscilações tende a ser maior em crianças com paralisia cerebral, mas mais regulares. Além disso, a presença de feedback visual resultou em oscilações menos regulares em comparação com as condições olhos abertos e olhos fechados. Este efeito foi menos pronunciado no grupo das crianças com paralisia cerebral, as quais apresentavam posturogramas mais regulares na condição olhos abertos, do que na condição de olhos fechados, tal como no grupo de controlo.

Para Donker et al. (2008), estes resultados vão ao encontro da noção mais geral de "doenças dinâmicas" (Belair, Glass, der Heiden, & Milton, 1995; Glass & MacKey, 1988) e a hipótese "regularidade patológico versus complexidade saudável" (A. L. Goldberger, 1996, 1997; Ary L. Goldberger et al., 2002; Kyriazis, 2003; Lipsitz, 2002), segundo a qual séries temporais fisiológicas menos "complexas" ou mais "regulares" refletem menor controlo fisiológico efetivo. Deste modo, o aumento da regularidade do centro de pressão em crianças com paralisia cerebral pode ser visto como a assinatura dinâmica do controlo postural pobre.

Assim, Donker et al. (2008) concluíram que as crianças com paralisia cerebral podem beneficiar com terapias que envolvem tarefas posturais com um contexto funcional externo para o controlo postural.

No estudo de Kyvelidou, Harbourne e Stergiou (2010), o objetivo foi identificar as medidas de variabilidade de oscilação postural na posição de sentado que são significativamente diferentes entre as crianças com desenvolvimento normal, as crianças com atrasos do desenvolvimento ou com hipotonia, e as crianças com paralisia cerebral. Sessenta e cinco crianças foram avaliadas quando se encontravam numa fase inicial da habilidade motora sentar, avaliando dados do centro de pressão

através de medidas tanto de quantidade como de organização temporal da variabilidade do centro de pressão.

Os resultados do estudo de Kyvelidou et al. (2010) indicaram que as medidas de variabilidade do centro de pressão poderiam diferenciar as crianças com atraso no desenvolvimento e crianças com paralisia cerebral e proporcionar informações sobre o comportamento postural sentado.

Esta pesquisa determinou que a análise linear e a análise não linear de séries temporais do centro de pressão durante o sentar em crianças com desenvolvimento típico, com atrasos de desenvolvimento ou com paralisia cerebral podem ser um método útil, objetivo e quantitativo para distinguir diferentes graus de atraso no desenvolvimento e tipos de comportamentos posturais. Assim, a avaliação do controlo postural sentar utilizando ferramentas lineares e não-lineares para analisar séries temporais do centro de pressão parecem ser um método viável para a quantificação precoce do controlo postural. Este método pode ser usado para documentar as alterações incrementais no controlo postural sentado que podem resultar em intervenções em crianças com deficiência motora. Além disso, estas descobertas têm implicações clínicas adicionais apoiando a noção de que os terapeutas devem encorajar a variabilidade e múltiplas estratégias posturais durante a intervenção projetada para atender as metas relativas à independência sentado (Kyvelidou et al., 2010).

1.1.6.3. Terapêutica

O estudo de Heathcock, Lobo e Galloway (2008) tem por objetivo comparar o surgimento do movimento de alcançar em crianças nascidas a termo e crianças nascidas com menos de trinta e três semanas de idade gestacional e avaliar a eficácia de um programa de treino do movimento sobre a emergência do movimento de alcançar nesta população de prematuros.

Foram designados aleatoriamente vinte e seis crianças nascidas com menos de trinta e três semanas de idade gestacional e com peso inferior a 2.500 g para receber vinte minutos de treino de movimento diário ou treino social quotidiano e foram comparados com treze bebés nascidos a termo. O movimento alcançar e as interações do objeto com a mão foram testadas a cada semana durante oito semanas. Em cada visita, as crianças tiveram seis oportunidades de trinta segundos para contactar com um brinquedo na linha média.

As crianças nascidas a termo e o grupo de crianças prematuras que usufruíram do treino de movimento diário adquiriram a habilidade motora alcançar mais cedo e de forma mais consistente

do que o grupo de crianças prematuras que usufruíram do treino social quotidiano. Mais especificamente, as crianças nascidas a termo contactaram com o brinquedo mais tempo e com uma abertura maior da superfície ventral da mão. O grupo de crianças prematuras que usufruíram do treino de movimento diário demonstrou um aumento no número de contactos objeto-mão, no número de alcances consistentes, e na percentagem de tempo de interação com o brinquedo e da superfície de contacto objeto-mão (Heathcock et al., 2008).

Heathcock et al. (2008) demonstraram que os participantes nascidos prematuros apresentam diferenças na quantidade e qualidade das interações iniciais objeto-mão. Estes resultados sugerem que recém-nascidos pré-termo estão em desvantagem inicial no surgimento do movimento alcançar. Treino de movimentos diários melhorou a quantidade e a qualidade das interações objetos-mão. Estes resultados sugerem que recém-nascidos prematuros respondem a intervenções precoces especificamente concebidas.

A intervenção precoce é definida como o conjunto de ações que proporcionam à criança as experiências sensoriomotoras que necessita desde o seu nascimento para desenvolver ao máximo o seu potencial neuropsicomotor, através da presença de pessoas e objetos, em quantidade e oportunidades adequadas e num contexto de situações de variada complexidade, que geram na criança certo interesse; e através de atividades e/ou condições necessárias para alcançar uma reação dinâmica com o seu meio ambiente e uma aprendizagem efetiva (Urzêda, de Oliveira, Campos, & Formiga, 2009).

Para Urzêda et al. (2009), o programa de intervenção precoce baseia-se em atividades de estimulação sensoriomotora baseado no Conceito Neuroevolutivo de Bobath. As técnicas de tratamento são direcionadas para a estimulação do controlo postural, estímulo das coordenações sensoriomotoras e transferências de postura. As técnicas e meios utilizados na intervenção destinam-se a facilitar o desenvolvimento das coordenações sensoriomotoras do bebé e potencializar as capacidades da criança. O tratamento também objetiva orientar pais e/ou cuidadores para melhor adaptação aos cuidados oferecidos ao bebé, além de posicionamentos e estímulos em casa.

Segundo Ulrich (2010), as atividades baseadas em protocolos são fundamentais na terapia de deficiências motoras para melhorar o controlo neuromotor, a força muscular, a resistência e a função cardiovascular. Ulrich (2010) destaca também a importância de níveis significativos de atividade iniciada muito cedo para otimizar os resultados comportamentais.

Para Ulrich (2010): (i) Padrões de comportamento e mudanças nos padrões emergem através de interações auto-organizadas entre vários subsistemas, intrínsecos e extrínsecos ao organismo, dentro de um contexto e objetivos do executante; (ii) O Comportamento é dinâmico e adaptável, a resposta dependendo de ciclos repetidos de percepções e ações e às variações e solicitações contextuais ou capacidades intrínsecas do sistema; (iii) Existem vários caminhos redundantes para alcançar o mesmo objetivo funcional; (iv) O histórico é importante, fatores que podem não ter relevância óbvia para um resultado particular pode ter um impacto profundo em cascata; e (v) A organização e mudanças ao nível do sistema nervoso são significativamente afetadas por ciclos repetidos de percepção e ação.

A Intervenção precoce precisa alcançar o nível de esforço de investigação e de intervenção dedicada a apoiar o desenvolvimento e a valorização dos sistemas neuromotores. Abordagens teóricas contemporâneas e a neurociência do desenvolvimento exigem uma maior ênfase na intervenção rigorosa e precoce para infantes e crianças com deficiências motoras. A intervenção precoce não é nova, mas as novas tecnologias têm avançado, permitindo aos cientistas demonstrar empiricamente a relação entre a atividade física dos bebês e os processos normais de desenvolvimento (B. D. Ulrich, 2010).

Assim, Ulrich (2010) defende que para otimizar os resultados de desenvolvimento nos bebês e crianças pequenas com capacidade diminuída, o foco deve ser não só muito cedo, mas também baseados em protocolos funcionalmente relevantes e agressivos. Protocolos funcionais relevantes enfatizam atividades da vida diária, envolvendo crianças a mover ativamente os seus membros e o corpo através o espaço e respondendo a perturbações, mostrando a capacidade de se adaptar de forma adequada. Retardar intervenções perdendo etapas do desenvolvimento motor ou esperar que apareçam e depois tentar consertar o que parece "errado" é perder tempo, talvez irremediável, em alguns casos.

Terapeutas envolvidos no estudo e reabilitação do comportamento motor devem compreender a estrutura de funcionamento do sistema biológico em toda sua complexidade, bem como a história anterior do paciente, para selecionar adequadamente a teoria que melhor explica a ação de determinados movimentos funcionais, direcionando a prática clínica de modo a compreender como intervenções podem alterar a estabilidade vigente e permitir a emergência de novas soluções para que o indivíduo seja funcional. Numa visão ecológica, o movimento em estudo deve ser entendido de forma ampla, considerando-se as características intrínsecas do indivíduo e, também, as informações disponíveis no ambiente (Lima, Nascimento, & Teixeira-Salmela, 2010).

1.2. Apresentação do Problema

Sendo a Teoria das *affordances* uma interação entre o indivíduo e o ambiente, na qual o envolvimento oferece possibilidades de ação ao indivíduo, o comportamento humano apresenta-se então como um processo dinâmico e não linear, de acordo com uma abordagem ecológica (Gibson, 1979).

Se a regulação de constrangimentos extrínsecos propicia desenvolvimento da coordenação motora (Newell, 1986), então constrangimentos da tarefa poderão desencadear mudanças na aquisição do controlo motor do padrão de bipedia ou nas características do padrão de bipedia de uma criança.

Uma terapêutica baseada numa intervenção precoce proporciona à criança as experiências sensoriomotoras que necessita desde o seu nascimento para desenvolver ao máximo o seu potencial neuropsicomotor, através da presença de pessoas e objetos, em quantidade e oportunidades adequadas e num contexto de situações de variada complexidade, que geram na criança certo interesse; e através de atividades e/ou condições necessárias para alcançar uma reação dinâmica com o seu meio ambiente e uma aprendizagem efetiva (Urzêda et al., 2009).

Questionámo-nos, então, se constrangimentos da tarefa proporcionam alterações na aquisição ou nas características do padrão de bipedia em crianças com hipotonia.

O objetivo deste estudo é verificar se a presença de um constrangimento da tarefa proporciona desenvolvimento do controlo motor do padrão de bipedia e alteração melhorada da habilidade deste padrão numa criança com hipotonia.

Assim, pretendemos testar se um treino de equilíbrio em barras paralelas adequadas e adaptadas para crianças, com suporte e com colocação de um objeto para interagir/agarrar desencadeia o desenvolvimento motor do padrão de bipedia e melhorias nas características desta habilidade motora.

1.3. Objetivo do Trabalho

O estudo efetuado pretende verificar se a manipulação de constrangimentos da tarefa proporciona o desenvolvimento do controlo motor do padrão de bipedia e alteração melhorada da habilidade deste padrão numa criança com hipotonia.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Comparar a habilidade motora da posição bípede da criança hipotónica com a habilidade motora da posição bípede da criança com desenvolvimento típico, numa condição sem apresentação de estímulo e portanto sem interação com um objeto ou pessoa e numa condição de interação;
- Examinar o padrão de bipedia com suporte em crianças hipotónicas com e sem a presença de interação;
- Examinar o padrão de bipedia em crianças com desenvolvimento típico com e sem a presença de interação;
- Analisar o comprometimento dos padrões motores da bipedia em crianças hipotónicas;
- Avaliar a eficácia de um programa de treino de equilíbrio na postura ereta com estímulo no desenvolvimento e na manutenção da habilidade motora na criança hipotónica.

1.4. Hipóteses Levantadas

As hipóteses levantadas são as seguintes:

H1: As crianças com hipotonia apresentam um padrão motor comprometido, em comparação com uma criança com desenvolvimento típico, numa condição sem estimulação e portanto sem interação, assim como numa condição com interação com um objeto;

H2: Constrangimentos da tarefa propiciam maior controlo motor na postura ereta na criança hipotónica;

H3: Constrangimentos da tarefa propiciam maior controlo motor na postura ereta na criança com desenvolvimento típico;

H4: Um programa de treino de equilíbrio com estímulo e interação permite o desenvolvimento da habilidade motora da postura de bipedia e melhoria qualitativa da manutenção dinâmica da habilidade motora na criança com hipotonia.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da Amostra

O estudo refere-se ao estudo de caso de uma criança, de sexo masculino, apresentando hipotonia, disponível para intervenção terapêutica proposta, com consentimento informado voluntário dos encarregados de educação (Anexo 1).

A criança foi encaminhada pela médica pediátrica para efetuar tratamentos de fisioterapia, com informação clínica de hiperlaxidão ligamentar e sem equilíbrio do tronco na posição de sentado aos 7 meses e 20 dias de idade (Anexo 2A, 2B, 2C e 2D).

Após uma avaliação pormenorizada, e relativa, entre outras, a avaliação das habilidades motoras, a criança iniciou as sessões de fisioterapia para, numa primeira fase, obter equilíbrio dinâmico sentado e apresentar as habilidades motoras de acordo com a etapa de desenvolvimento em consonância com a sua idade. A frequência dos tratamentos foi de duas vezes por semana, com duração definida de 30 a 40 minutos cada sessão, a criança apresentando sinais de cansaço e irritabilidade para além deste tempo estipulado.

Após a apresentação do controlo de determinadas habilidades motoras, como bom controlo cervical, rolar, transferir e levar à boca, manter estabilidade do tronco na posição de sentado e gatinhar, a criança iniciou o treino de equilíbrio em pé com suporte pouco antes dos 10 meses de idade, momento no qual se efetuou a primeira recolha de dados. Pouco depois dos 11 meses de idade, a criança já conseguia manter a posição bípede segurando-se nas barras paralelas apropriadas, momento no qual foi realizado o segundo momento de recolha de dados, 6 semanas após o primeiro (Anexos 2E, 2F e 2G).

O bebé controlo, de sexo masculino, com desenvolvimento típico, nascido a termo, de parto normal, foi selecionado com idade similar ao bebé em estudo aquando da realização das filmagens no segundo momento de recolha (11 meses de idade) e de estrutura corporal comparável.

2.2. Materiais a Utilizar

Para a realização deste estudo foi necessária a utilização dos materiais seguintes:

- ✓ Câmaras e tripés;
- ✓ Refletores;
- ✓ Barras paralelas;
- ✓ Brinquedos para alcançar;
- ✓ Computador;
- ✓ *Software* Kinovea;
- ✓ *Software* MATLAB.

2.3. Tarefas, Procedimentos e Protocolos

A recolha dos dados foi efetuada na sala de tratamento de fisioterapia pediátrica do Centro Hospitalar de São Francisco de Leiria.

A tarefa foi realizada nas barras paralelas adaptadas e adequadas as crianças, e as duas câmaras, com tripé, foram colocadas uma lateralmente as barras e a outra de costas para a criança, de modo a focar o corpo da criança.

Os procedimentos iniciaram-se com a adaptação da configuração da sala (colocação das barras paralelas) e preparação dos instrumentos para otimizar a recolha de informações.

Por questões éticas, os adesivos refletores, de forma circular, e/ou refletores foram colocados nos collants da criança ao nível do maléolo externo, do ponto médio da face lateral externa do joelho e do ponto médio da crista-íliaca do membro inferior direito, assim como ao nível do ponto médio do sacro.

Após a familiarização da criança com o espaço, o material e as tarefas propostas, foram efetuadas as filmagens nas diferentes fases de intervenção.

A Figura 1 apresenta os procedimentos de realização da tarefa com o destaque dos marcadores nas referências anatómicas analisadas e a presença da estimulação na condição com interação.



Figura 1 - procedimentos de realização da tarefa com o destaque dos marcadores nas referências anatômicas analisadas e a presença da estimulação na condição com interação.

O sistema de recolha foi efetuado por vídeo filmagem, realizando-se a transferência das filmagens para o computador com adaptação do formato do vídeo para visualização no computador e possível visualização no programa *Kinovea*.

Após o corte dos vídeos definindo as várias fases de intervenção (ou seja momentos sem estimulação e/ou interação, e momentos com interação, ou seja com constrangimento da tarefa), procedeu-se a seleção de um referencial de dimensão e dos marcadores a analisar, seguindo o acompanhamento das suas trajetórias para cada vídeo ao longo deste. Os dados relativos as trajetória dos marcadores ao longo do vídeo e para cada vídeo foram fornecidos, sempre através do programa *Kinovea*, em ficheiros *Excel* apresentando os dados nos planos x e y de todos os marcadores selecionados, sendo possível o cálculo dos dados no plano xy, assim como o cálculo dos dados máximos e mínimos, e a diferença máxima-mínimo, o desvio padrão, a média e o coeficiente de variação (Anexos 3A e 3B).

Depois da formatação dos dados em formato “.txt”, para cada marcador, nos diferentes eixos em estudo, e para todos os recortes de vídeos definindo a condição de estudo (Anexos 3B e 4B), recorreu-se *Software* MATLAB para obtenção dos gráficos de séries temporais e gráficos de recorrência (Anexos 3C, 4C e 5C), com os valores das parâmetros em estudo, de todos os marcadores, nos eixos em estudos e dos vários vídeos (Anexos 3D e 4D).

Na criança hipotónica, foram efetuado dois momentos de recolha. O primeiro foi realizado aquando a inicialização do treino de equilíbrio em pé (às 42 semanas e 6 dias), o qual só foi possível com suporte firme ao nível subaxilar. O segundo foi realizado 5 semanas e 4 dias depois (às 48 semanas e 3 dias) quando o infante já conseguia manter a posição bípede, de forma mais autónoma, mas necessitando do apoio nas barras paralelas (Anexos 3E).

Na criança com desenvolvimento típico, constituindo a criança controlo, apenas foi realizado um momento de recolha de dados, equivalente ao segundo momento de recolha do infante hipotónico (ou seja com idade similar aquando essa recolha) e nas mesmas condições de recolha.

2.3.1. Análise dos Dados

Foi realizada uma análise linear dos dados, ou seja o cálculo das diferenças máxima-mínima e do desvio padrão, dos dados selecionados e emparelhados nas duas condições de estudo (sem interação e com interação), nas duas crianças (Anexo 5A).

Também recorreu-se a uma análise não-linear. Embora as modificações das medidas lineares indicam flutuações na variabilidade, alterações nas medidas não lineares indicam crescente complexidade do sistema de controlo postural para valores normativos. Deste modo, as ferramentas não lineares podem ser aplicadas para medir o desenvolvimento do controlo postural, como podem detetar alterações que são concorrentes com as alterações da capacidade funcional.

Um aumento na complexidade seria consistente com o aumento da variedade de estratégias posturais e de movimento disponíveis para a criança e com uma emergência de novas habilidades motoras, tal como as habilidades emergentes para adquirir o controlo da posição bípede e manter o seu equilíbrio dinâmico.

2.4. Desenho Experimental

2.4.1. Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo de caso, com e sem intervenção, e com amostra controlo emparelhada. É um estudo pré-experimental, com dois momentos de recolhas, operando o caso controlo de si próprio.

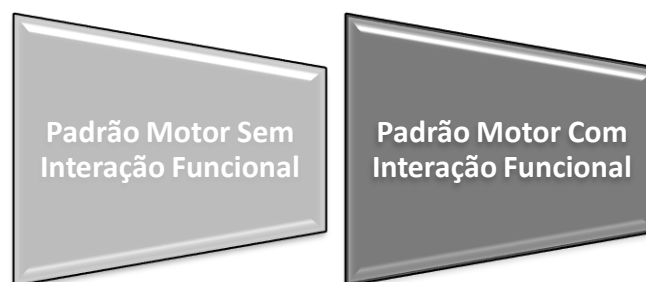


Figura 2 – Tipos de condições experimentais na criança caso e na criança emparelhada.

2.4.1.1. Notação Experimental

A notação experimental, com organização temporal das recolhas na criança caso e na criança controlo, é representada na tabela seguinte.

Tabela 1 – Representação dos momentos de observação (O), por condição e por criança.

N	O _{sem estimulação}	O _{com estimulação}	O _{sem estimulação}	O _{com estimulação}
C			O _{sem estimulação}	O _{com estimulação}

2.4.2. Limitações

O estudo baseia-se na observação e análise de um indivíduo com determinadas características em situações específicas ocorrendo num determinado contexto.

O estudo é condicionado por ameaças à sua validade interna, nomeadamente devido a maturação do sujeito.

Os materiais utilizados para a recolha de dados e a própria recolha de dados podem ter também interferido ou influenciado de certo modo o comportamento observado, sendo necessário a remoção de alguns materiais para um contexto menos laboratorial e mais natural, e a seleção de determinados comportamentos para análise de dados.

Outra limitação do estudo é o problema da generalização. Sendo um estudo em profundidade de uma realidade específica, o estudo não se pode generalizar a todos os casos com características idênticas. Apenas pode orientar para, ou reforçar determinadas teorias e lançar o desafio para estudos similares e/ou de maior amplitude.

2.4.3. Plano Operacional de Variáveis

As Tabelas 2 e 3 apresentam o plano de operacionalização das variáveis do estudo.

Tabela 2 – Plano de operacionalização da variável independente.

Variável Independente	Tipo
Constrangimento da Tarefa	Nominal

Tabela 3 – Plano de operacionalização das variáveis dependentes.

Variável Dependente	Descrição	Tipo
Delay	Intervalo adequado para análise das séries temporais	Quantitativa
Embedding dimension	Dimensão definida para análise das séries temporais	Quantitativa
Radius	Raio definido para análise das séries temporais	Quantitativa
Porcentagem de Recorrência	Porcentagem do número de pontos recorrentes	Quantitativa
Porcentagem de Determinismo	Proporção de pontos recorrentes que representam padrões repetitivos	Quantitativa
Ratio	Coefficiente da Porcentagem de Determinismo sobre a Porcentagem de Recorrência	Quantitativa
Pontos Recorrentes	Número de Pontos Recorrentes	Quantitativa
Linhas	Número de Linhas	Quantitativa
Entropia	Medida da complexidade do sinal	Quantitativa
Entropia Relativa	Regularidade na complexidade das oscilações	Quantitativa
Linha Máxima	Comprimento do segmento diagonal mais longo	Quantitativa
Linha Média	Média dos comprimentos das Linhas	Quantitativa
Trend	Grau de estacionariedade do sistema	Quantitativa
Média	Oscilação espacial de marcadores	Quantitativa
Desvio Padrão	Oscilação espacial de marcadores	Quantitativa
Coefficiente de Variação	Oscilação espacial de marcadores	Quantitativa

2.4.4. Tratamento dos Dados

Procedeu-se a comparação dos dados nas condições sem interação e com interação, assim como na condição com interação equivalente (com parâmetros *Delay*, *Embedding* e *Radius* equivalentes a sem interação) por uma questão de simulação, em 4 pontos corporais: no sacro, na crista íliaca, no joelho e na tibiotársica, no bebé hipotónico em estudo e num bebé com desenvolvimento dito típico, representando o bebé controlo.

Selecionou-se o estudo dos dados no plano xy por dar informação mais completa de oscilações espaciais dos vários segmentos.

Os dados foram tratados através de rotinas de MATLAB, para análise dos gráficos de série temporal e de recorrências, respeitando os seguintes critérios: a seleção do *Delay*, a obtenção da dimensão do *Embedding* e a seleção do *Radius* com pelo menos 1% de recorrência. O grau e a natureza da recorrência em series temporais são representados graficamente através do gráfico de recorrência, desenvolvido por Eckmann, Kamphorst e Ruelle (1987).

A análise quantitativa de recorrências permite a determinação dos parâmetros seguintes: (i) a *Percentagem de Recorrência*, (ii) a *Percentagem de Determinismo*, (iii) o *Ratio*, (iv) o número de *Pontos Recorrentes*, (v) o número de *Linhas*, (vi) o comprimento da *Linha Máxima*, (vii) o valor da *Linha Média*, (viii) a *Entropia*, (ix) a *Entropia Relativa*; e (x) o *Trend* (Webber & Zbilut, 2005).

De acordo com o desenho experimental, os dados recolhidos serão inicialmente analisados através da estatística descritiva, recorrendo a análise de parâmetros de dispersão por condição com e sem constrangimento, ao desvio-padrão, ao intervalo mínimo e máximo e ao intervalo interquartilico nas duas crianças e nas diferentes condições de intervenção.

Foi efetuado uma análise estatística não paramétrica Wilcoxon entre dos dados de cada criança nas diferentes condições do estudo (Anexos 6A e 6B).

Através da análise estatística inferencial, a comparação das duas amostras independentes (criança com hipotonia e criança sem hipotonia) foi efetuada com o teste não paramétrico Mann-Whitney, entre os dados nas condições com e sem constrangimentos (Anexo 6C).

3. Recursos Necessários

Para a realização deste estudo foi necessária a utilização dos materiais seguintes:

- Câmaras e tripés;
- Refletores;
- Barras paralelas;
- Brinquedos para alcançar;
- Computador;
- *Software* Kinovea;
- *Software* MATLAB.

4. Análise e Interpretação dos Resultados

A análise quantitativa de recorrências permitiu a determinação dos parâmetros seguintes: a *Percentagem de Recorrência*, a *Percentagem de Determinismo*, o número de *Pontos Recorrentes*, o número de *Linhas*, o comprimento da *Linha Máxima*, o valor da *Linha Média*, a *Entropia*, a *Entropia Relativa*, e o *Trend* (Webber & Zbilut, 2005) no bebé hipotónico e no bebé controlo (Anexos 5B e 5C).

O Ratio obteve-se pela divisão da percentagem de determinismo pela percentagem de recorrência, tornando-se útil na deteção de alterações no estado fisiológico. De fato, durante mudanças nos estados, a percentagem de recorrência geralmente diminui enquanto a percentagem de determinismo geralmente varia muito pouco (Riley, Balasubramaniam, & Turvey, 1999).

Parâmetros *Delay*, *Embedding Dimension* e *Radius*

A Tabela 4 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Delay* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 4 – Dados relativos ao parâmetro *Delay* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Delay	Sacro	SI	4	5	4,33	0,58	7	14	11,00	3,61
		CI	6	10	8,00	2,00	9	14	11,67	2,52
		CIE	4	5	4,33	0,58	7	14	11,00	3,61
	Crista Ilíaca	SI	4	5	4,33	0,58	7	9	8,00	1,00
		CI	5	12	8,67	3,51	13	16	15,00	1,73
		CIE	4	5	4,33	0,58	7	9	8,00	1,00
	Joelho	SI	3	6	4,33	1,53	8	11	10,00	1,73
		CI	4	6	5,00	1,00	7	17	12,67	5,13
		CIE	3	6	4,33	1,53	8	11	10,00	1,73
	Tíbio társica	SI	3	8	6,00	2,65	7	16	10,67	4,73
		CI	4	7	5,67	1,53	12	17	14,67	2,52
		CIE	3	7	4,67	2,08	6	9	7,33	1,53

Os valores do *Delay* obtidos apresentam comportamentos idênticos em todos os marcadores, aumentando da condição sem interação para a condição com interação em ambas as crianças (exceto na tibiotársica do bebé hipotónico), apresentando-se menores na criança hipotónica.

Segundo Webber e Zbilut (2005), não existe um *Delay* ideal, uma vez que este é inexistente em estados transitórios, existindo vários *Delays* para um mesmo sistema.

A Tabela 5 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Embedding Dimension* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 5 – Dados relativos ao parâmetro *Embedding Dimension* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Embedding Dimension	Sacro	SI	3	6	4,33	1,53	3	6	4,33	1,53
		CI	3	5	4,00	1,00	4	7	5,33	1,53
		CIE	3	6	4,33	1,53	3	6	4,33	1,53
	Crista Ilíaca	SI	4	6	5,00	1,00	3	8	5,00	2,65
		CI	3	5	4,33	1,16	4	7	5,33	1,53
		CIE	4	6	5,00	1,00	3	8	5,00	2,65
	Joelho	SI	3	5	4,00	1,00	4	7	5,33	1,53
		CI	5	7	6,00	1,00	3	8	5,67	2,52
		CIE	3	5	4,00	1,00	4	7	5,33	1,53
	Tíbio társica	SI	5	7	6,33	1,16	2	11	5,67	4,73
		CI	6	8	6,67	1,16	9	11	10,00	1,00
		CIE	5	7	6,00	1,00	2	11	5,67	4,73

Os valores do *Embedding Dimension* apresentam comportamentos idênticos no Sacro e na Crista Ilíaca. Na condição sem interação, ambas as crianças apresentam valores idênticos; na condição com interação, os valores são menores na criança hipotónica. Os valores diminuem da condição sem interação para a condição com interação no bebé hipotónico e aumentam no bebé controlo.

No joelho, a média dos valores na criança hipotónica é menor na condição sem interação e maior na condição com interação. Em ambas as crianças, os valores aumentam da condição sem para a

condição com interação. Na tibiotársica, os valores também aumentam da condição sem para a condição com interação em ambas as crianças, sendo maior na criança hipotônica na condição sem interação e menor na condição com interação.

De um modo geral, os valores do *Embedding Dimension* não se apresentam muito altos, o que se torna benéfico uma vez que um *Embedding Dimension* definido como muito alto mostra padrões de recorrência fortes, apesar de artefactos em sistemas aleatórios/estocásticos (Webber & Zbilut, 2005).

A Tabela 6 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Radius* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 6 – Dados relativos ao parâmetro Radius em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotônico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Radius	Sacro	SI	14,5	27,0	18,67	7,22	9,5	12,5	11,17	1,53
		CI	13,0	16,5	15,17	1,89	8,0	15,5	10,50	4,33
		CIE	14,5	27,0	18,67	7,22	9,5	12,5	11,17	1,53
	Crista Ilíaca	SI	18,0	19,0	18,67	0,58	13,5	15,0	14,17	0,76
		CI	11,5	18,0	14,83	3,25	6,5	18,0	11,17	6,05
		CIE	18,0	19,0	18,67	0,58	13,5	15,0	14,17	0,76
	Joelho	SI	13,0	25,5	18,17	6,53	12,0	13,0	12,33	0,58
		CI	23,0	28,5	25,33	2,84	0,0	15,5	7,33	7,78
		CIE	13,0	25,5	18,17	6,53	12,0	13,0	12,33	0,58
	Tíbio társica	SI	12,5	36,0	27,33	12,91	0,0	16,0	5,67	8,96
		CI	20,0	32,0	24,50	6,54	3,0	11,0	7,00	4,00
		CIE	12,5	33,5	22,50	10,54	0,0	16,0	5,67	8,96

Na criança controlo, os valores do *Radius* são menores em todos os marcadores, revelando no entanto recorrência nos gráficos (Figura 3).

A Figura 3 apresenta os gráficos de recorrência do joelho do bebê controle do terceiro emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respectivamente.

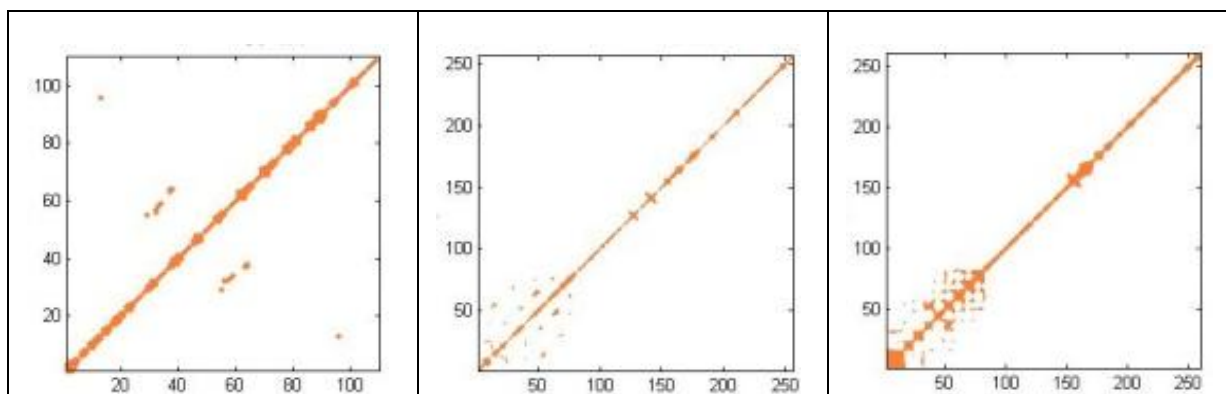


Figura 3 - Gráficos de recorrência do joelho do bebê controle do terceiro emparelhamento nas três condições

Nas condições com interação, em ambas as crianças, o mesmo acontece no sacro e na crista ilíaca, apresentando padrões de recorrência nesta condição. Na tibiotársica e no joelho do bebê hipotônico, os valores não seguem esta tendência, necessitando-se de um *Radius* maior para revelar ou não recorrência do comportamento nestes marcadores.

Parâmetro *Porcentagem de Recorrência*

A Tabela 7 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Porcentagem de Recorrência* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 7 – Dados relativos ao parâmetro *Percentagem de Recorrência* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Percentagem de Recorrência	Sacro	SI	1,12	1,33	1,26	0,12	1,13	1,23	1,17	0,05
		CI	1,08	1,12	1,11	0,02	1,11	1,13	1,12	0,01
		CIE	0,90	7,23	3,06	3,61	1,17	2,58	1,74	0,74
	Crista Ilíaca	SI	1,15	1,36	1,23	0,11	1,08	1,17	1,12	0,05
		CI	1,06	1,11	1,08	,026	1,10	1,18	1,13	0,04
		CIE	1,17	2,87	1,74	0,98	1,28	5,98	3,16	2,49
	Joelho	SI	1,11	1,28	1,19	,085	1,11	1,27	1,17	0,09
		CI	1,09	1,11	1,10	,012	1,08	1,22	1,13	0,08
		CIE	0,64	1,72	1,01	0,62	0,87	2,95	2,18	1,14
	Tíbio társica	SI	1,02	1,19	1,09	0,09	1,16	2,13	1,65	0,69
		CI	1,10	2,11	1,59	0,51	1,02	1,22	1,13	0,10
		CIE	0,10	5,91	2,52	3,02	0,17	41,90	16,40	22,36

A *Percentagem de Recorrência* quantifica a percentagem de pontos recorrentes que caem dentro do *Radius* especificado (Webber & Zbilut, 2005) e que, ao longo do tempo, volta para o mesmo local no espaço reconstruído (Riley et al., 1999).

No bebé hipotónico, a percentagem de recorrência apresenta-se maior do que no bebé controlo na condição sem interação (exceto na tibiotársica). Na condição com interação, apresenta-se ligeiramente menor no bebé hipotónico (exceto na tibiotársica). Na condição com interação equivalente, os valores apresentam-se menores no bebé hipotónico (exceto no sacro, no qual é maior).

Os valores diminuem em ambas as crianças da condição sem interação para a condição com interação (exceto na tibiotársica do bebé hipotónico e na crista ilíaca do bebé controlo, no qual se mantém praticamente idêntico), traduzindo possivelmente uma mudança no comportamento.

Os valores aumentam da condição sem interação para a condição com interação equivalente (exceto no joelho do bebé hipotónico).

No entanto, nenhum destes valores apresenta diferenças significativas (ver Anexo 6).

A Figura 4 apresenta os gráficos do parâmetro *Percentagem de Recorrência* do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

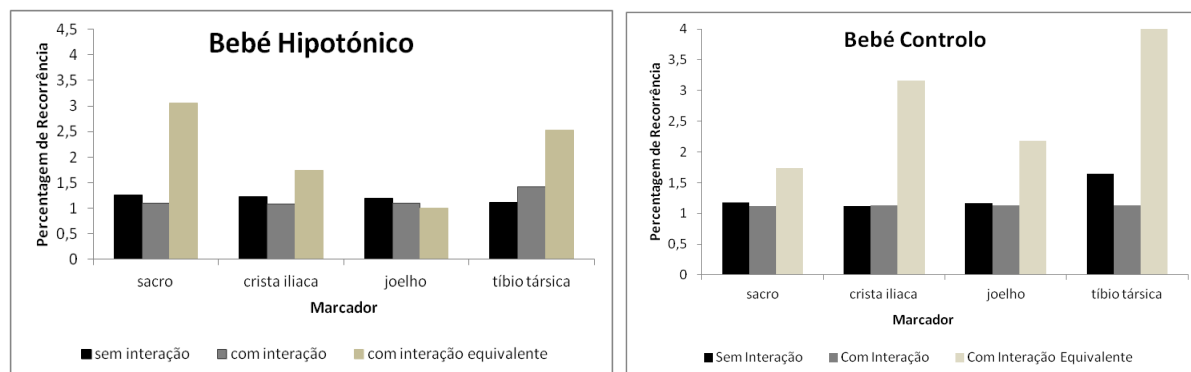


Figura 4 - Gráficos do parâmetro *Percentagem de Recorrência* do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Percentagem de Determinismo*

A Tabela 8 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Percentagem de Determinismo* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 8 – Dados relativos ao parâmetro *Percentagem de Determinismo* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Percentagem de Determinismo	Sacro	SI	56,63	71,43	65,68	7,93	66,67	87,50	73,76	11,90
		CI	64,32	79,07	73,63	8,10	91,15	95,32	93,79	2,29
		CIE	35,13	90,40	62,89	27,64	88,74	96,22	93,47	4,12
	Crista Ilíaca	SI	62,50	68,35	65,05	3,00	72,84	89,29	80,97	8,23
		CI	63,04	87,10	76,60	12,32	91,56	96,48	94,13	2,47
		CIE	78,01	95,00	85,08	8,85	88,43	97,15	94,14	4,96
	Joelho	SI	20,00	80,00	58,59	33,48	85,48	89,07	86,69	2,06
		CI	37,84	77,23	58,01	19,71	85,00	97,07	91,23	6,04
		CIE	18,88	42,33	30,55	11,73	90,96	97,02	93,98	3,03
	Tíbio társica	SI	30,77	57,81	47,53	14,64	71,94	74,38	73,16	1,73
		CI	48,76	82,93	69,57	18,26	44,52	92,06	72,63	24,93
		CIE	11,11	83,89	47,92	36,40	33,93	99,93	77,24	37,52

A *Percentagem de Determinismo* é a percentagem de pontos recorrentes que caem acima dos segmentos da linha diagonal central, o que significa que o sistema volta a percorrer a mesma região do espaço reconstituído repetitivamente (Riley et al., 1999). Deste modo, segundo Webber e Zbilut (2005), a *Percentagem de Determinismo* mede a proporção de pontos recorrentes que formam as estruturas de linhas diagonais e representa padrões repetitivos (ou deterministas).

A *Percentagem de Determinismo* apresenta-se maior na criança controlo, em todos os marcadores e nas três condições revelando que o padrão de oscilações é mais consistente, destacando-se mais na criança controlo. Existem diferenças significativas entre as duas crianças, a criança controlo apresentando uma *Percentagem de Determinismo* maior: (i) na condição sem interação na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), (ii) na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), assim como (iii) na condição com interação equivalente no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$). (Ver Anexo 6C).

Observa-se um aumento dos valores da condição sem interação para a condição com interação em ambas as crianças traduzindo um aumento de padrões repetitivos quando a criança interage com o brinquedo, exceto no joelho da criança hipotónica e na tibiotársica da criança controlo. No entanto, os valores não apresentam diferenças significativas (Anexos 6A_1 e 6B).

O joelho da criança hipotónica não acompanha essa tendência, talvez por laxidão ligamentar e instabilidade da articulação, observando-se grandes amplitudes de movimento (flexão e hiperextensão dos joelhos) nas filmagens realizadas. Em relação a tibiotársica do bebé controlo, este último, na condição com interação, apresentava-se tão estimulado que levantava regularmente o pé, alterando possivelmente os valores da *Percentagem de Determinismo*.

A Figura 5 apresenta os gráficos do parâmetro *Percentagem de Determinismo* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

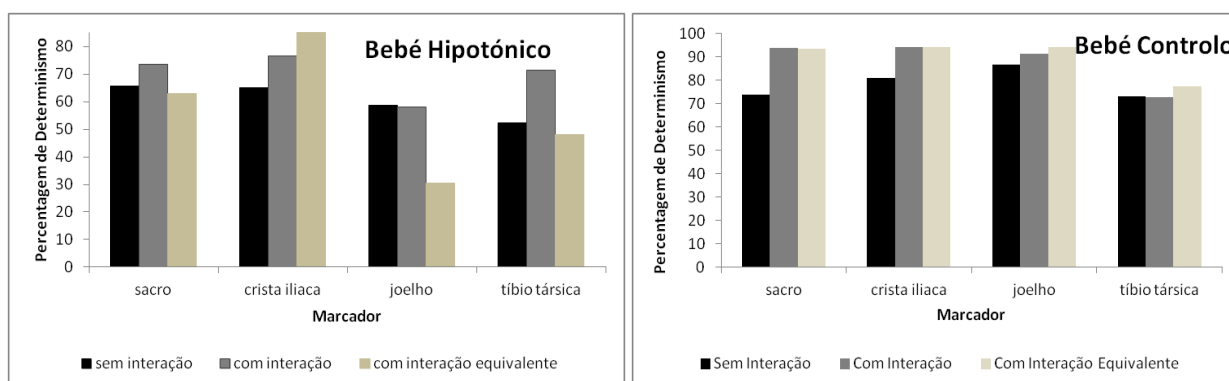


Figura 5 - Gráficos do parâmetro *Percentagem de Determinismo* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Ratio*

A Tabela 9 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Ratio* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 9 – Dados relativos ao parâmetro *Ratio* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebê Hipotônico				Bebê Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Ratio	Sacro	SI	50,56	54,11	52,18	1,80	54,20	75,43	63,01	11,07
		CI	59,56	70,60	66,45	6,01	81,38	85,87	83,74	2,25
		CIE	12,50	60,70	37,41	24,14	37,29	75,85	59,36	19,87
	Crista Ilíaca	SI	45,96	57,92	53,26	6,40	67,44	80,44	72,31	7,09
		CI	58,92	82,17	70,95	11,65	79,96	87,71	83,14	4,06
		CIE	28,65	81,20	58,65	27,06	16,25	69,09	42,92	26,42
	Joelho	SI	18,02	67,80	48,34	26,61	67,35	79,53	74,63	6,43
		CI	34,72	69,58	52,48	17,44	69,67	89,88	81,21	10,40
		CIE	24,61	47,55	33,45	12,34	31,85	104,55	57,40	40,88
	Tíbio társica	SI	30,17	59,65	46,13	14,89	34,92	62,02	48,47	19,16
		CI	36,51	75,39	54,28	19,65	43,65	75,46	63,27	17,16
		CIE	14,19	111,10	52,18	51,73	2,38	199,59	71,91	110,72

O *Ratio* pode ser útil na detecção de alterações no estado fisiológico. Durante mudanças nos estados, geralmente a *Percentagem de Recorrência* diminui enquanto a *Percentagem de Determinismo* varia muito pouco (Riley et al., 1999).

Os valores do *Ratio* apresentam-se menores na criança hipotônica em todos os marcadores nas condições sem e com interação, devido a uma *Percentagem de Determinismo* menor. Na condição com interação equivalente, os valores apresentam-se maiores na criança hipotônica no sacro e na crista ilíaca, e menores no joelho e tibiotársica.

Sobrevêm diferenças significativas entre as duas crianças, a criança controlo apresentando um *Ratio* maior, na condição sem interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), assim como na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$). (Ver Anexo 6C.)

Os valores do *Ratio* aumentam em ambas as crianças da condição sem para a condição com interação em todos os marcadores, traduzindo possivelmente uma mudança no comportamento aquando uma estimulação. Nenhum destes valores apresenta diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

No bebé controlo, os valores diminuem da condição sem para a condição com interação equivalente, exceto na tibiotársica.

No bebé hipotónico, os valores aumentam na crista íliaca e na tibiotársica da condição sem para a condição com interação equivalente realçando uma mudança no comportamento. No sacro e no joelho, os valores diminuem.

A Figura 6 apresenta os gráficos do parâmetro *Ratio* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

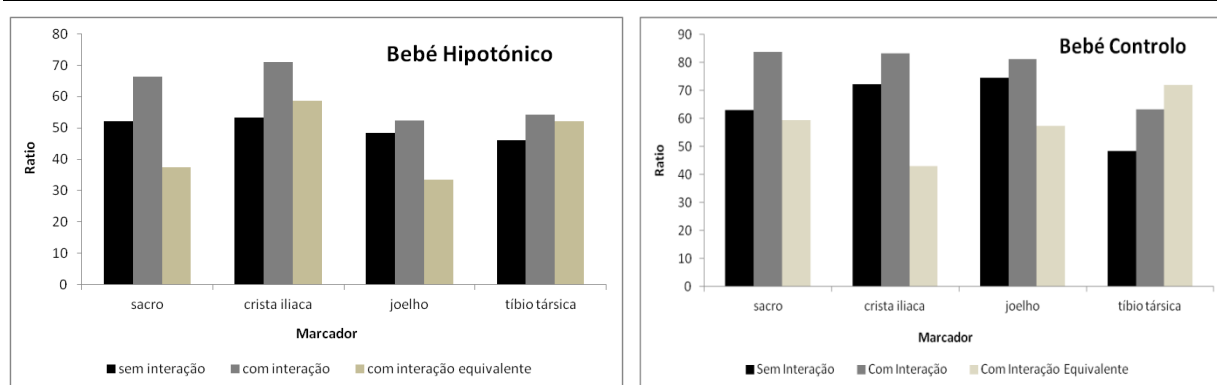


Figura 6 - Gráficos do parâmetro *Ratio* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Pontos Recorrentes*

A Tabela 10 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Pontos Recorrentes* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 10 – Dados relativos ao parâmetro *Pontos Recorrentes* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Pontos Recorrentes	Sacro	SI	21	83	54,00	31,19	72	219	123,00	83,19
		CI	40	215	156,00	100,46	260	427	353,00	85,11
		CIE	37	1678	644,00	899,98	507	740	587,33	132,27
	Crista Ilíaca	SI	16	79	50,33	31,88	78	224	127,67	83,44
		CI	46	186	136,33	78,36	227	379	320,00	81,51
		CIE	40	698	323,33	338,38	579	2107	1128,33	849,67
	Joelho	SI	15	85	55,33	36,20	62	183	107,00	66,19
		CI	37	234	157,67	105,72	251	410	353,67	89,05
		CIE	23	430	198,67	209,13	343	994	691,67	327,96
	Tíbio társica	SI	13	187	88,00	89,45	121	139	130,00	12,73
		CI	48	363	191,67	159,31	123	214	164,00	46,16
		CIE	18	363	197,33	172,91	56	13569	5495,33	7131,28

Nota-se um número mais elevado de *Pontos Recorrentes* na criança controlo em todos os marcadores e em todas as condições (exceto no sacro da criança hipotónica na condição com interação equivalente) traduzindo um padrão de comportamento mais recorrente no bebé controlo, verificado nos gráficos de recorrência (Figura 7). No entanto apenas se observam diferenças significativas entre as duas crianças, na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), a criança controlo apresentando um número mais elevado de *Pontos Recorrentes*. (Ver Anexo 6C.)

A Figura 7 apresenta os gráficos de recorrência do sacro do primeiro emparelhamento na condição sem interação do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente.

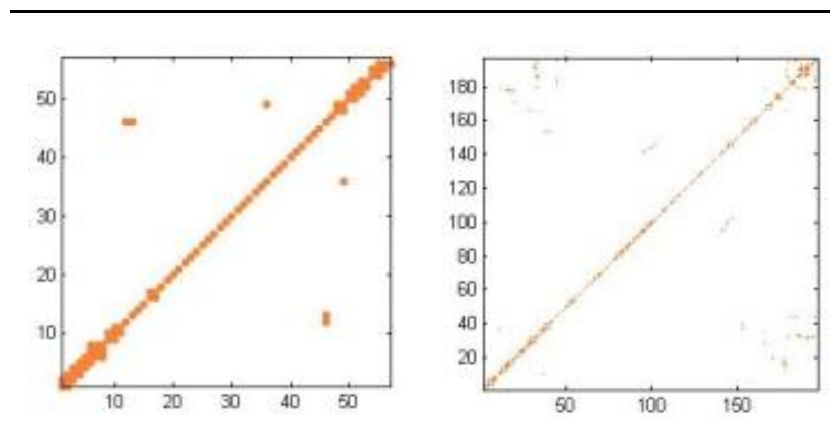


Figura 7 - Gráficos de recorrência do sacro do primeiro emparelhamento na condição sem interação do bebê hipotônico e do bebê controlo respetivamente

Observa-se também um aumento do número de *Pontos Recorrentes* em ambas as crianças da condição sem para a condição com interação e da condição sem para a condição com interação equivalente, demonstrando uma maior recorrência no comportamento aquando a presença de uma estimulação, apurado pelos gráficos de recorrência. Porém, não se verificam diferenças significativas (ver Anexos 6A_1 e 6B).

A Figura 8 apresenta os gráficos de recorrência do sacro do bebê hipotônico do segundo emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente.

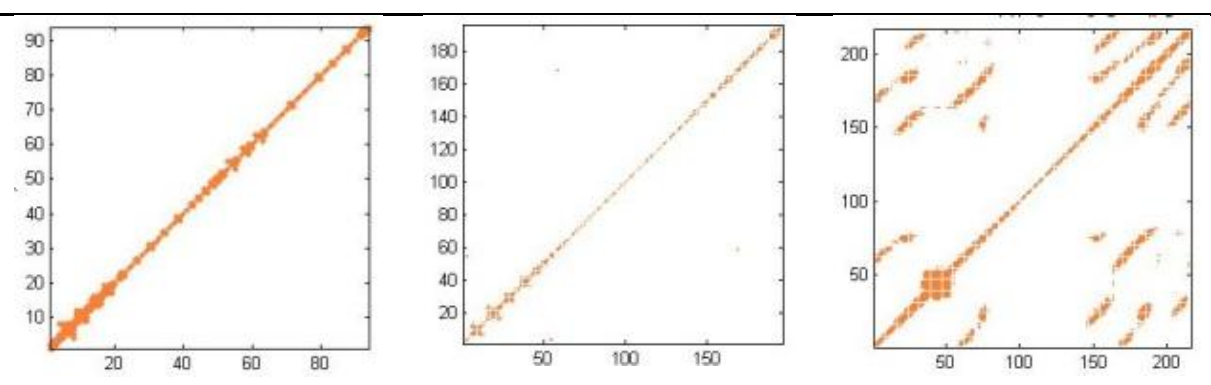


Figura 8 - Gráficos de recorrência do sacro do bebê hipotônico do segundo emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente

A Figura 9 apresenta os gráficos do parâmetro *Pontos Recorrentes* do bebê hipotônico e do bebê controle respectivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

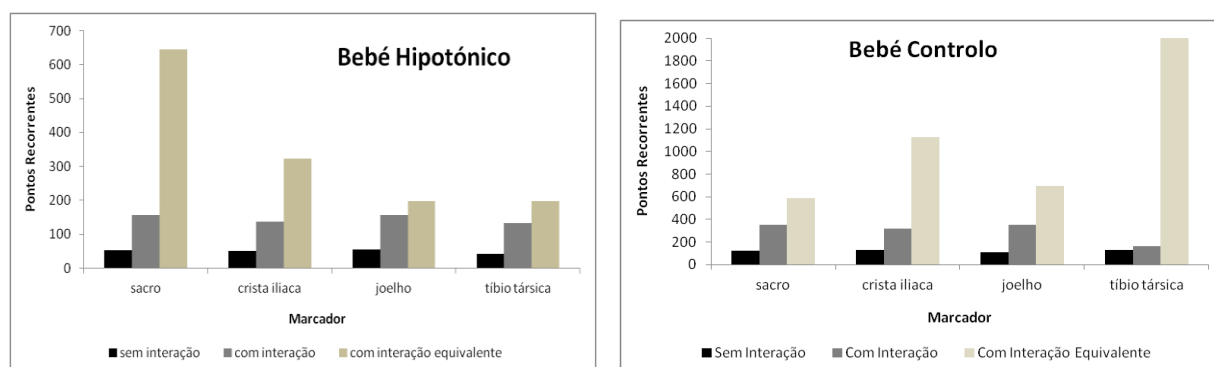


Figura 9 - Gráficos do parâmetro *Pontos Recorrentes* do bebê hipotônico e do bebê controle respectivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Linha*

A Tabela 11 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Linha* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 11 – Dados relativos ao parâmetro *Linha* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebê Hipotônico				Bebê Controle			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Linha	Sacro	SI	4	17	10,33	6,51	13	36	21,67	12,50
		CI	10	42	31,00	18,19	45	56	49,33	5,86
		CIE	6	211	88,67	108,10	46	87	67,67	20,60
	Crista Ilíaca	SI	4	16	8,33	6,66	17	32	22,67	8,15
		CI	8	42	30,00	19,08	24	49	40,00	13,89
		CIE	7	123	60,33	58,56	58	275	136,33	120,43
	Joelho	SI	5	16	9,33	5,86	13	26	19,67	6,51
		CI	7	48	31,67	21,73	44	70	53,00	14,73
		CIE	3	72	29,33	37,29	52	150	91,67	51,60
	Tíbio társica	SI	2	34	16,00	16,37	30	35	32,50	3,54
		CI	11	74	38,67	32,19	29	40	34,33	5,51
		CIE	1	74	34,33	36,91	8	279	156,00	137,22

O parâmetro *Linhas* segue a mesma tendência que o parâmetro *Pontos Recorrentes*. Nota-se um número mais elevado de *Linhas* na criança controlo em todos os marcadores e todas as condições (exceto no sacro da criança hipotónica na condição com interação equivalente), traduzindo um padrão de comportamento mais recorrente no bebé controlo.

Contudo, apenas se verificam diferenças significativas entre as duas crianças na condição sem interação na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), a criança controlo apresentando um número maior de *Linhas*. (Ver Anexo 6C.)

Observa-se também um aumento do número de *Linhas* em ambas as crianças da condição sem para a condição com interação e da condição sem para a condição com interação equivalente, demonstrando uma maior recorrência no comportamento aquando a presença de uma estimulação. No entanto, estes valores não apresentam diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

A Figura 10 apresenta os gráficos do parâmetro *Linha* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

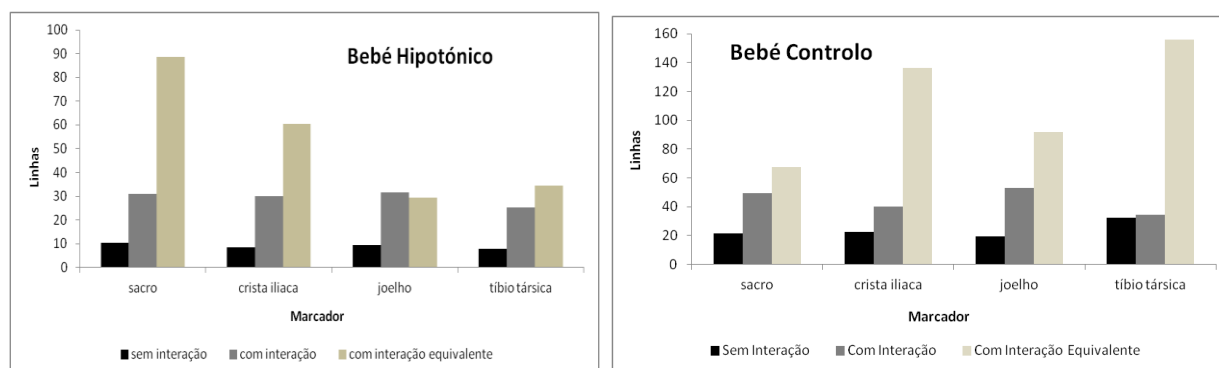


Figura 10 - Gráficos do parâmetro *Linha* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Linha Máxima*

A *Linha Máxima* é o comprimento do segmento diagonal mais longo, excluindo a linha diagonal principal. Quanto menor o comprimento da *Linha Máxima*, mais caótico (menos estável) é o sinal (Webber & Zbilut, 2005).

A Tabela 12 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Linha Máxima* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 12 – Dados relativos ao parâmetro *Linha Máxima* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
<i>Linha Máxima</i>	Sacro	SI	6	19	10,67	7,23	7	13	10,33	3,06
		CI	5	21	14,67	8,51	32	192	103,00	81,51
		CIE	3	99	36,67	54,04	75	190	128,00	58,03
	Crista Ilíaca	SI	3	22	13,67	9,71	9	30	19,00	10,54
		CI	8	23	14,00	7,94	63	105	83,33	21,03
		CIE	26	100	52,33	41,36	113	250	164,00	74,91
	Joelho	SI	3	9	5,33	3,22	6	47	20,33	23,12
		CI	2	31	14,67	14,84	23	121	63,67	51,08
		CIE	3	8	4,67	2,89	82	259	191,33	95,57
	Tíbio társica	SI	2	5	4,00	1,73	5	9	7,00	2,83
		CI	6	16	10,00	5,29	3	49	19,00	26,00
		CIE	2	19	9,67	8,62	4	254	102,67	133,06

O comprimento da *Linha Máxima* apresenta-se menor no bebé hipotónico em todos os marcadores e nas várias condições (exceto no sacro na condição sem interação), revelando um comportamento menos estável no bebé hipotónico. Porém, diferenças significativas entre as duas crianças aparecem apenas na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), e na condição com interação equivalente na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,993$, $p\leq 0,046$), o bebé controlo apresentando comprimentos maiores de *Linha Máxima*. (Ver Anexo 6C.)

O comprimento da *Linha Máxima* aumenta em ambas as crianças da condição sem para a condição com interação, e da condição sem para a condição com interação equivalente (exceto no joelho do bebê hipotónico), traduzindo um aumento da estabilidade no comportamento na presença de uma estimulação. No entanto, estes valores não apresentam diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

O joelho do bebê hipotónico pode não acompanhar essa tendência possivelmente pela laxidão ligamentar e instabilidade da articulação, observando-se grandes amplitudes de movimento (flexão e hiperextensão dos joelhos) nas filmagens realizadas.

A Figura 11 apresenta os gráficos do parâmetro *Linha Máxima* do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

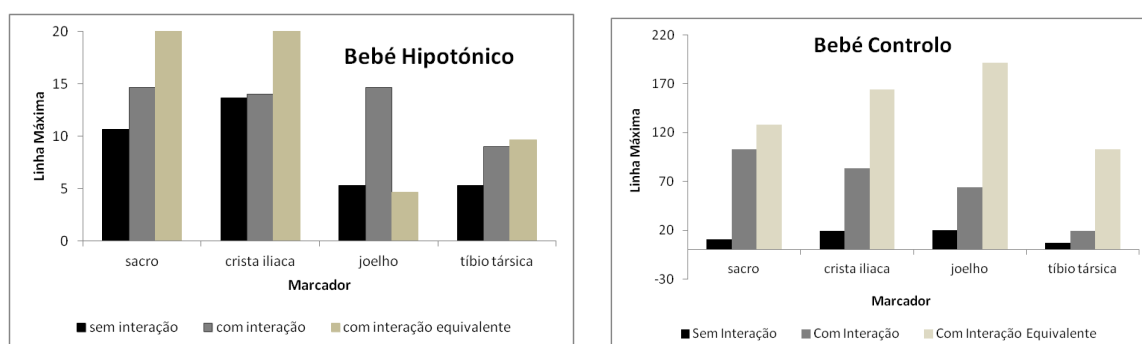


Figura 11 - Gráficos do parâmetro *Linha Máxima* do bebê hipotónico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Linha Média*

A Tabela 13 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Linha Média* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 13 – Dados relativos ao parâmetro *Linha Média* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	Dp
Linha Média	Sacro	SI	2,76	4,00	3,50	0,66	3,25	4,85	4,06	0,80
		CI	3,10	4,15	3,50	0,57	5,27	8,66	6,74	1,74
		CIE	2,17	7,19	4,05	2,74	5,25	10,52	8,65	2,95
	Crista Ilíaca	SI	2,50	7,20	4,36	2,50	3,32	6,25	4,35	1,65
		CI	3,36	4,05	3,68	0,35	6,82	9,13	7,78	1,21
		CIE	3,55	5,43	4,55	0,95	6,74	11,67	8,62	2,67
	Joelho	SI	2,40	3,12	2,65	0,41	3,35	6,27	4,57	1,52
		CI	2,00	3,90	2,92	0,95	4,86	8,84	6,31	2,20
		CIE	2,08	2,53	2,31	0,23	6,00	9,81	7,35	2,14
	Tíbio társica	SI	2,00	3,08	2,68	0,59	2,57	3,33	2,95	0,54
		CI	2,39	4,39	3,38	1,00	2,03	6,79	3,77	2,62
		CIE	2,00	6,32	3,57	2,39	2,38	74,92	29,11	39,85

A *Linha Média* é a média dos comprimentos dos segmentos diagonais, excluindo a linha diagonal principal. Quanto menor o comprimento da *Linha Média*, menor é a regularidade do comportamento.

O valor da *Linha Média* apresenta-se menor na criança hipotónica, em todos os marcadores e nas várias condições (exceto na crista ilíaca na condição sem interação, no qual é sensivelmente maior), revelando menor regularidade no comportamento do bebé hipotónico comparativamente ao bebé controlo.

Existem diferenças significativas entre as duas crianças, a criança controlo apresentando valores maiores de *Linha Média*: (i) na condição sem interação no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), (ii) na condição com interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), assim como (iii) na condição com interação equivalente na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$). (Ver Anexo 6C.)

No bebé controlo, os valores da *Linha Média* aumentam em todos os marcadores e das condições sem para a condição com interação, e da condição sem para a condição com interação equivalente, significando que a frequência da visita de determinados pontos no espaço é mais regular.

No bebê hipotônico, os valores variam muito consoante o marcador e consoante a condição sem para a condição com interação e da condição sem para a condição com interação equivalente, traduzindo uma menor regularidade do comportamento com a presença de uma estimulação, traduzindo eventualmente a necessidade de maior variabilidade para explorar novos graus de liberdade para encontrar as estratégias mais adequadas para alcançar uma nova capacidade motora no envolvimento.

Nenhum destes valores apresenta diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

A Figura 12 apresenta os gráficos do parâmetro *Linha Média* do bebê hipotônico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

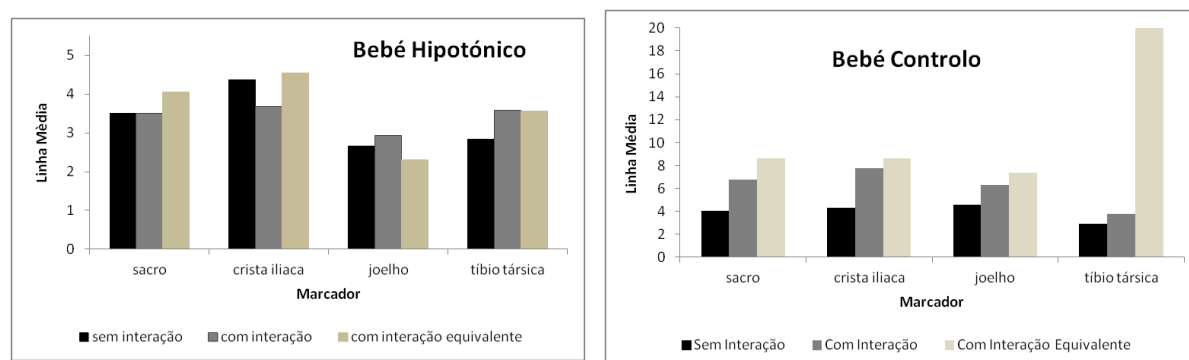


Figura 12 - Gráficos do parâmetro *Linha Média* do bebê hipotônico e do bebê controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro Entropia

A Tabela 14 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Entropia* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 14 – Dados relativos ao parâmetro *Entropia* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Entropia	Sacro	SI	1,36	1,66	1,51	0,15	1,97	2,51	2,21	0,27
		CI	1,71	2,23	1,90	0,29	2,89	2,92	2,91	0,02
		CIE	0,65	3,20	1,84	1,28	2,62	3,13	2,94	0,28
	Crista Ilíaca	SI	1,00	1,37	1,23	0,20	1,57	3,12	2,21	0,81
		CI	1,81	2,16	2,00	0,18	2,77	2,96	2,89	0,10
		CIE	0,59	2,11	1,48	0,79	2,64	3,37	2,97	0,37
	Joelho	SI	0,72	0,98	0,86	0,13	2,04	2,36	2,16	0,17
		CI	0,00	1,70	1,12	0,97	2,40	2,84	2,60	0,22
		CIE	0,39	1,07	0,79	0,36	2,76	3,21	2,96	0,23
	Tíbio társica	SI	0,00	1,83	1,20	1,04	1,43	1,53	1,48	0,07
		CI	1,08	2,41	1,79	0,67	0,19	2,91	1,45	1,37
		CIE	0,00	2,09	1,06	1,05	1,06	7,12	4,16	3,03

A *Entropia* é uma medida da complexidade do sinal (Webber & Zbilut, 2005).

A *Entropia* é menor no bebé hipotónico em todos os marcadores e em todas as condições, exceto na tibiotársica na condição com interação, refletindo uma menor complexidade das oscilações no bebé hipotónico. O comportamento diferente na tibiotársica do bebé controlo pode dever-se ao facto deste último levantar o pé, como sinal de entusiasmo, aquando a interação com o brinquedo. Diferenças significativas entre as duas crianças evidenciam-se: (i) na condição sem interação no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), (ii) na condição com interação no sacro ($Z=-1,993$, $p\leq 0,05$), na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), assim como (iii) na condição com interação equivalente na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e no joelho ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), a criança controlo apresentando valores maiores de *Entropia*. (Ver Anexo 6C.)

No sacro, na crista ilíaca e no joelho, a *Entropia* aumenta em ambas as crianças da condição sem para a condição com interação, e da condição sem para a condição com interação equivalente (a exceção do joelho do bebé hipotónico da condição sem para a condição com interação equivalente), traduzindo um aumento da complexidade das oscilações. A tibiotársica do bebé hipotónico apresenta o mesmo comportamento que o joelho (aumenta da condição sem para a condição com

interação, e diminui da condição sem para a condição com interação equivalente), demonstrando menor complexidade das oscilações no joelho e na tibiotársica do bebé hipotónico. A tibiotársica do bebé controlo apresenta menor complexidade das oscilações (a Entropia diminui da condição sem para a condição com interação mas aumenta da condição sem para a condição com interação equivalente), talvez devido aos movimentos do pé já referidos.

Nenhum destes valores apresenta diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

A Figura 13 apresenta os gráficos do parâmetro *Entropia* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

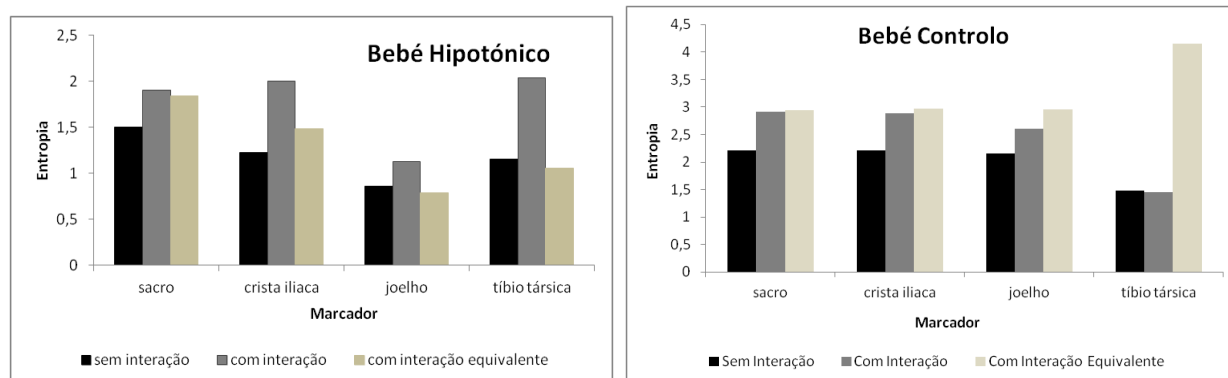


Figura 13 - Gráficos do parâmetro *Entropia* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Entropia Relativa*

A *Entropia Relativa* representa desvios. Valores maiores da *Entropia Relativa* significam maiores afastamentos entre linhas que se apresentam numa mesma zona do espaço.

A Tabela 15 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Entropia Relativa* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 15 – Dados relativos ao parâmetro *Entropia Relativa* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Entropia Relativa	Sacro	SI	0,32	0,72	0,54	0,20	0,65	0,76	0,70	0,06
		CI	0,39	0,88	0,61	0,25	0,38	0,59	0,47	0,11
		CIE	0,48	0,65	0,58	0,09	0,40	0,45	0,42	0,03
	Crista Ilíaca	SI	0,31	1,00	0,55	0,39	0,38	0,65	0,56	0,15
		CI	0,48	0,64	0,58	0,09	0,44	0,50	0,46	0,03
		CIE	0,13	0,36	0,27	0,12	0,37	0,48	0,41	0,06
	Joelho	SI	0,29	0,98	0,58	0,36	0,43	0,90	0,69	0,24
		CI	0,00	0,50	0,28	0,26	0,37	0,64	0,48	0,14
		CIE	0,38	0,92	0,56	0,31	0,37	0,44	0,41	0,04
	Tíbio társica	SI	0,00	0,92	0,60	0,52	0,51	0,72	0,62	0,15
		CI	0,38	0,80	0,60	0,21	0,19	0,63	0,45	0,23
		CIE	0,00	0,50	0,29	0,26	0,67	0,89	0,77	0,11

No bebé controlo, observa-se uma diminuição da *Entropia Relativa* em todos os marcadores da condição sem para a condição com interação, e da condição sem para a condição com interação equivalente (exceto na tibiotársica, na qual aumenta na condição com interação equivalente), traduzindo menores afastamentos entre linhas numa mesma zona do espaço e demonstrando então uma maior da regularidade na complexidade das oscilações.

No bebé hipotónico, a *Entropia Relativa* aumenta da condição sem para a condição com interação (exceto no joelho) e diminui da condição sem para a condição com interação equivalente, exceto no sacro. O aumento da *Entropia Relativa* da condição sem para a condição com interação pode traduzir eventualmente uma maior variabilidade na exploração de novos graus de liberdade para encontrar as estratégias mais adequadas para alcançar uma nova capacidade motora no envolvimento.

Nenhum destes valores apresenta diferenças significativas (Ver Anexos 6A_1 e 6B).

No entanto, os valores relativos a comparação entre o bebé controlo e o bebé hipotónico apresentam diferenças significativas na condição com interação equivalente no sacro ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), na qual o bebé hipotónico apresenta valores maiores de *Entropia Relativa*, assim como na condição com interação equivalente na crista ilíaca ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$) e na tibiotársica ($Z=-1,964$, $p\leq 0,05$), nas quais o bebé controlo apresenta valores maiores de *Entropia Relativa*. (Ver Anexo 6C.)

A Figura 14 apresenta os gráficos do parâmetro *Entropia Relativa* do bebê hipotônico e do bebê controle respectivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

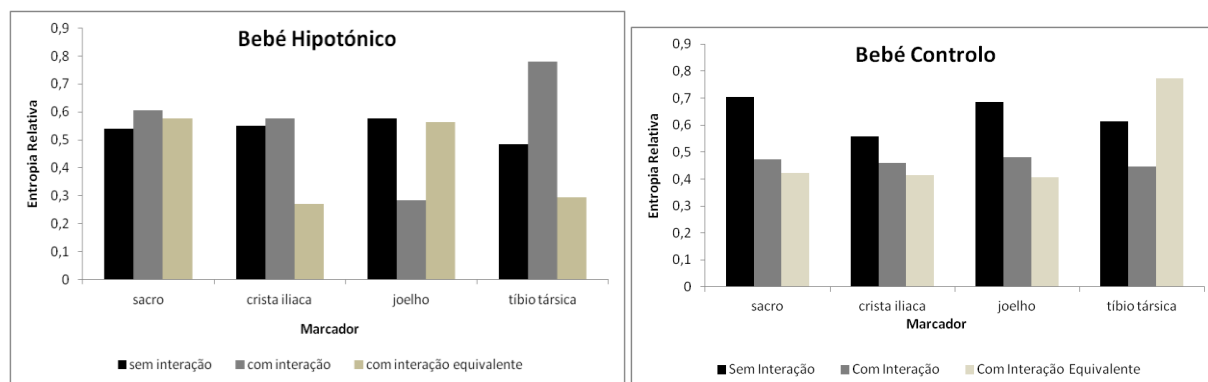


Figura 14 - Gráficos do parâmetro *Entropia Relativa* do bebê hipotônico e do bebê controle respectivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Parâmetro *Trend*

O *Trend* quantifica o grau de estacionariedade do sistema. Se os pontos recorrentes estão distribuídos homogeneamente em todo o gráfico de recorrência, o valor de *Trend* aproximar-se-á da unidade zero. Se os pontos recorrentes estão distribuídos de forma heterogénea, o valor do *Trend* desviar-se-á da unidade zero. Um valor inferior a -5 unidades confirma um sistema estacionário (Webber & Zbilut, 2005).

A Tabela 16 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Trend* em todos os marcadores nas diferentes condições.

Tabela 16 – Dados relativos ao parâmetro *Trend* em todos os marcadores nas diferentes condições

Parâmetro	Marcador	Condição	Bebé Hipotónico				Bebé Controlo			
			Mínimo	Máximo	Média	dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Trend	Sacro	SI	-68,42	-30,42	50,16	19,04	-38,51	-3,33	26,67	20,21
		CI	-46,22	-17,21	27,76	16,04	-18,99	-14,82	16,64	2,13
		CIE	-31,79	-5,81	17,64	13,14	-38,72	-13,85	24,34	12,88
	Crista Ilíaca	SI	-98,28	-21,99	52,91	40,14	-36,75	-19,96	29,67	11,87
		CI	-41,19	-10,57	24,71	15,44	-19,80	-15,75	17,77	2,03
		CIE	-51,88	-17,44	29,91	19,09	-75,78	-14,71	41,02	31,40
	Joelho	SI	-85,25	-26,77	50,75	30,62	-38,44	-22,88	33,18	8,92
		CI	-30,15	-13,09	21,50	8,53	-18,66	-14,37	16,77	2,19
		CIE	-15,36	-3,17	8,01	6,47	-42,30	-11,42	31,47	17,39
	Tíbio társica	SI	-72,82	-19,06	53,14	17,10	-69,62	-27,52	48,57	29,77
		CI	-110,91	-19,04	50,96	51,96	-28,52	-21,06	24,42	3,78
		CIE	-219,45	-1,79	80,09	120,99	-363,57	-2,43	150,47	189,15

Os valores do *Trend* apresentam-se mais afastados da unidade zero no bebé hipotónico nas condições sem interação e com interação (e menores na condição com interação equivalente), reforçando a homogeneidade da distribuição dos pontos recorrentes do bebé controlo e a heterogeneidade da distribuição dos pontos recorrentes no bebé hipotónico.

No entanto, os valores obtidos pelas duas crianças não apresentam diferenças significativas. (Ver Anexo 6C.)

No sacro, na crista ilíaca e no joelho, os valores do *Trend* aproximam-se da unidade zero tanto da condição sem para a condição com interação, como da condição sem para a condição com interação equivalente, em ambas as crianças, revelando um aumento da homogeneidade da distribuição dos pontos recorrentes aquando a presença e interação com uma estimulação, observado nos gráficos de recorrência. Contudo, estes valores não apresentam diferenças significativas (Ver Anexo 6A_1 e 6B).

A Figura 15 apresenta os gráficos de recorrência da crista ilíaca do bebé controlo do terceiro emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente.

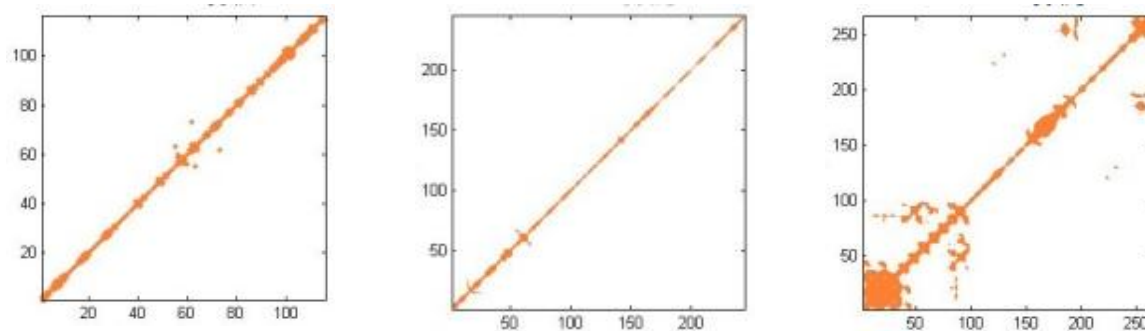


Figura 15 - Gráficos de recorrência da crista ilíaca do bebé controlo do terceiro emparelhamento nas condições sem interação, com interação e com interação equivalente respetivamente

A Figura 16 apresenta os gráficos do parâmetro *Trend* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições.

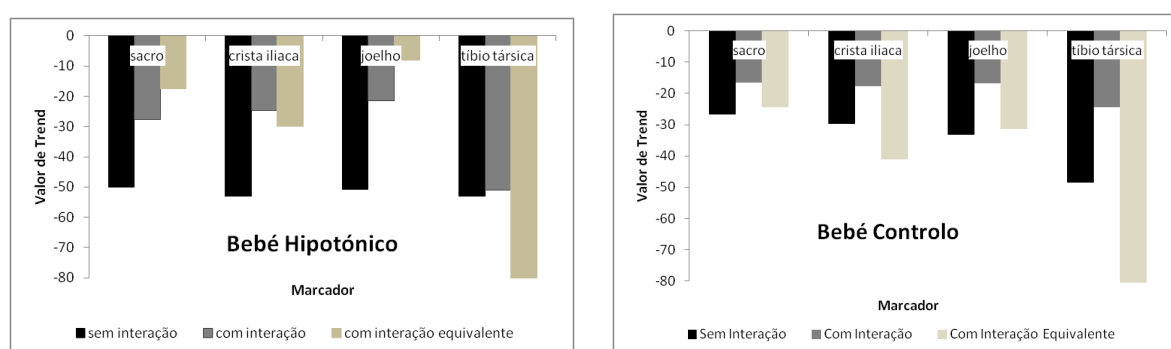


Figura 16 - Gráficos do parâmetro *Trend* do bebé hipotónico e do bebé controlo respetivamente, consoante os marcadores e as várias condições

Salienta-se o facto de que enquanto nos gráficos é mais evidente a emergência de periodicidade ou de tendência para a periodicidade na condição com interação equivalente, comparativamente com a condição sem interação, a estatística descritiva das variáveis de recorrência estudadas não acompanham esta tendência.

A estatística descritiva revela que embora a *Percentagem de Recorrência* seja ligeiramente inferior na condição com interação, comparativamente com a condição sem interação, a condição com interação revela: (i) um valor do *Trend* mais próximo de zero, i.e., os pontos recorrentes estão mais concentrados em torno de determinados locais espaciais (o que confirma a aparência dos gráficos de recorrência na condição com interação equivalente); (ii) uma *Percentagem de Determinismo* mais elevada, i.e., o padrão de oscilações é mais consistente; (iii) um aumento da *Entropia*, i.e., um aumento da complexidade das oscilações; (iv) um aumento do valor da *Linha Máxima*, i.e., as oscilações visita repetidamente determinados pontos no espaço com mais frequência, tornando-se mais idênticas; (v) o aumento do valor da *Linha Média*, i.e., a frequência da visita de determinados pontos no espaço é mais regular.

Em termos gerais, na condição com interação, ambas as crianças tornaram-se mais recorrentes e periódicas nos 4 pontos corporais analisados, ou seja o padrão de sustentação bípede foi mais organizado (*Percentagem de Determinismo, Trend*), e também mais complexo (*Entropia, Linha Máxima*, logo, o padrão de movimento foi influenciado numa condição com estimulação e com interação.

A criança controlo responde essencialmente do mesmo modo, menos acentuadamente, uma vez que a criança controlo já possui maior habilidade do controlo postural, não se verificando portanto tanta influência da condição com interação.

Para informação adicional sobre o comportamento postural, foi realizada a comparação em ambas as crianças do valor máximo, do valor mínimo, da diferença máxima-mínima, da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação dos diferentes marcadores no plano xy, nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação. (Ver Anexo 5)

A Tabela 17 apresenta os valores máximos (Max), mínimos (Min), da diferença máxima-mínima D(Max-Min), a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) do sacro nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças.

Tabela 17 – valores máximos, mínimos, da diferença máxima-mínima, a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) do sacro nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças

Sacro		Bebé Hipotónico						Bebé Controlo					
		Max	Min	D(max-min)	Média	Dp	CV	Max	Min	D(max-min)	Média	dp	CV
G1	SI	2,93	0	2,93	0,93	0,66	0,71	6,99	0	6,99	2,20	1,58	0,72
	CI	2,71	0	2,71	1,58	0,62	0,39	10,57	0	10,57	5,78	2,47	0,43
G2	SI	3,16	0	3,16	1,22	0,67	0,55	4,82	0	4,82	2,79	1,20	0,43
	CI	5,16	0	5,16	1,47	1,13	0,77	9,13	0	9,13	4,29	2,24	0,52
G3	SI	3,90	0	3,90	2,11	0,95	0,45	7,62	0	7,62	3,78	1,61	0,43
	CI	4,07	0	4,07	1,39	0,93	0,67	19,10	0	19,10	8,90	5,89	0,66

No bebé hipotónico, observa-se que do primeiro grupo de dados emparelhados (G1) para o terceiro grupo de dados emparelhados (G3), obtidos progressivamente ao longo do momento de recolha: (i) existe uma inversão de comportamento, a diferença máxima-mínima passa a ser superior na condição com interação, ou seja maior variação mas com maior recorrência, observável nos gráficos de recorrência já apresentados anteriormente; e (ii) em qualquer condição (sem interação e com interação), há uma tendência para aumento de diferença máxima-mínima, de desvio padrão. No entanto, os valores do desvio padrão dentro do mesmo grupo emparelhado apresentam-se de um modo geral ligeiramente menores na condição com interação, traduzindo possivelmente uma maior regularidade do movimento com a presença do estímulo. Na condição sem interação, o coeficiente de variação tende a diminuir enquanto na condição com interação tende a aumentar, traduzindo eventualmente exploração do espaço aquando a interação com o objeto.

No bebê controle, observa-se de um modo global um aumento da diferença máxima-mínima, assim como um aumento do desvio padrão e do coeficiente de variação da condição sem interação para a condição com interação. Apesar de uma maior variação de movimento, estamos perante uma maior recorrência com base no aumento de *Pontos Recorrentes*, em que a distribuição desses pontos se manifesta sob uma forma mais homogênea (valores do *Trend* mais próximos da unidade zero), e com uma regularidade maior, a *Entropia Relativa* apresentando valores menores. Existe, então, maior variação com maior recorrência, observado nos gráficos de recorrência, a habilidade do controle postural apresentando-se mais apurada nesta criança, traduzindo possivelmente uma maior exploração do espaço, ou seja um descongelamento dos graus de liberdade para melhor interação com o ambiente e desenvolvimento de estratégias mais apuradas do controle motor.

O bebê controle apresenta valores maiores em qualquer condição tanto nos valores da diferença máxima-mínima como nos valores de desvio padrão, apresentando maior variação, com maior recorrência, demonstrando um maior domínio da habilidade controle postural, o que lhe permite descongelar graus de liberdade para maior exploração do espaço e interação com este.

Na crista íliaca, no joelho e na tibiotársica do bebê hipotônico, observa-se uma diminuição respectivamente mais pronunciada, traduzindo um maior congelamento dos graus de liberdade dessas articulações e provavelmente um desenvolvimento do controle postural cefalo-caudal ou no sentido central para periférico.

No bebê controle, observa-se apenas a diminuição da diferença máxima-mínima na tibiotársica realçando eventualmente a progressão do controle postural no sentido proximal para distal ou cefalo-caudal com o domínio das outras articulações mais proximais. No entanto o desvio padrão e coeficiente de variação demonstra variabilidade do movimento, traduzindo uma exploração do espaço para alcançar melhor controle de padrão de movimento.

A Tabela 18 apresenta os valores máximos (Max), mínimos (Min), da diferença máxima-mínima $D(\text{Max}-\text{Min})$, a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) da crista íliaca, do joelho e da tibiotársica nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças.

Tabela 18 – valores máximos, mínimos, da diferença máxima-mínima, a média, o desvio padrão (dp) e o coeficiente de variação (CV) da crista ilíaca, do joelho e da tibiotársica nos 3 grupos de dados emparelhados, nas condições sem interação e com interação em ambas as crianças

		Bebé Hipotónico						Bebé Controlo					
Crista Ilíaca		Max	Min	D(max-min)	Média	dp	CV	Max	Min	D(max-min)	Média	Dp	CV
G1	SI	3,46	0	3,46	1,00	0,86	0,86	7,03	0	7,03	2,61	1,56	0,60
	CI	2,38	0	2,38	1,16	0,60	0,52	10,42	0	10,42	6,17	1,87	0,30
G2	SI	3,19	0	3,19	1,21	0,72	0,59	5,31	0	5,31	3,61	1,04	0,29
	CI	5,06	0	5,06	1,41	1,23	0,87	9,37	0	9,37	4,50	2,31	0,51
G3	SI	4,41	0	4,41	2,34	1,01	0,43	5,14	0	5,14	2,21	1,38	0,63
	CI	3,03	0	3,03	1,52	0,72	0,47	20,47	0	20,47	9,29	6,51	0,70
Joelho		Max	Min	D(max-min)	Média	dp	CV	Max	Min	D(max-min)	Média	Dp	CV
G1	SI	2,56	0	2,56	0,90	0,63	0,70	7,73	0	7,73	3,00	2,03	0,68
	CI	1,42	0	1,42	0,61	0,33	0,55	11,63	0	11,63	6,63	1,97	0,30
G2	SI	2,21	0	2,21	1,07	0,55	0,51	4,59	0	4,59	2,45	0,83	0,34
	CI	1,73	0	1,73	0,59	0,33	0,55	9,93	0	9,93	3,99	2,41	0,60
G3	SI	6,19	0	6,19	3,14	1,20	0,38	9,27	0	9,27	2,10	2,01	0,96
	CI	2,45	0	2,45	1,13	0,59	0,53	20,72	0	20,72	9,36	6,43	0,69
Tíbio társica		Max	Min	D(max-min)	Média	dp	CV	Max	Min	D(max-min)	Média	Dp	CV
G1	SI	0,51	0	0,51	0,25	0,15	0,62	2,32	0	2,32	0,56	0,52	0,92
	CI	0,58	0	0,58	0,33	0,12	0,37	7,89	0	7,89	5,97	2,81	0,47
G2	SI	1,39	0	1,39	0,49	0,31	0,62	0,33	0	0,33	0,20	0,13	0,63
	CI	0,58	0	0,58	0,23	0,14	0,59	2,31	0	2,31	0,87	0,55	0,63
G3	SI	2,69	0	2,69	1,74	0,64	0,37	6,05	0	6,05	0,85	1,36	1,59
	CI	1,43	0	1,43	0,57	0,31	0,54	11,77	0	11,77	4,50	3,56	0,79

Também foi realizado uma comparação entre dois momentos de recolha no bebé controlo na condição sem interação para verificar se houve um processo de evolução do domínio da postura entre dois momentos de recolha M1 e M2 na condição sem estimulação e portanto sem interação com um objeto (Anexos 3E).

As comparações foram observadas entre dois momentos de recolhas de dados com um intervalo de tempo de aproximadamente de 6 semanas, com a análise do ponto de referência do sacro, nos eixos x e xy, na condição sem interação, com base em dois emparelhamentos.

Não foram encontradas diferenças significativas (Ver Anexo 6A_2).

Parâmetros *Delay*, *Embedding Dimension* e *Radius*

A Tabela 19 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos aos parâmetros *Delay*, *Embedding Dimension* e *Radius* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 19 – Dados relativos aos parâmetros *Delay*, *Embedding Dimension* e *Radius* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacro – Eixo x				Sacro - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	Dp	Mínimo	Máximo	Média	dp
Delay	Momento 1	8	9	8,50	0,71	5	10	7,50	3,54
	Momento 2	4	6	5,00	1,41	4	5	4,50	0,71
Embedding Dimension	Momento 1	4	11	7,50	4,95	4	9	6,50	3,54
	Momento 2	3	4	3,50	0,71	3	6	4,50	2,12
Radius	Momento 1	11,0	11,5	11,25	0,35	13,0	18,0	15,50	3,54
	Momento 2	14,0	14,0	14,00	0,00	14,5	27,0	20,75	8,84

O *Delay* apresenta-se menor em ambos os eixos no segundo momento de recolha.

O valor do *Embedding Dimension* também se apresenta menor em ambos os eixos no segundo momento de recolha, sendo uma valia, uma vez que um *Embedding Dimension* definido como muito alto mostra padrões de recorrência fortes, apesar de artefactos em sistemas aleatórios (Webber & Zbilut, 2005).

O valor do *Radius* é menor em ambos os eixos no primeiro momento de recolha.

Parâmetros *Percentagem de Recorrência*, *Percentagem de Determinismo* e *Ratio*

A Tabela 20 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos aos parâmetros *Percentagem de Recorrência*, *Percentagem de Determinismo* e *Ratio* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 20 – Dados relativos aos parâmetros *Percentagem de Recorrência*, *Percentagem de Determinismo* e *Ratio* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacro – Eixo x				Sacro - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	Dp	Mínimo	Máximo	Média	Dp
Percentagem de Recorrência	Momento 1	1,17	1,28	1,23	0,08	1,16	1,25	1,21	0,06
	Momento 2	1,20	1,30	1,25	0,07	1,12	1,33	1,23	0,15
Percentagem de Determinismo	Momento 1	84,73	88,83	86,78	2,90	71,20	86,74	78,97	10,99
	Momento 2	81,39	88,06	84,73	4,72	56,63	68,97	62,80	8,73
Ratio	Momento 1	69,40	72,42	70,91	2,14	61,38	69,39	65,39	5,66
	Momento 2	67,74	67,83	67,79	0,06	50,56	51,86	51,21	0,92

A *Percentagem de Recorrência* é sensivelmente idêntica em ambos os momentos de recolha, nos dois eixos, destacando-se uma maior *Percentagem de Determinismo* no primeiro momento de recolha na condição sem interação, em ambos os planos, sugerindo uma maior proporção de pontos recorrentes que formam as estruturas de linhas diagonais representando padrões repetitivos. No entanto, os gráficos de recorrência destacam um maior padrão de recorrência no segundo momento.

O *Ratio* é maior no primeiro momento de recolha em ambos os planos, devido a uma maior *Percentagem de Determinismo*, uma vez que a *Percentagem de Recorrência* é similar em ambos os momentos de recolha e nos dois planos.

A Figura 17 apresenta os gráficos de recorrência do sacro do bebé hipotónico nos dois momentos de recolha no segundo conjunto de dados nos planos x e xy na condição sem interação.

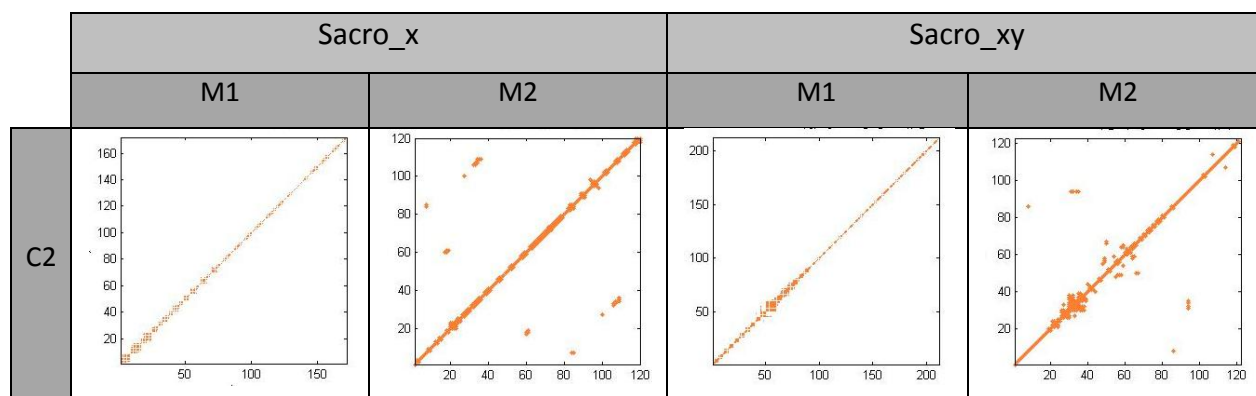


Figura 17 - Gráficos de recorrência do sacro do bebê hipotônico nos dois momentos de recolha nos planos x e xy na condição sem interação

Logo, a criança tornou-se menos determinística, mas mais periódica.

Parâmetros *Pontos Recorrentes e Linhas*

A Tabela 21 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos aos parâmetros *Pontos Recorrentes e Linhas* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 21 – Dados relativos aos parâmetros *Pontos Recorrentes e Linhas* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacros – Eixo x				Sacros - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	\underline{Dp}	Mínimo	Máximo	Média	\underline{Dp}
Pontos Recorrentes	Momento 1	131	188	159,50	40,31	125	279	202,00	108,89
	Momento 2	67	86	76,50	13,44	58	83	70,50	17,68
Linhas	Momento 1	26	42	34,00	11,31	25	57	41,00	22,63
	Momento 2	9	20	14,50	7,78	10	17	13,50	4,95

O número de *Pontos Recorrentes* e de *Linhas* são maiores no primeiro momento de recolha, em ambos os eixos. No entanto, no gráfico de recorrência verifica-se maior padrão de recorrência no segundo momento de recolha, observado na Figura ulterior (Figura 17).

Logo, a criança passou a ter um comportamento menos disperso, com os pontos e linhas mais esparsos e distribuídos no primeiro momento, a concentrarem-se em linhas no segundo momento, confirmando a tendência para maior periodicidade.

Parâmetros *Linha Máxima* e *Linha Média*

A Tabela 22 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos aos parâmetros *Linha Máxima* e *Linha Média* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 22 – Dados relativos aos parâmetros *Linha Máxima* e *Linha Média* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacro – Eixo x				Sacro - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	Dp	Mínimo	Máximo	Média	Dp
Linha Máxima	Momento 1	7	14	10,50	4,95	11	41	26,00	21,21
	Momento 2	17	26	21,50	6,36	6	19	12,50	9,19
Linha Média	Momento 1	3,98	4,27	4,13	0,21	3,56	4,25	3,91	0,49
	Momento 2	3,50	6,56	5,03	2,16	2,76	4,00	3,38	0,88

O comprimento da *Linha Máxima* é maior no segundo momento de recolha no eixo x, e maior no primeiro momento de recolha no eixo xy. O mesmo se verifica com o comprimento da *Linha Média*. Um comprimento da *Linha Máxima* maior revela um comportamento mais estável. Se consideramos que as oscilações ocorrem nos dois planos, os valores do eixo xy demonstram maior determinismo no primeiro momento de recolha. No entanto, os gráficos de recorrência demonstram maior recorrência no segundo momento de recolha.

Estes resultados reforçam a suposição realizada anteriormente, os parâmetros *Pontos Recorrentes* e *Linhas* convergiram para maior periodicidade do primeiro para o segundo momento, resultando em *Linha Máxima* e *Linha Média* superiores.

Parâmetros *Entropia* e *Entropia Relativa*

A Tabela 23 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos aos parâmetros *Entropia* e *Entropia Relativa* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 23 – Dados relativos aos parâmetros *Entropia* e *Entropia Relativa* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacro – Eixo x				Sacro - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	<u>Dp</u>	Mínimo	Máximo	Média	<u>dp</u>
Entropia	Momento 1	2,36	2,41	2,39	0,04	1,96	2,02	1,99	0,04
	Momento 2	1,88	2,06	1,97	0,13	1,36	1,66	1,51	0,21
Entropia Relativa	Momento 1	0,64	0,93	0,79	0,21	0,37	0,61	0,49	0,17
	Momento 2	0,44	0,47	0,46	0,02	0,32	0,72	0,52	0,28

A *Entropia* é maior no primeiro momento de recolha, em ambos os eixos, revelando maior complexidade do movimento.

A *Entropia Relativa* é menor no segundo momento de recolha no eixo x, e menor no primeiro momento de recolha no eixo xy, revelando maior regularidade na complexidade das oscilações. Mais uma vez é importante analisar se as oscilações se efetuam essencialmente lateralmente, ou seja no plano x, ou se são caracterizadas por movimentos combinados nos dois eixos.

O plano medio lateral (eixo x) pode não se apresentar como o melhor plano para analisar estes parâmetros. O estudo de Deffeyes, Harbourne, Stuberg e Stergiou (2011) refere o plano antero-posterior (eixo y) para análise da Entropia aproximada.

Parâmetro *Trend*

A Tabela 24 apresenta os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão dos dados relativos ao parâmetro *Trend* nos dois momentos nos planos x e xy do sacro.

Tabela 24 – Dados relativos ao parâmetro *Trend* nos dois momentos nos eixos x e xy do sacro

Parâmetro	Momento	Sacro – Eixo x				Sacro - Eixo xy			
		Mínimo	Máximo	Média	<u>Dp</u>	Mínimo	Máximo	Média	<u>Dp</u>
Trend	Momento 1	-28,49	-27,33	27,91	0,82	-28,63	-21,62	25,13	4,96
	Momento 2	-46,84	-26,21	36,53	14,59	-51,64	-30,42	41,03	15,00

Os valores de *Trend* estão mais próximos da unidade zero no primeiro momento de recolha, em ambos os eixos, traduzindo uma distribuição mais homogênea dos pontos recorrentes. No entanto, os gráficos de recorrência demonstram um padrão mais recorrente no segundo momento de recolha, como já referido anteriormente.

Segundo os valores obtidos, o padrão de sustentação bípede foi mais determinístico (*Porcentagem de Determinismo, Trend*), em ambos os eixos e também mais complexo (*Entropia* em ambos os eixos, *Linha Máxima* e *Linha Média* no eixo xy) no primeiro momento de recolha.

No entanto, os gráficos de recorrência demonstram um padrão mais recorrente no segundo momento de recolha em ambos os eixos nos dois conjuntos analisados, verificando-se um processo de evolução do domínio da postura entre os momentos M1 e M2 na condição sem estimulação.

Para além, uma análise qualitativa do padrão motor bípede, através da observação das filmagens, revela uma habilidade motora fraca no primeiro momento para a manutenção da posição bípede, sendo necessário um suporte subaxilar forte por parte do terapeuta para a criança conseguir manter minimamente a posição bípede.

Esta não correspondência dos dados dos dois conjuntos analisados com os respetivos gráficos de recorrência deve-se a análise de um número reduzido de dados (apenas dois em cada momento da recolha), devido a uma manutenção difícil e de pouca duração da postura ereta, e provavelmente ao apoio importante no primeiro momento de recolha.

Outra interpretação possível é que no segundo momento a criança está em transição para um novo estado de equilíbrio postural, explorando novos graus de liberdade, expressos na redução de determinismo e aumento de *Trend*, em contraste com aumento de linha máxima e média (expressão de maior periodicidade, logo, de certa consistência na organização postural).

5. Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar se a presença de um constrangimento da tarefa proporciona desenvolvimento do controlo motor do padrão de bipedia e alteração melhorada da habilidade deste padrão numa criança com hipotonia.

A primeira hipótese colocada apresenta as crianças hipotónicas dotadas de um padrão motor comprometido, em comparação com uma criança com desenvolvimento típico, numa condição sem estimulação e portanto sem interação, assim como numa condição com interação com um objeto.

Com base na análise das variáveis de recorrência, esta primeira hipótese foi verificada. De fato, a criança hipotónica apresenta uma *Porcentagem De Determinismo* menor do que a criança controlo em todos os marcadores e nas três condições revelando um padrão de oscilações menos consistente. Um número menos elevado de *Pontos Recorrentes* em todos os marcadores e todas as condições traduzem um padrão de comportamento menos recorrente. Um menor comprimento da *Linha Máxima* revela um comportamento menos estável no bebé hipotónico, assim como uma menor regularidade do comportamento revelado por um valor da *Linha Média* menor. Relativamente à complexidade do movimento, esta também se apresenta menor no bebé hipotónico em todos os marcadores e em todas as condições, com base num valor de *Entropia* menor. O padrão de movimento também se apresenta menos organizado, ou seja apresenta uma distribuição mais heterogénea dos pontos recorrentes, com base nos valores do *Trend* mais afastados da unidade zero no bebé hipotónico nas condições sem interação e com interação.

A segunda hipótese refere que os constrangimentos da tarefa propiciam maior controlo motor na postura ereta na criança hipotónica. Esta segunda hipótese também foi verificada. A condição com interação no bebé hipotónico, comparativamente com a condição sem interação, revela: (i) um valor do *Trend* mais próximo de zero, i.e., os pontos recorrentes estão mais concentrados em torno de determinados locais espaciais (o que confirma a aparência dos gráficos de recorrência na condição com interação equivalente); (ii) uma *Porcentagem de Determinismo* mais elevada, i.e., o padrão de oscilações é mais consistente; (iii) um aumento da *Entropia*, i.e., um aumento da complexidade das oscilações; (iv) um aumento do valor da *Linha Máxima*, i.e., as oscilações visita repetidamente determinados pontos no espaço com mais frequência, tornando-se mais idênticas; (v) o aumento do valor da *Linha Média*, i.e., a frequência da visita de determinados pontos no espaço é mais regular.

A terceira hipótese refere que os constrangimentos da tarefa propiciam maior controlo motor na postura ereta na criança com desenvolvimento típico. Esta hipótese foi verificada, mas a criança

controle responde menos acentuadamente, uma vez que já possui maior habilidade do controle postural, não se verificando portanto tanta influência da condição com interação no padrão de recorrência do movimento.

A quarta hipótese realça que um programa de treino de equilíbrio com estímulo e interação permite o desenvolvimento da habilidade motora da postura de bipedia e melhoria qualitativa da manutenção dinâmica da habilidade motora na criança com hipotonia. Esta hipótese foi verificada. A comparação entre dois momentos de recolha sem interação, com seis semanas de intervalo, permitiu verificar se houve um processo de evolução do domínio da postura. Segundo os valores obtidos, o padrão de sustentação bípede foi mais determinístico (*Porcentagem de Determinismo, Trend*), em ambos os eixos e também mais complexo (*Entropia em ambos os eixos, Linha Máxima e Linha Média no eixo xy*) no primeiro momento de recolha. No entanto, os gráficos de recorrência demonstram um padrão mais recorrente no segundo momento de recolha em ambos os eixos nos dois conjuntos analisados. Estes dados sugerem portanto que no segundo momento de recolha, o bebé hipotónico, numa condição sem interação, apresenta melhoria do padrão motor da posição bípede, e liberta graus de liberdade para exploração do espaço e interação com o ambiente. Ainda, o treino de equilíbrio com interação permite uma melhoria das habilidades motoras da criança hipotónica na manutenção dinâmica da posição bípede, verificada através das variáveis de recorrência, com tendência para obtenção de padrões motores equivalentes ao do bebé controle.

Tal como referem Woollacoot e Shumway-Cook (1990), verificamos que a criança hipotónica mostra um gradiente cefalocaudal no desenvolvimento de respostas posturais, ou próximo-distal defendido por Sun e Jensen (1994), com base na diferença máxima e mínima, no desvio padrão e no coeficiente de variação dos dados emparelhados com comportamentos diferentes no sacro e na crista ilíaca em comparação com o joelho e a tibiotársica. Também foram encontradas diferenças no padrão de oscilações e na complexidade das oscilações entre estas articulações.

Deste modo, os nossos resultados vão ao encontro da teoria defendida por Assaiante et al. (2005) que realça o tronco como quadro de referência inicial no controle da orientação e do equilíbrio com o desenvolvimento do controle postural seguindo a direção central para periférica.

Ambas as crianças do nosso estudo apresentaram melhorias no comportamento postural em situação de estimulação e interação com um objeto, reforçando a reflexão suportada por Geuze (2005) que defende que o desenvolvimento do equilíbrio é caracterizado pelo predomínio visual

precoce em crianças com 3 anos de idade, e portanto também presente em crianças numa fase inicial de aquisição da postura bípede nas crianças deste estudo com 11 meses de idade.

Assim, os nossos resultados confirmam que a adoção de um foco externo de atenção, fornecendo um contexto funcional para a tarefa, melhora o desempenho e a aprendizagem de habilidades motoras, realçado pelo estudo de Donker et al. (2008), assim como pelo estudo de Olivier et al. (2008) que defende que o controlo automático da postura aumenta a estabilidade postural desde os 4 anos demonstrando um efeito semelhante nas crianças do nosso estudo com onze meses de idade.

Estes nossos resultados sustentam também a teoria dos sistemas dinâmicos, demonstrando que o aparecimento de comportamentos motores precoces resulta de interações contínuas de uma série de restrições internas e externas sobre a criança, tal como observado no estudo de Bhat e Galloway (2007) e que a presença de brinquedo provoca uma alteração na quantidade e/ou qualidade do movimento igualmente evidenciado no estudo de Bhat et al. (2005).

Se a criança hipotónica tornou-se mais recorrente e periódica, ou seja o padrão de sustentação bípede foi mais organizado e também mais complexo numa situação de estimulação e interação, em consonância com o estudo de Harbourne e Stergiou (2003), então consideramos que a criança apresentou uma progressão no desenvolvimento do controlo postural não linear, ou seja verificou-se um processo dinâmico pelo qual a criança aprende a controlar graus de liberdade do corpo para alcançar a postura, aumentando a estabilidade e regularidade da sua estratégia para conseguir em primeiro a habilidade, e a seguir soltar graus de liberdade para explorar de uma forma adaptativa e interagir com o ambiente.

Deste modo, os nossos resultados também vão ao encontro da teoria defendida por Assaiante et al. (2005) que defende que a criança utiliza inicialmente uma estratégia “en bloc” para minimizar os graus de liberdade, e a seguir uma estratégia “articulada” para controlar, de forma independente, segmentos anatómicos com diminuição dos graus de liberdade de determinadas articulações até ao domínio global da habilidade, verificado nomeadamente com os diferentes valores obtidos nas várias articulações das crianças do estudo e essencialmente na criança hipotónica.

Tal como nos estudo de Fallang e Hadders-Algra (2005) e de Heathcock et al. (2008) sobre bebés nascidos prematuros, verificamos que a criança hipotónica que apresentava um comportamento postural inicial relativamente imóvel durante uma tarefa recorrendo a uma estratégia funcional de congelamento de graus de liberdade, beneficiou com uma intervenção precoce para estimulação da exploração dinâmica e na variação de estratégias de movimento. Esta intervenção benéfica também foi realçada no estudo de Haley (1986) em crianças com o síndrome de Down, que manifestam

algumas características similares a criança hipotónica em estudo (atrasos no desenvolvimento motor, fraqueza muscular e hiperlaxidão ligamentar).

Assim, se a criança hipotónica com séries temporais iniciais menos complexas, traduzindo um menor controlo fisiológico efetivo apresenta melhorias no controlo postural após uma intervenção com tarefas posturais, em consonância com o estudo de Donker et al. (2008), então, consideramos que a análise não linear apresenta-se como um método útil objetivo e quantitativo de comportamentos motores.

Do mesmo modo, a análise não linear permite distinguir diferentes graus de atraso no desenvolvimento comparando a criança hipotónica com a criança controlo e os resultados observados antes e depois da nossa intervenção encorajam a variabilidade e a utilização de diferentes estratégias posturais na intervenção para alcançar habilidades de padrões posturais semelhantes em ambas as crianças, tal como realçado no estudo de Kyvelidou et al. (2010).

Assim, as ferramentas lineares e não lineares aparecem como uma ferramenta útil na análise e caracterização de diferentes padrões motores normais e a sua evolução (A. Bhat et al., 2005; R. T. Harbourne & Stergiou, 2003), na deteção de padrões motores anormais (Donker et al., 2008; Kyvelidou et al., 2010), permitindo uma intervenção precoce, assim como uma quantificação objetiva de progressos realizados pela intervenção (Deffeyes et al., 2011), com base numa intervenção que promove uma variabilidade de movimento pela incorporação de várias estratégias comportamentais (Stergiou, Harbourne, & Cavanaugh, 2006).

Deste modo, os nossos resultados confirmam o pressuposto defendido por Ulrich (2010), reforçando a importância de uma intervenção precoce com base em protocolos funcionais que enfatizam as atividades da vida diária envolvendo as crianças a se moverem ativamente e a responder a perturbações mostrando capacidade de se adaptar de forma adequada.

Assim, existe uma evidência crescente da importância da variabilidade no movimento normal, o que revela a variação não como erro, mas como uma condição necessária para a função. A variabilidade reflete várias opções para o movimento, que prevê estratégias flexíveis e adaptativas, que não são dependentes de programas rígidos para cada tarefa ou para cada condição de alteração encontrada (Regina T. Harbourne & Stergiou, 2009).

As habilidades motoras maduras estão associadas a uma quantidade ideal de variabilidade de movimento. Esta variabilidade é caracterizada por uma estrutura caótica. Uma variabilidade menor de movimento caracteriza os sistemas biológicos que são excessivamente rígidos e imutáveis, assim

como uma variabilidade maior caracteriza sistemas barulhentos e instáveis. Ambas as situações caracterizam sistemas que são menos adaptáveis a perturbações, associados a desenvolvimentos motores anormais ou estados não saudáveis (Stergiou et al., 2006).

Portanto, as ferramentas não lineares podem ser adequadas para a avaliação e a identificação de padrões de movimentos alterados, permitindo uma intervenção precoce adaptada. As ferramentas não lineares permitem também salientar que o objetivo da intervenção deve ser o de promover o desenvolvimento desta quantidade ideal de variabilidade do movimento pela incorporação de um rico repertório de estratégias comportamentais. Promover a variação complexa no movimento humano permite que qualquer desenvolvimento motor ou a recuperação da função após a lesão não deve ser codificado, mas determinado pela participação ativa do indivíduo no seu ambiente (Stergiou et al., 2006).

O estudo de caso realizado, sendo um estudo em profundidade de uma realidade específica, não se pode generalizar a todos os casos com características idênticas. Apenas pode orientar para, ou reforçar determinadas teorias e lançar o desafio para estudos similares e/ou de maior amplitude. Assim, sugere-se um estudo com uma amostra maior de crianças portadoras de hipotonia e de crianças com desenvolvimento típico.

Outro parâmetro limitador do estudo foi, em acréscimo da amostra limitada, os dados recolhidos e analisados também foram escassos, podendo não caracterizar corretamente os padrões de movimentos analisados.

Também seria mais vantajosa uma avaliação longitudinal mais rigorosa, com uma recolha de dados mais concisa, avaliando todos os parâmetros nos vários planos de movimento, permitindo então uma interpretação mais fidedigna da evolução do padrão de movimento ao longo do tempo.

Os materiais utilizados para a recolha de dados e a própria recolha de dados podem ter também interferido ou influenciado de certo modo o comportamento observado, tendo sido necessário a remoção de alguns materiais para um contexto menos laboratorial e mais natural, e a própria seleção de determinados comportamentos para análise de dados, ao detrimento de outros.

Deste modo, a realização deste estudo e a identificação de parâmetros limitadores permitem a realização de futuros estudos, com correção desses parâmetros limitadores que permitem alcançar resultados mais precisos e fidedignos.

Outras medidas para futuros estudos, para além do aumento do número da amostra e do número de recolhas, são uma análise mais aprofundada das variáveis de recorrência, nomeadamente com a análise dos parâmetros *Percentagem de Laminaridade* e *Tempo de Retenção*, introduzidas por (Marwan, Wessel, Meyerfeldt, Schirdewan, & Kurths, 2002).

Também é essencial realçar a importância do registo de observações anedóticas, que podem explicar algumas controvérsias nos resultados obtidos.

6. Conclusão

O estudo efetuado pretendeu avaliar e perceber se a manipulação de constrangimentos da tarefa (extrínseco funcional) propicia melhoria qualitativa no desenvolvimento da habilidade motora da postura ereta e na sua manutenção dinâmica numa criança com hipotonia, sendo um tema pouco abordado em crianças nestas condições, permitindo a discussão de meios de intervenção precoce no desenvolvimento motor destas crianças.

Os resultados indicam que a estimulação funcional determinou redução das oscilações da articulação proximal (coxo femoral) e da sua variabilidade, com aumento determinístico, tendencialmente mais periódico e mais entrópico. Este padrão não é tão consistente nas articulações distais (joelho e tibiotársica). No segundo momento de recolha, os resultados da criança hipotónica evidenciam aproximação ao padrão de comportamento da criança controlo. Em ambas as crianças a condição de estimulação funcional determinou mudança para comportamento mais periódico e entrópico.

A primeira hipótese foi verificada, a criança hipotónica apresentando um padrão motor comprometido, em comparação com uma criança com desenvolvimento típico, em ambas as condições. A segunda e terceira hipóteses também foram verificadas, os constrangimentos da tarefa propiciando maior controlo motor na postura ereta em ambas as crianças, embora a criança controlo respondesse menos acentuadamente, uma vez que já possui maior habilidade do controlo postural. A última hipótese foi verificada, pois, um programa de treino de equilíbrio com estímulo e interação permite o desenvolvimento da habilidade motora da postura de bipedia tendencialmente típico na criança com hipotonia.

Decorrente dos resultados deste estudo, recomenda-se a utilização de estimulação funcional em crianças com hipotonia, em complementaridade com outros métodos de intervenção, destacando o recurso a variabilidade do movimento pela incorporação de um rico repertório de estratégias comportamentais para alcançar habilidades de padrões posturais.

7. Recomendações

Para a realização de futuros estudos, sugere-se um estudo com uma amostra maior de crianças portadoras de hipotonia e de crianças com desenvolvimento típico, permitindo a obtenção de resultados mais consistentes.

Outra recomendação para estudos futuros é uma recolha maior de dados, em ambas as crianças, com o objetivo de obter uma base de conjuntos de dados maior a fim de caracterizar corretamente os padrões de movimentos analisados.

Também seria mais vantajoso, uma avaliação longitudinal mais rigorosa, com uma recolha de dados mais concisa, avaliando todos os parâmetros nos vários planos de movimento, permitindo então uma interpretação mais fidedigna da evolução do padrão de movimento ao longo do tempo.

Deste modo, também seria mais benéfico, uma recolha simultânea dos dados em dois planos, de modo a que todos as marcas sejam bem visíveis, permitindo uma análise tridimensional dos movimentos e uma análise mais rigorosa dos dados obtidos.

É necessário também conseguir maior rigor nos procedimentos de recolha dos dados, mas mantendo um ambiente pouco laboratorial e agradável para as crianças, sendo uma tarefa difícil de alcançar.

Outra recomendação para futuros estudos, para além do aumento do número da amostra e do número de recolhas, é uma análise mais aprofundada das variáveis de recorrência, nomeadamente com a análise dos parâmetros *Porcentagem de Laminaridade* e *Tempo de Retenção*, introduzidas por Marwan, Wessel, Meyerfeldt, Schirdewan, e Kurths (2002), podendo fornecer informações adicionais relevantes.

Revelou-se importante o registo de observações anedóticas, que podem explicar algumas controvérsias nos resultados obtidos, recomendando-se o seu uso em estudos posteriores.

8. Bibliografia

- Adolph, K. E. (2002). Babies' steps make giant strides toward a science of development. *Infant Behavior & Development*, 25, 86-90.
- Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M., & Schmitz, C. (2005). Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plast*, 12(2-3), 109-118; discussion 263-172.
- Belair, J., Glass, L., der Heiden, U. a., & Milton, J. (1995). Dynamical disease: Identification, temporal aspects and treatment strategies of human illness. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 5(1), 1-7.
- Bernstein, N. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*: Pergamon Press.
- Bernstein, N. A. (1996). *Dexterity and its development*: M. L. Latash & M. T. Turvey (Eds.).
- Bhat, A., Heathcock, J., & Galloway, J. C. (2005). Toy-oriented changes in hand and joint kinematics during the emergence of purposeful reaching. *Infant Behavior and Development*, 28(4), 445-465.
- Bhat, A. N., & Galloway, J. C. (2007). Toy-oriented changes in early arm movements III: constraints on joint kinematics. *Infant Behav Dev*, 30(3), 515-522.
- Blanchard, Y., Carey, S., Coffey, J., Cohen, A., Harris, T., Michlik, S., et al. (2005). The influence of concurrent cognitive tasks on postural sway in children. *Pediatr Phys Ther*, 17(3), 189-193.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design*: Harvard University Press.
- Cameron, N., Tanner, J. M., & Whitehouse, R. H. (1982). A longitudinal analysis of the growth of limb segments in adolescence. *Annals of Human Biology*, 9(3), 211-220.
- Chemero, A. (2003). An Outline of a Theory of Affordances. *Ecological Psychology*, 15(2), 181-195.
- Chester, V., & Jensen, R. (2005). Changes in infant segment inertias during the first three months of independent walking. *Dynamic Medicine*, 4(1), 9.
- Deffeyes, J. E., Harbourne, R. T., Stuberg, W. A., & Stergiou, N. (2011). Approximate entropy used to assess sitting postural sway of infants with developmental delay. *Infant Behavior & Development*, 34(1), 81-99.
- Donker, S. F., Ledebt, A., Roerdink, M., Savelsbergh, G. J., & Beek, P. J. (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Exp Brain Res*, 184(3), 363-370.
- Donker, S. F., Roerdink, M., Greven, A. J., & Beek, P. J. (2007). Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. *Exp Brain Res*, 181(1), 1-11.
- Eckmann, J.-P., Kamphorst, S. O., & Ruelle, D. (1987). Recurrence Plots of Dynamical Systems. *Europhysics Letters*, 4(9), 973-977.

- Enns, J. T., & Girgus, J. S. (1985). Developmental changes in selective and integrative visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40(2), 319-337.
- Fallang, B., & Hadders-Algra, M. (2005). Postural behavior in children born preterm. *Neural Plast*, 12(2-3), 175-182; discussion 263-172.
- Geuze, R. H. (2005). Postural control in children with developmental coordination disorder. *Neural Plast*, 12(2-3), 183-196; discussion 263-172.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*: Taylor & Francis Group.
- Glass, L., & MacKey, M. C. (1988). *From clocks to chaos: the rhythms of life*. : Mir.
- Goldberger, A. L. (1996). Non-linear dynamics for clinicians: chaos theory, fractals, and complexity at the bedside. *The Lancet*, 347, 1312-1314.
- Goldberger, A. L. (1997). Fractal variability versus pathological periodicity: complexity loss and stereotypy in disease. *Perspectives in Biology and Medicine*, 40(4), 543-561.
- Goldberger, A. L., Amaral, L. A. N., Hausdorff, J. M., Ivanov, P. C., Peng, C. K., & Stanley, H. E. (2002). Fractal dynamics in physiology: Alterations with disease and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(Suppl 1), 2466-2472.
- Gowda, V., Parr, J., & Jayawant, S. (2008). Evaluation of the floppy infant. *Paediatrics and Child Health*, 18(1), 17-21.
- Hadders-Algra, M. (2005). Development of postural control during the first 18 months of life. *Neural Plast*, 12(2-3), 99-108; discussion 263-172.
- Haley, S. M. (1986). Postural reactions in infants with Down syndrome. Relationship to motor milestone development and age. *Phys Ther*, 66(1), 17-22.
- Harbourne, R. T., & Stergiou, N. (2003). Nonlinear analysis of the development of sitting postural control. *Dev Psychobiol*, 42(4), 368-377.
- Harbourne, R. T., & Stergiou, N. (2009). Movement Variability and the Use of Nonlinear Tools: Principles to Guide Physical Therapist Practice. *Physical Therapy*, 89(3), 267-282.
- Heathcock, J. C., Lobo, M., & Galloway, J. C. (2008). Movement training advances the emergence of reaching in infants born at less than 33 weeks of gestational age: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 88(3), 310-322.
- Jeannet, P.-Y. (2006). Hypotonie du nourrisson. *PAEDIATRICA*, 17(1), 19-21.
- Kirshenbaum, N., Riach, C. L., & Starkes, J. L. (2001). Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. *Exp Brain Res*, 140(4), 420-431.
- Kyriazis, M. (2003). Practical applications of chaos theory to the modulation of human ageing: nature prefers chaos to regularity. *Biogerontology*, 4(2), 75-90.

- Kyvelidou, A., Harbourne, R. T., & Stergiou, N. (2010). Severity and characteristics of developmental delay can be assessed using variability measures of sitting posture. *Pediatr Phys Ther*, 22(3), 259-266.
- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., & Fleury, M. (1996). Upright standing and gait: are there changes in attentional requirements related to normal aging? *Exp Aging Res*, 22(2), 185-198.
- Lima, R. C. M., Nascimento, L. R., & Teixeira-Salmela, L. F. (2010). O movimento funcional de alcance em uma abordagem ecológica. *Fisioterapia e Pesquisa*, 17(2), 184-189.
- Lin, K.-c., Wu, C.-y., & Trombly, C. A. (1998). Effects of Task Goal on Movement Kinematics and Line Bisection Performance in Adults Without Disabilities. *The American Journal of Occupational Therapy*, 52(3), 179-187.
- Lipsitz, L. A. (2002). Dynamics of Stability: The Physiologic Basis of Functional Health and Frailty. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(3), B115-B125.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, Maturation & Physical Activity*: Human Kinetics Books.
- Marwan, N., Wessel, N., Meyerfeldt, U., Schirdewan, A., & Kurths, J. (2002). Recurrence-plot-based measures of complexity and their application to heart-rate-variability data. *Physical Review E*, 66(2), 026702.
- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychol Res*, 67(1), 22-29.
- McNevin, N. H., & Wulf, G. (2002). Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Hum Mov Sci*, 21(2), 187-202.
- Moen, P., Elder, G. H., & Lüscher, K. (1995). *Examining Lives in Context: Perspectives on the Ecology of Human Development*: Amer Psychological Assn.
- Nazário, P. F., Peres, L. W., & Krebs, R. J. (2011). A Influência do Contexto no Comportamento Motor: Uma Revisão. *Revista Digital*, 15(152).
- Newberger, D. S. (2000). Down syndrome: prenatal risk assessment and diagnosis. *Am Fam Physician*, 62(4), 825-832, 837-828.
- Newell, K. M. (1986). *Constraints on the Development of Coordination*: Dordrecht, Amsterdam: Martinus Nijhoff.
- Oliveira, F. I. d. S., & Rodrigues, S. T. (2006). *Affordances: a relação entre agente e ambiente* (Vol. 9).
- Olivier, I., Palluel, E., & Nougier, V. (2008). Effects of attentional focus on postural sway in children and adults. *Exp Brain Res*, 185(2), 341-345.
- Peredo, D. E., & Hannibal, M. C. (2009). The floppy infant: evaluation of hypotonia. *Pediatr Rev*, 30(9), e66-76.
- Reed, E. S. (1996). *Encountering the World: Toward an Ecological Psychology*: Oxford University Press.

- Reed, U. C. (2007). Síndrome da criança hipotônica. *Rev Med (Sao Paulo)*, 86(2), 82-93.
- Riley, M. A., Balasubramaniam, R., & Turvey, M. T. (1999). Recurrence quantification analysis of postural fluctuations. *Gait & posture*, 9(1), 65-78.
- Roerdink, M., De Haart, M., Daffertshofer, A., Donker, S. F., Geurts, A. C., & Beek, P. J. (2006). Dynamical structure of center-of-pressure trajectories in patients recovering from stroke. *Exp Brain Res*, 174(2), 256-269.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(1), M10-16.
- Stergiou, N., Harbourne, R., & Cavanaugh, J. (2006). Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, 30(3), 120-129.
- Stoffregen, T. A. (2000). Affordances and Events. *Ecological Psychology*, 12(1), 1-28.
- Stoffregen, T. A. (2003). Affordances as Properties of the Animal-Environment System. *Ecological Psychology*, 15(2), 115-134.
- Sun, H., & Jensen, R. (1994). Body segment growth during infancy. *Journal of Biomechanics*, 27(3), 265-275.
- Sundermier, L., Woollacott, M., Roncesvalles, N., & Jensen, J. (2001). The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. *Exp Brain Res*, 136(3), 340-350.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at Adolescence: With a General Consideration of the Effects of Hereditary and Environmental Factors Upon Growth and Maturation from Birth to Maturity*: John Wiley & Sons, Limited.
- Teasdale, N., & Simoneau, M. (2001). Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture*, 14(3), 203-210.
- Thelen, E. (1986). Treadmill-elicited stepping in seven-month-old infants. *Child Dev*, 57(6), 1498-1506.
- Turvey, M. T. (1992). Affordances and Prospective Control: An Outline of the Ontology. *Ecological Psychology*, 4(3), 173-187.
- Ulrich, B. D. (2010). Opportunities for early intervention based on theory, basic neuroscience, and clinical science. *Phys Ther*, 90(12), 1868-1880.
- Ulrich, D. A., Ulrich, B. D., Angulo-Kinzler, R. M., & Yun, J. (2001). Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics*, 108(5), E84.
- Urzêda, R. N., de Oliveira, T. G., Campos, A. M., & Formiga, C. K. M. R. (2009). Reflexos, reações e tonus muscular de bebês pré-termo em um programa de intervenção precoce. *Revista Neuriciência*, 17(4), 319-325.

- Volman, M. J., Wijnroks, A., & Vermeer, A. (2002). Effect of task context on reaching performance in children with spastic hemiparesis. *Clin Rehabil*, 16(6), 684-692.
- Vuillerme, N., & Nafati, G. (2007). How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. *Psychol Res*, 71(2), 192-200.
- Vuillerme, N., & Nougier, V. (2004). Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Res Bull*, 63(2), 161-165.
- Webber, C. L., Jr., & Zbilut, J. P. (2005). Recurrence quantification analysis of nonlinear dynamical systems. In *Tutorials in contemporary nonlinear methods for the behavioral sciences* (pp. 26-94).
- Weel, F. R., van der Meer, A. L. H., & Lee, D. N. (1991). Effect of Task on Movement Control in Cerebral Palsy: Implications for Assessment and Therapy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33(5), 419-426.
- Wickens, D. D., & Conrucci, J. J. (1974). The effects of formal and acoustic repetition in the Brown-Peterson paradigm. *Mem Cognit*, 2(3), 581-584.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 16(1), 1-14.
- Woollacott, M. H., & Shumway-Cook, A. (1990). Changes in posture control across the life span--a systems approach. *Phys Ther*, 70(12), 799-807.
- Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*, 54(4), 1143-1154.
- Wulf, G., & Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: a review. *Psychon Bull Rev*, 8(4), 648-660.
- Wulf, G., Shea, C., & Park, J. H. (2001). Attention and motor performance: preferences for and advantages of an external focus. *Res Q Exerc Sport*, 72(4), 335-344.

9. ANEXOS

Os anexos encontram-se gravados num cd, fornecido com a dissertação.

Índice de Anexos

Anexo 1_ Consentimento informado

Anexo 2_ Relatórios clínicos da criança hipotónica

Anexo 3_ Dados da criança hipotónica

Anexo 3A_ Dados Excel obtidos a partir do *Kinovea*

Anexo 3B_ Dados .txt

Anexo 3C_ Gráficos emparelhados

Anexo 3D_ Dados de Recorrência_ Excel

Anexo 3E_ Comparação momentos M1 e M2

Anexo 4_ Dados da criança controlo

Anexo 4A_ Dados Excel obtidos a partir do *Kinovea*

Anexo 4B_ Dados .txt

Anexo 4C_ Gráficos emparelhados

Anexo 4D_ Dados de Recorrência_ Excel

Anexo 5_ Criança hipotónica vs Criança controlo

Anexo 5A_ Análise linear

Anexo 5B_ Tabela de Resumo dos Dados

Anexo 5C_ Gráficos de Recorrência

Anexo 6_ Dados SPSS

Anexo 6A_ Análise SPSS da criança hipotónica

Anexo 6B_ Análise SPSS da criança controlo

Anexo 6C_ Análise SPSS da criança hipotónica vs criança controlo