

## Relatório Final de Estágio

### Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

# **Estudo preliminar da evolução cinemática da marcha no pós-traumatismo cranioencefálico**

Sandra Marlene Correia Garcez

Orientadora: Ana Colette Pereira de Castro Osório Maurício

Coorientadores: Nuno Manuel Fernandes Alves e

Ângela Paula Neves Rocha Martins

Porto 2021

## Relatório Final de Estágio

### Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

# **Estudo preliminar da evolução cinemática da marcha no pós-traumatismo cranioencefálico**

Sandra Marlene Correia Garcez

Orientadora: Ana Colette Pereira de Castro Osório Maurício

Coorientadores: Nuno Manuel Fernandes Alves e

Ângela Paula Neves Rocha Martins

Porto 2021

## **Resumo**

O traumatismo cranioencefálico é uma das causas mais comuns é das causas mais comuns de morbidade e mortalidade em animais domésticos, causando danos neurológicos que alteram a marcha. Alguns dos parâmetros mais afetados desta situação clínica estão relacionados com o balanço e a postura da marcha, levando a quedas recorrentes. Uma análise observacional através do olho humano implica uma avaliação subjetiva que depende em muito da experiência clínica do avaliador. Deste modo, a análise cinemática permite analisar de modo objetivo os valores dos parâmetros da marcha e apreciar a evolução do tratamento aplicado. Neste estudo é apresentada a evolução clínica dos parâmetros cinemáticos da marcha de uma cadela após um evento de traumatismo craniano.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise cinemática, marcha, fisioterapia, reabilitação, traumatismo cranioencefálico

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, Prof. Ana Colette Maurício, porque para realizar sonhos precisamos das pessoas que melhor nos sabem indicar e guiar o caminho que os permite concretizar.

Ao Prof. Nuno Alves e à Dra. Ângela Martins por me proporcionarem os meios de aprendizagem desafiantes que culminaram neste relatório e numa excelente experiência de vida.

À equipa do CDRSP, por me terem acolhido desde o primeiro segundo e aumentado a minha curiosidade em áreas completamente fora da minha zona de conforto. Em especial ao Rui, pelos desafios constantemente lançados, pelo companheirismo e pelo apoio de quem quis, tanto como eu, ver este projeto finalizado.

À equipa do HVA/CRAA/ CR<sup>2</sup>AL e a todas as amigas criadas mais a sul. Por estarem sempre dispostos a ensinar-me e a esclarecer todas as minhas dúvidas e pela demonstração incansável de que com muito trabalho, dedicação e esperança podemos contribuir para a evolução de muitos animais. Em especial à Dra. Débora Gouveia e à Dra. Ana Cardoso por terem acompanhado de perto este projeto e todos os desafios inerentes ao mesmo.

À minha família, por ordem irrelevante. Ao meu pai, que nunca se conforma com nada e está sempre à procura de evoluir. À minha mãe, que em todas as conversas de chás, torradas e trocas de histórias, contribuiu para a mulher que sou hoje. À minha irmã, por tudo e mais alguma coisa. Por celebrar comigo, desde o primeiro segundo, a entrada naquela que foi a nossa casa académica e por perceber as minhas carências em glicose (e em paciência) nos momentos mais tensos. Aos meus cães, por me ajudarem a manter a saúde mental com abraços e lambidelas.

Aos amigos, o melhor apoio psicológico que podia ter nas épocas mais difíceis de um estudante e aos melhores festeiros em épocas de celebração.

Ao Deus 9,5. A um grupo de colegas tão distintos e sempre prontos para aligeirar os assuntos e a sofrer conjuntamente em momentos mais difíceis. Às idas às varandas para respirar a ver o rio Douro, aos aquecedores, torradeiras e máquinas de café.

Ao Daniel, por ser o primeiro a deixar-me curiosa e o primeiro a mandar-me saltar do abismo, mesmo quando eu não acreditava que uma queda podia ser boa.

À AEICBAS, por me ter feito crescer em sentidos que eu desconhecia querer crescer. À FAMV e a todas as amigas de norte a sul que aí começaram e nunca acabaram, por me fazer acreditar que somos muito melhores em equipa.

A todos os estudantes, principalmente os “finalistas covid-19”, que se viram impedidos de celebrar como sempre sonharam, o conquistar de uma etapa que nos marca para toda a vida.

*“Tudo parece impossível*

*Até que seja feito”*

Nelson Mandela

## ÍNDICE

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução.....                                                  | 1  |
| 2. Contexto Neuroanatômico.....                                     | 2  |
| 2.1. O Sistema Nervoso Central.....                                 | 2  |
| 3. O sistema motor somático.....                                    | 4  |
| 3.1. Neurónio Motor Inferior.....                                   | 4  |
| 3.2. Neurónio Motor Superior.....                                   | 4  |
| 4. O Controlo da marcha.....                                        | 5  |
| 4.1. A coordenação da Marcha.....                                   | 5  |
| 5. Traumatismo Cranioencefálico.....                                | 6  |
| 5.1. Sinais Clínicos.....                                           | 6  |
| 5.2. Exames Complementares de Diagnóstico.....                      | 7  |
| 5.3. Diagnósticos Diferenciais.....                                 | 8  |
| 6. A Marcha Normal do Cão.....                                      | 8  |
| 6.1. O Passo.....                                                   | 8  |
| 6.2. O Trote.....                                                   | 9  |
| 7. Alterações da Marcha em Situações Neurológicas.....              | 9  |
| 7.1. Parâmetros Alterados na Marcha do Doente com Traumatismo.....  | 10 |
| 8. Considerações Biomecânicas.....                                  | 10 |
| 8.1. Análise Cinemática.....                                        | 11 |
| 8.1.1. Aplicação da análise cinemática na Medicina Veterinária..... | 11 |
| 9. Caso Clínico.....                                                | 12 |
| 9.1. História Clínica.....                                          | 12 |
| 9.2. Abordagem Primária.....                                        | 13 |
| 9.2.1. Exame físico e Sinais Clínicos.....                          | 13 |
| 9.2.2. Protocolo Terapêutico.....                                   | 13 |
| 9.2.3. Exames Complementares de Diagnóstico.....                    | 14 |
| 9.2.4. Acompanhamento.....                                          | 14 |
| 9.3. Abordagem secundária – ACRASH PLAN.....                        | 14 |
| 9.4. Avaliação cinemática.....                                      | 17 |
| 9.5. Discussão.....                                                 | 28 |
| 9.5.1. Limitações.....                                              | 30 |
| 9.5.2. Dificuldades.....                                            | 30 |
| 10. Conclusão.....                                                  | 30 |
| Referências.....                                                    | 31 |
| Anexos.....                                                         | 36 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Organização segmentar do cérebro.....                                                                                                                                    | 2  |
| <b>Figura 2.</b> Estado do Animal à entrada do serviço de urgência (imagem atenciosamente cedida por CRAA) .....                                                                          | 12 |
| <b>Figura 3.</b> Representação Esquemática Unilateral da Posição Anatômica dos Marcadores, Vista Lateral (A) e Vista Medial (B), Adaptado de (Riegger-Krugh, Millis & Weigel, 2004) ..... | 17 |
| <b>Figura 4.</b> Ilustração do Método de Colocação de Marcadores, Vista Lateral. (imagem atenciosamente cedida pelo CRAA) .....                                                           | 18 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Comparação das Variáveis espaciotemporais e dos seus desvios-padrão.....                                                                | 20 |
| <b>Tabela 2.</b> Ângulo de Rotação da Articulação Coxofemoral.....                                                                                       | 22 |
| <b>Tabela 3.</b> Ângulo de Flexão /Extensão da Articulação do Joelho.....                                                                                | 23 |
| <b>Tabela 4.</b> Ângulo de Flexão /Extensão da Articulação do Tarso.....                                                                                 | 23 |
| <b>Tabela 5.</b> Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação coxofemoral, durante a fase de balanço..... | 24 |
| <b>Tabela 6.</b> Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação do joelho, durante a fase de balanço.....   | 24 |
| <b>Tabela 7.</b> Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação do tarso, durante a fase de balanço.....    | 24 |
| <b>Tabela 8.</b> Velocidade angular da articulação coxofemoral.....                                                                                      | 26 |
| <b>Tabela 9.</b> Velocidade angular da articulação do joelho.....                                                                                        | 27 |
| <b>Tabela 10.</b> Velocidade angular da articulação do tarso.....                                                                                        | 27 |

## **ABREVIATURAS**

**AVC** Acidente Vascular Cerebral

**G1** Gravação 1

**G2** Gravação 2

**G3** Gravação 3

**G4** Gravação 4

**NMI** Neurónio Motor Inferior

**NMS** Neurónio Motor Superior

**PIC** Pressão Intracraniana

**RM** Ressonância Magnética

**SNC** Sistema Nervoso Central

**SNP** Sistema Nervoso Periférico

**TC** Tomografia Computorizada

**TCE** Traumatismo Cranioencefálico

## 1. INTRODUÇÃO

Durante a história pregressa agregada ao exame físico, é prática comum a avaliação observacional. Esta revela um carácter subjetivo pois depende da prática e experiência clínica do operador, podendo desta forma não coincidir com a avaliação biomecânica da marcha (Agostinho et. al, 2011).

A avaliação cinemática dos parâmetros da marcha permite obter uma avaliação mais objetiva da evolução de condições clínicas e uma adaptação mais correta do manuseio e da terapêutica aplicada nos diferentes momentos (Agostinho et. al, 2011).

O traumatismo cranioencefálico é um episódio de trauma, podendo afetar áreas distintas intracranianas. Assim, dependendo da área envolvida poderemos ter alterações significativas da locomoção. No entanto, estas são menos frequentes no cão relativamente ao Homem. Este tem maior influência do sistema corticoespinal, sendo classificado em organismo piramidal (Thomson & Hahn, 2012).

O traumatismo cranioencefálico, no momento da urgência, é avaliado segundo a escala de Glasgow modificada, tendo esta a avaliação dos nervos cranianos, da postura e da própria marcha. No doente neurológico é muito importante a monitorização progressiva da avaliação dos défices neurológicos, muitas vezes surgem relatos de diferentes demonstrações de alteração da marcha que devem ser investigadas com maior rigor e evidência em âmbito clínico (Platt & Olby, 2004).

Deste modo, o estágio curricular foi realizado em dois locais, nomeadamente no CDRSP (Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentável do Produto), de modo a adquirir conhecimentos básicos da biomecânica e manuseamento de softwares de análise. Parte do estágio foi também realizada no CRAA (Centro de Reabilitação Animal da Arrábida), num contexto clínico onde foi possível o contacto com uma realidade clínica na área de fisioterapia e reabilitação e onde foram obtidos os dados apresentados no caso clínico deste relatório.

Assim, este relatório versa sobre a análise cinemática da evolução da marcha num doente clínico numa situação de pós-traumatismo cranioencefálico.

## 2. Contexto Neuroanatômico

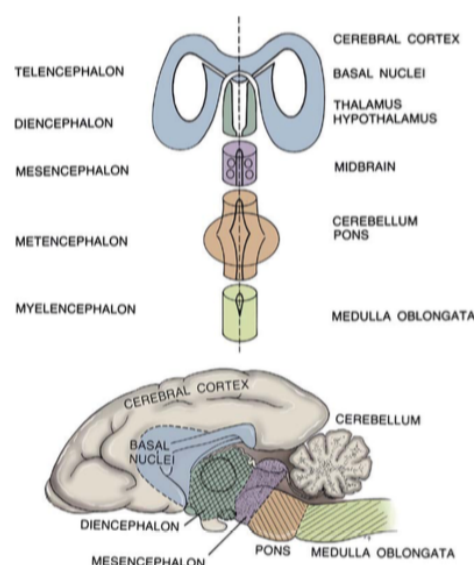
O Sistema Nervoso subdivide-se em duas partes, sendo estas o Sistema Nervoso Central (SNC) e o Sistema Nervoso Periférico (SNP) (da Costa & Dewey, 2016). O SNC é constituído pelo cérebro, cerebelo, tronco encefálico e medula espinal, sendo o responsável pelo processamento do sinal neural. Por outro lado, o SNP é formado pelo conjunto de nervos, gânglios, junção neuromuscular e recetores sensoriais, assumindo diversas funções e estabelecendo o elo de comunicação entre o impulso nervoso central e o sistema músculo-esquelético (Reece, 2017).

### 2.1. O Sistema Nervoso Central

O SNC, como anteriormente referido, é constituído pelo encéfalo e medula espinal, desenvolvendo-se embriologicamente a partir do tubo neurona (Lorenz et. al, 2011).

#### 2.1.1. O Encéfalo

O encéfalo encontra-se dividido em prosencéfalo, tronco cerebral e cerebelo. Dentro desta estrutura podemos ainda definir cinco áreas mais relevantes no contexto clínico: o telencéfalo, o diencéfalo, o mesencéfalo, o metaencéfalo e o mieloencéfalo (Lorenz et. al, 2011) (Fig.1).



**Figura 1.** Organização segmentar do cérebro (Lorenz et. al, 2011)

#### **2.1.1.1. Prosencéfalo**

O prosencéfalo é constituído pelo telencéfalo e o diencéfalo (Lorenz et. al, 2011).

O telencéfalo é a porção formada pelos hemisférios cerebrais, os núcleos basais subcorticais, os bulbos olfatórios, pendúnculos cerebrais e o hipocampo (Lorenz et. al, 2011). Lesões que abranjam esta região tendem a manifestar-se através de sinais clínicos como convulsões, alterações comportamentais, posturas anormais da cabeça e do pescoço ou ainda movimentos patológicos (de Lahunta, 2009).

Em circunstâncias de lesão unilateral, os sinais podem manifestar-se como défices de reação postural contralaterais à lesão, nomeadamente perda de visão e hipoalgesia, podendo ainda verificar-se ocasionalmente paresia faríngea, lingual e facial. Por outro lado, lesões que atinjam o diencéfalo podem caracterizar-se por sinais clínicos como reflexos posturais mais lentos bilateralmente e, em lesões unilaterais, défices posturais contralaterais, hipoalgesia, marcha em círculos, alterações comportamentais, de apetite e de termorregulação (de Lahunta, 2009).

#### **2.1.1.2. Tronco Cerebral**

O tronco cerebral é a região que permite a conexão entre o encéfalo e a medula espinhal e é integrado pelo mesencéfalo, ponte e *medulla oblongata*. (Lorenz et. al, 2011).

Lesões nesta região tendem a apresentar sinais de neurónio motor superior (NMS) nos quatro membros, ou no membro torácico e pélvico do mesmo lado, observando-se ainda uma paresia ou paralisia durante a marcha e reações posturais (Lorenz et. al, 2011).

#### **2.1.1.3. Cerebelo**

O cerebelo é o responsável pelo controlo da amplitude e força do movimento, sem o iniciar (Platt & Olby, 2004).

A função é suavizar e coordenar as funções motoras através de informação propriocetiva subconsciente que vai influenciar a atividade motora dos Neurónios Motores Superiores (NMS) e, conseqüentemente, dos Neurónios

Motores Inferiores (NMI). Assim, ao longo da marcha, o cerebelo é capaz de comparar a posição do corpo com o objetivo idealizado no início, durante e na finalização da marcha (Thomson & Hahn, 2012).

Uma disfunção do cerebelo apresenta anomalias a nível da postura e da marcha, tais como hipermetria sem preservação da força e uma resposta atrasada e exagerada à manutenção da postura (Platt & Olby, 2004).

### **3. O sistema motor somático**

Nos cães, o movimento voluntário é iniciado através da área motora primária do córtex cerebral que, por sua vez, depende de informação de outras áreas do próprio córtex capazes de transmitir informações relativas à posição do corpo, à execução do movimento, assim como à definição da metodologia tendo como objetivo final a correção, muitas vezes possível por memórias relativas a experiências semelhantes (Reece et. al, 2015)

A atividade do sistema motor somático é regulada em dois níveis distintos no SNC, tendo em consideração o grupo de células nervosas. Estes grupos podem ser designados por neurónios motores superiores (NMS) e neurónios motores inferiores (NMI) (Lorenz et. al, 2011).

#### **3.1. Neurónio Motor Inferior**

Os neurónios motores inferiores contêm componentes somáticas eferentes e permitem a conexão do SNC com os músculos e glândulas. Contudo, são maioritariamente encaminhados por neurónios motores superiores (Lorenz et. al, 2011).

Alguns dos sinais clínicos que podem ser identificados durante o exame neurológico são paresia ou paralisia, diminuição do tônus muscular, diminuição ou ausência de reflexos periféricos e rápida atrofia muscular, designada por atrofia neurogénica (Thomson & Hahn, 2012).

#### **3.2. Neurónio Motor Superior**

Os NMS localizam-se no córtex cerebral e no tronco encefálico, e são os responsáveis pela iniciação do movimento motor voluntário, através da

modulação dos NMI (Lorenz, Coates, & Kent, 2011) e pela manutenção da postura contra a gravidade (Reece et. al, 2015).

Situações de lesão do NMS podem ainda manifestar-se através de sinais clínicos como paresia ou paralisia associada a presença de reflexos normais ou aumentados, ou ainda como uma atrofia associada à diminuição do uso dos grupos musculares (Lorenz et. al, 2011).

A conexão entre os NMS e os NMI varia consoante a espécie sendo que podemos dividir os sistemas em: sistema piramidal e extrapiramidal. Além disso, é importante referir que os corpos celulares dos NMS estão localizados no córtex motor (sistema piramidal), diencéfalo e centros motores do tronco encefálico (sistema extrapiramidal) (Platt & Olby, 2004).

#### **4. O Controlo da marcha**

A marcha é definida como uma repetição regular dos movimentos dos membros durante a locomoção, sendo as ações dos músculos, ossos e articulações controladas pelo sistema nervoso (Bagley, 2007).

Em animais quadrúpedes, os principais feixes de MNS que influenciam a locomoção têm origem no tronco encefálico. Assim, é importante realçar que enquanto que nos humanos, o sistema piramidal é que tem maior influência, em animais quadrúpedes, o sistema motor extrapiramidal é o que demonstra maior importância na execução da marcha (Thomson & Hahn, 2012).

A execução do movimento exige uma alternância entre a atividade dos músculos extensores e a atividade dos músculos flexores. O grupo responsável pela extensão do membro tem uma elevada relação com os feixes vestibuloespinhal e reticuloespinhal. Estes permitem uma estabilidade do corpo face à ação da força gravítica. O grupo dos músculos flexores apresenta-se relacionado com os feixes corticoespinhal e rubroespinhal (Bagley, 2007).

##### **4.1. A Coordenação da Marcha**

Como referido anteriormente, o cerebelo tem elevada importância no que diz respeito à coordenação da atividade muscular. Assim, a nível da manutenção da postura, é o responsável pela coordenação, contração e relaxamento dos

músculos que permitem correta distribuição do peso e a estabilização da postura do animal (Platt & Olby, 2004).

Apesar de lesões no cerebelo afetarem a coordenação motora, os centros dos MNS continuam a ser capazes de comunicar com os MNI. Contudo, o movimento gerado demonstra-se atáxico e exibe hipermetria (Thomson & Hahn, 2012).

Lesões no tronco cerebral que afetem os núcleos dos MNS podem apresentar-se ainda como situações de paresia e marcha alterada (Thomson & Hahn, 2012).

## **5. Traumatismo Cranioencefálico**

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma das causas mais comuns de morbidade e mortalidade em pequenos animais (Simpson et. al, 2009). É importante salientar que, em 50% dos casos de cães e gatos que se apresentam nesta situação são por consequência de acidentes que envolvem veículos motores e lesões por esmagamento (Kuo et. al, 2018).

Esta situação clínica derivada de trauma é causada por uma força externa ao organismo, a qual pode levar a lesão cerebral. Pode apresentar-se como laceração/contusão, envolvendo a estrutura celular no sentido da apoptose. Deste modo, é exigida uma atuação rápida e correta, permitindo a redução da taxa de morbidade e mortalidade (Kuo et. al, 2018).

### **5.1. Sinais Clínicos**

A lesão primária ocorre no momento de impacto e trauma, causando lesões por vezes irreversíveis no cérebro, parênquima e vasculatura envolvente. É ainda importante relembrar a lesão secundária que se vai gerar a seguir ao trauma, como consequência das alterações físicas e bioquímicas da célula neural devido ao aumento da pressão intracraniana (PIC) (Dos Santos et al., 2018).

Na abordagem ao paciente com TCE, é importante colocar em ação uma abordagem primária que reporta a aplicação dos “ABCs” (*airway, breathing, cardiovascular*), cruciais no atendimento de situações de emergência, assim como a avaliação física do doente, com foco para o exame neurológico (Platt &

Olby, 2004). Alguns animais podem evidenciar ainda alterações comportamentais, tais como: estado mental variável desde normal a estupor, coma, delírio ou depressão. Deve ainda ser observada a manifestação de vômito e a capacidade de execução da marcha pós-trauma (Dos Santos et al., 2018).

Durante a estabilização do doente, é feita uma avaliação utilizando a aplicação da escala de Glasgow Modificada (anexo A), que avalia o estado de consciência do animal, a atividade motora e os reflexos do tronco cerebral (Dos Santos et al., 2018), bem como exame neurológico completo, previamente à administração de fármacos que possam induzir, por inibição, as reações neurológicas normais ou secundárias ao trauma (da Costa & Dewey, 2016).

## **5.2. Exames Complementares de Diagnóstico**

O uso de exames complementares de diagnóstico de imagem é um recurso importante, principalmente em casos não responsivos à terapêutica farmacológica (Gonçalves et al., 2013). Deste modo, alguns dos exames complementares de diagnósticos úteis numa situação de TCE são a radiografia do crânio, tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) (Platt et. al, 2016).

### **5.2.1. Tomografia Computorizada**

A TC permite uma rápida obtenção de imagens e uma melhor visualização das estruturas ósseas e hemorragias agudas permitindo uma melhor avaliação do prognóstico (da Costa & Dewey, 2016).

Em situação de TCE, a TC permite visualizar, em casos agudos, áreas de hemorragia que são identificadas por uma região de hiperintensidade. Com a evolução do tempo ocorre uma diminuição da mesma, podendo assim ser confundido o diagnóstico com uma situação de edema (Platt et. al, 2016).

### **5.2.2. Ressonância Magnética**

A RM permite uma visualização detalhada dos tecidos moles e é a melhor opção para a avaliação do cérebro. Este método de diagnóstico complementar permite ainda detetar alterações do parênquima que podem não ser encontradas no exame por TC (Platt et. al, 2016).

### **5.3. Diagnósticos Diferenciais**

A definição de diagnósticos diferenciais é um passo importante na resolução de um caso clínico.

Na situação em que existe uma marcha anormal dos quatro membros devemos ter em consideração lesões do cerebelo, tronco cerebral ou da medula espinhal. Assim, para além de situação de traumatismo cranioencefálico, devemos considerar situações de alterações centrais vasculares, isquémicas ou hemorrágicas. Alguns diagnósticos diferenciais a considerar, são situações clínicas por diagnóstico de exclusão, normalmente na faixa etária entre 1 a 7 anos – a epilepsia idiopática. Já, em idade geriátrica, será plausível considerar a presença de neoplasia (da Costa & Dewey, 2016).

## **6. A Marcha Normal do Cão**

A marcha do cão usa padrões de locomoção que podem ser divididos em dois grupos: simétricos e assimétricos. Um exemplo da primeira situação é a caminhada onde o cão apresenta, no mínimo, dois membros no chão. Outro exemplo é o trote, em que os movimentos dos membros de um lado do corpo repetem o movimento dos membros opostos com espaçamento uniforme entre a colocação dos mesmos. (Nunamaker & Blauner, 1985). No caso de movimentos assimétricos, como o galope, o movimento de um lado do corpo não repete os movimentos do lado oposto e a colocação dos membros é espaçada de forma irregular (Rosenthal, 1969). Quando queremos avaliar a marcha de um cão, devemos fazê-lo sempre em passo e em trote, sendo estes os dois grupos de maior foco ao longo do documento (Carr et al., 2016).

### **6.1. O Passo**

O passo é descrito como o único modelo da marcha em que há três membros no chão (Carr et al., 2016). Aplicando o modelo de pêndulo invertido atribuído ao cão, esta forma de locomoção permite um aumento da eficiência durante a marcha, estimando-se que apenas cerca de 30 a 40% da energia seja originada da ação muscular, enquanto 60 a 70% advém de energia conservada do pêndulo (Richard Taylor, 1978).

Durante a fase de apoio (fase postural), as articulações da anca, tarso e metatarso passam por uma extensão gradual, enquanto a articulação do joelho se mantém fixa (Bailine et. al, 1977). Na última parte da fase de apoio, as articulações metatarso-falângicas passam de uma hiperextensão para flexão (MJ et. al, 1966). Acredita-se também que, durante o passo, o impulso do movimento em frente é mantido pelos membros posteriores, apesar de o suporte de peso se verificar maior nos membros anteriores (Hutton et. al, 1969).

A preparação para a fase de apoio seguinte requer que todas as articulações do membro anterior estejam em extensão durante a última parte da fase de balanço (Goslow et. al, 1981).

Alguns autores verificaram que raças de cães com membros mais curtos têm um intervalo de tempo maior entre o contacto dos dígitos de um membro posterior e contacto com os dígitos de um membro anterior do mesmo lado, sendo mais comum uma visualização de trote nestes animais. Em raças maiores é mais provável observar um padrão de caminhada. Deste modo, pode ser registada uma grande variação no padrão de marcha de raças de tamanhos diferentes sendo que, na generalidade, cães de raças pequenas demonstram maiores variações da marcha (Hildebrand, 1952).

## **6.2. O Trote**

O trote é uma forma de marcha simétrica caracterizada pelo facto de que os pares dos membros diagonais se movem quase simultaneamente, levando a que o tempo de contacto com o chão dos membros posteriores seja maior do que o dos membros anteriores (Rosenthal, 1969).

Comparativamente ao passo, durante o trote podemos observar aumento dos movimentos verticais do corpo, nomeadamente da cabeça e pescoço, e das articulações, tais como ombro, cotovelo, carpo do membro anterior, joelho e articulação do tarso do membro posterior (Adrian et. al, 1966).

## **7. Alterações da Marcha em Situações Neurológicas**

Segundo Nonnekes et al. (2018), alguns dos sinais detetados na avaliação observacional, conduzem a um diagnóstico diferencial limitado. Contudo, apreciações realizadas através de avaliações biomecânicas

demonstram-se úteis para a quantificar parâmetros alterados na marcha e detetar anormalidades menos óbvias durante a avaliação observacional.

### **7.1. Parâmetros Alterados na Marcha do Doente com Traumatismo**

Doentes que sofreram TCE revelaram frequentemente alterações da marcha. Todavia, existem poucos dados sobre estas informações no que diz respeito a modelos animais (Buckley et. al, 2018).

Estudos realizados em ratos por Buckley et. al, (2018) demonstraram que, após lesão cerebral, foram detetadas alterações da marcha. De facto, estes autores verificaram diminuição da velocidade da marcha e do comprimento da passada, assim como um prolongamento das fases de apoio e de balanço.

Doentes humanos que sofreram uma situação de TCE, revelaram alterações da marcha, distúrbios de equilíbrio e deficiência motora espástica (Wilberger & Mao, 2017).

Outros estudos realizados em humanos pós-traumatismo concluíram que, à semelhança do detetado em ratos com lesão cerebral, este tipo de doentes tende a aplicar uma marcha conservativa, com velocidades mais baixas e comprimentos da passada mais curtos, permitindo-lhes uma manutenção da estabilidade postural (Martini et al., 2011).

Ainda em doentes humanos pós-TCE, foram detetadas alterações como aumento da base de sustentação e diminuição do comprimento do passo (Williams et. al, 2009). Como alterações menos frequentes são apontadas a adução da pélvis(movimento em tesoura) e equinovarus do tornozelo (flexão plantar com inversão) (Esquenazi, 2004).

Um dos problemas apontados à classificação de doenças da marcha em casos de traumatismo craniano é o facto de estas situações apresentarem alterações características do mecanismo da doença e serem diferentes de outros casos como o acidente vascular cerebral ou a doença de Parkinson (Williams et. al, 2015).

## **8. Considerações Biomecânicas**

A biomecânica, que se designa pela aplicação dos princípios da mecânica ao estudo dos sistemas biológicos (Enoka, 2015), é um dos meios mais

específicos para a documentação de resultados através de métricas quantitativas de testes cinéticos e cinemáticos (An, 2005). Para a descrição da marcha devem ser considerados diversos fatores biomecânicos e os movimentos possíveis que um corpo rígido pode efetuar em três eixos (X,Y,Z). Assim, como um corpo se pode movimentar em qualquer direção e sofrer rotação em qualquer eixo, diz-se que tem seis graus de liberdade (RM, 1983).

### **8.1. Análise Cinemática**

A análise cinemática descreve os movimentos do corpo ao longo do espaço e do tempo, incluindo deslocações lineares e angulares, velocidades e acelerações (Shumway-Cook & Woolacott, 2001).

Atualmente, a análise de imagem em alta-velocidade é tida como um dos melhores métodos para a análise cinemática da marcha em cães (Rosenthal, 1969) e requer o uso de sistemas optoelectrónicos que localizem a trajetória de marcadores refletivos (Ranavolo et al., 2008). Nesta metodologia são aplicados marcadores em localizações específicas e, após calibração do volume, as câmaras que emitem radiação infravermelha são capazes de detetar a reflexão dos marcadores, sendo ainda crucial que cada marcador esteja a ser detetado, no mínimo, por três câmaras. Para otimizar a obtenção de dados é ainda importante um bom controlo das condições do ambiente tais como a luminosidade e a exposição (Silva et al., 2018).

#### **8.1.1. Aplicação da análise cinemática na Medicina Veterinária**

Com o avanço da área médica, os animais têm maior esperança média de vida e, durante o processo irreversível do envelhecimento, a capacidade de adaptação de um animal aos stressores internos e externos vai diminuindo, assim como as funções fisiológicas, massa e força musculares, e as alterações no tecido conjuntivo e cartilagíneo (Francuski et al., 2014). Estes processos têm como consequência uma influência negativa na locomoção e uma mobilidade articular reduzida (Egenvall et. al, 2000).

Entre os métodos utilizados para a análise da marcha em cães, temos os subjetivos, que incluem a observação visual, e os objetivos que incorporam a análise cinemática, cinética e parâmetros espaciotemporais da marcha. Tendo

sido já comprovado que o olho do ser humano não consegue perceber com máximo detalhe todos os parâmetros complexos da locomoção, é baixa a precisão com que se atribui o grau de claudicação meramente através da observação (Carr et al., 2016). Deste modo, os sistemas de análise de marcha assistidos por computador permitem várias observações por segundo e quantificações mais precisas, quando comparadas à análise observacional (Carr et al., 2016).

## **9. Caso Clínico**

### **9.1. História clínica**

A Luz, um cão de género feminino, cruzada de Labrador Retriever, com idade compreendida entre os 5 e os 6 anos de idade, foi encontrada junto a uma via de circulação de veículos.

O animal apresentou-se coberto de sangue em estado estuporoso e com posicionamento lateral ao longo de 24 horas (Fig. 2). O mesmo deu entrada no serviço de urgência no dia 18 de novembro de 2020, com suspeita de TCE provocado por trauma com veículo motor.



**Figura 2.** Estado do animal à entrada do serviço de urgência. Imagem atenciosamente cedida por CRAA

## **9.2. Abordagem Primária**

### **9.2.1. Exame físico e Sinais Clínicos**

A Luz apresentou-se na urgência com sinais de traumatismo recente, tais como: anisocoria, nistagmos verticais, estado mental gravemente alterado para uma situação de estupor, assim como lacerações da zona do crânio e orelhas.

Evidenciava ainda descoordenação e incapacidade locomotora, com tetraplegia, ainda que com reflexos espinhais diminuídos nos quatro membros. Os parâmetros vitais de perfusão sanguínea foram avaliados, sendo estes: tempo de repleção capilar, membranas mucosas, pulso femoral e avaliação da temperatura a nível das extremidades.

### **9.2.2. Protocolo Terapêutico**

Após estabilização com o protocolo de fluidoterapia restritivo (cristaloides 10 ml/kg em dois *bolus*), ao qual a doente respondeu de forma positiva, foi monitorizada a pressão arterial e o traçado eletrocardiográfico, tendo pressão arterial sistólica e média normal, sem alterações do traçado e apenas taquicardia sinusal, compatível com fenómeno de compensação.

De modo a controlar a PIC, iniciou-se *bolus* de 2ml/kg de soro hipertónico (NaCl 7.5%), seguido de manitol (0.5g/kg). Mesmo assim, a doente entrou em estado convulsivo, reagindo aos bolus de diazepam IV (0.5 mg/kg).

A terapêutica de manutenção foi o manitol, de acordo com os sinais clínicos da doente, e fluidoterapia de manutenção.

Os parâmetros vitais foram monitorizados periodicamente, de modo a não permitir a deterioração do estado neurológico.

A avaliação com a escala de Glasgow modificada, apresentada no anexo A., demonstrou-se de prognóstico reservado (<8).

No presente caso, foi realizado o protocolo restritivo de fluidoterapia, pois a doente encontrava-se em choque hipovolémico e distributivo. Nos parâmetros da SIRS (do inglês *Systemic Inflammatory Response Syndrome*), três dos mesmos estavam alterados, sendo estes a frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura corporal. A doente apresentava-se dispneica, com taquicardia compensatória e temperatura de 37.9°C.

### **9.2.3. Exames Complementares de Diagnóstico**

Foram realizadas análises clínicas, representadas no Anexo C. embora se encontrassem dentro dos valores de referência.

### **9.2.4. Acompanhamento**

Ao fim de dois dias, a doente apresentou sinais clínicos de melhoria, demonstrando normalização do tamanho das pupilas e ausência de movimento involuntário do globo ocular.

A doente recuperou algum tônus de tronco, pois apresentava tentativas de colocação em esfinge, com demonstração autónoma quanto às atividades fisiológicas básicas como urinar, defecar e, ainda, a nível de alimentação enteral.

No exame dirigido ao sistema nervoso, na estimulação da marcha foi observada hiperextensão à direita em membro torácico e pélvico. Na observação clínica foi verificada, por vezes, uma tendência para rigidez muscular, interpretando-se como um grau médio de espasticidade. Relativamente ao lado esquerdo, o exame dos reflexos periféricos nos membros torácico e pélvico revelou sinais clínicos de normalidade.

No dia 1 de dezembro, 13 dias após o traumatismo, com demonstração de equilíbrio, foi possível de forma independente colocar-se em estação ativa.

## **9.3. Abordagem secundária – ACRASH PLAN**

Após a estabilização do A (*airway*), B (*breathing*) e C (*circulation*), dirigiu-se o exame neurológico, como já explicado, para uma monitorização da doente e introduziu-se a estimulação de estação ativa várias vezes ao dia.

### **9.3.1. Exame neurológico**

Durante o exame neurológico foi verificada uma tetraparesia não ambulatória assimétrica, observando-se défices posturais nos quatro membros com maior gravidade do lado direito.

Os dois membros do lado esquerdo apresentavam reflexos espinhais normais, enquanto que os dois membros do lado direito apresentavam reflexos espinhais clónicos ou aumentados.

### **9.3.2. Exames complementares de diagnóstico**

A doente foi sujeita à realização de exames complementares de diagnóstico de imagem por TC e RM que evidenciaram uma situação de fratura cominutiva do osso frontal direito com acumulação de fluido (suspeita de sangue) no interior do seio frontal ipsilateral e sem fratura do calvário.

Foi ainda observada uma lesão focal hiperintensa intra-axial no lado direito do tronco cerebral caudal (bulbo raquidiano), sem sinais de aumento da pressão intracraniana e sem alterações da medula espinhal cervical.

### **9.3.3. Intervenções**

A doente foi encaminhada para o serviço de reabilitação e regeneração animal no Centro de Reabilitação e Regeneração de Lisboa (CR<sup>2</sup>AL) no dia 8 de dezembro de 2020, 20 dias após o evento.

Durante a consulta de avaliação inicial foi realizado o exame físico, estando os parâmetros vitais normais, embora em relação ao estado mental apresentasse momentos de sonolência associados a desorientação no espaço e relutância ao exercício. No estímulo da marcha, em ritmo fisiológico observou-se desequilíbrio constante com queda para o lado direito. A doente, apresentou, ainda, ausência de reação de ameaça a nível do globo ocular direito, assim como o reflexo pupilar à luz.

### **9.3.4. Protocolo farmacológico**

No protocolo farmacológico, de modo a encontrar maior homeostasia e manter a pressão arterial média foi introduzida a amlodipina (Norvasc®) na dose de 0.05 mg/kg *per os*, podendo aumentar a dosagem tendo em consideração os valores de pressão arterial.

A administração de antiagregante plaquetário (Clopidogrel®) foi realizada na dose de 2 mg/kg SID *per os*.

### **9.3.5. Protocolo de reabilitação funcional**

O protocolo de reabilitação funcional (PRF) foi instituído, tendo como base as linhas orientadoras da neurologia restaurativa. O protocolo incluía exercícios

de repetição idênticos ou considerados fisiologicamente validados para estimulação da locomoção.

O treino locomotor no tapete rolante terrestre foi iniciado no segundo dia de hospitalização, sendo tida em atenção a aclimatização ao mesmo e sempre com sustentação do peso corporal.

A doente colaborou após insistência de sessões de 2 a 3 minutos, quanto ao movimento ativo do lado esquerdo. Relativamente ao lado direito foram executados exercícios de movimento bicicleta sem estiramento, mas com pressão dos dígitos no tapete rolante.

Ao longo das sessões foi observada, por parte da doente, uma autonomia em efetuar o treino locomotor, embora a partir das 15h:00m, se apresentasse, normalmente, sonolenta e, por vezes, ausente. Devido a estas alterações foi iniciada estimulação cognitiva com abordagem na hora da alimentação pelo lado direito (cerca de 3 a 4 vezes por dia).

Associaram-se modalidades de electroestimulação, com equipamento da marca *BTL*, modelo POP159617, para retirar a espasticidade do lado direito, aplicando corrente pulsada de baixa voltagem (100 Hz, até 2.5 mA) durante 30 minutos, uma vez ao dia.

Para a acumulação do ácido láctico ser evitada, no fim do dia de trabalho era realizada laserterapia, com equipamento da marca *Companion Animal Health*, modelo CTC 12W, modelo classe IV com 8 a 9 joules de emissão.

Quando a doente apresentou alguma autonomia introduziram-se exercícios de cinesioterapia, sendo estes a estimulação da marcha em pisos alternados, na passagem de obstáculos, no subir e descer rampas e na abordagem a escadas de baixa altura.

Como a doente apresentou, no período de fim de tarde, sinais de pre-*ictus*, concluindo em dois dias sucessivos em episódios convulsivos de curta duração, foi retirado do protocolo a modalidade de electroestimulação.

## 9.4. Avaliação cinemática

### 9.4.1. Materiais e métodos

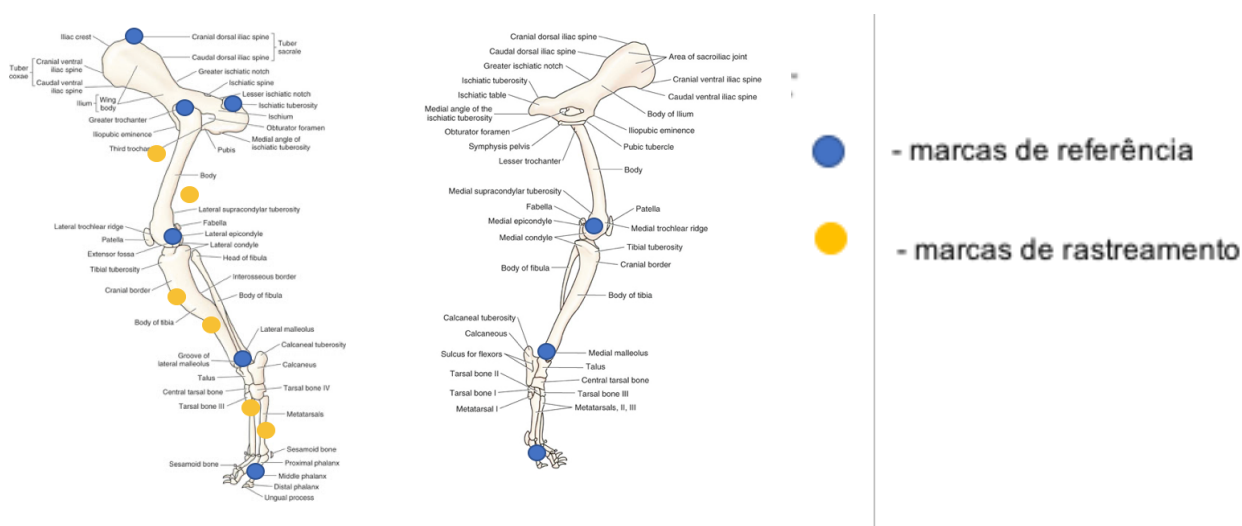
As gravações cinemáticas decorreram no laboratório de análise de marcha do Centro de Reabilitação Animal da Arrábida (CRAA), em condições de sala fechada, com a presença de dois a três membros, entre os quais uma estudante de Medicina Veterinária e uma a duas Médicas Veterinárias.

Os dados cinemáticos foram obtidos através do sistema de análise *Qualisys Motion Capture* através de oito câmaras de alta velocidade Qualisys Miquis M3 fixas através de suportes de sustentação, ao redor da sala e em diferentes níveis de altura, com uma frequência de captura a 60Hz.

Para a calibração do sistema de modo a gerar um sistema de coordenadas XYZ global, foi utilizado um “L” posicionado numa zona central da sala e uma varinha de tamanhos conhecidos.

À doente foi realizada a tricotomia dos membros pélvicos e região pélvica, sendo aplicados 30 marcadores refletivos, usando fita-cola dupla e adesivo, sempre por uma das duas Médicas Veterinárias.

A colocação dos mesmos teve em consideração as proeminências ósseas como referência dos segmentos desejados, assim como a colocação de marcas de rastreamento, de acordo com o apresentado na figura abaixo (Fig 3.).



**Figura 3.** Representação esquemática unilateral da posição anatómica dos marcadores, vista lateral (A) e vista medial (B).

Adaptado de (Riegger-Krugh, Millis & Weigel, 2004)

Deste modo, os locais da aplicação dos marcadores foram a crista ilíaca, proeminência da tuberosidade isquiática, eminência do grande trocânter do fêmur, epicôndilos lateral e medial do fêmur, maléolos distais medial e lateral da tíbia, processos distais do primeiro e quarto metatarso, sendo usadas ainda duas marcas de rastreamento em cada segmento, de acordo com o esquema apresentado na Figura 4.



**Figura 4.** Ilustração do método de colocação dos marcadores, vista lateral. Imagem atenciosamente cedida por CRAA

À doente foram ainda realizadas medições através de um paquímetro correspondentes à profundidade da anca e às distâncias correspondentes entre os epicôndilos laterais e mediais do fêmur, dos maléolos laterais e mediais da tíbia e dos processos dos quartos e primeiros metatarsos de ambos os membros. Por demonstrar dificuldades na manutenção de equilíbrio no tapete rolante terrestre, todas as gravações foram feitas permitindo à doente livre circulação por toda a sala, incentivando a marcha por estímulos vocais e reforço positivo com biscoitos. Os resultados apresentados são referentes a gravações realizadas 3 (G1), 23 (G2), 31 (G3) e 38 (G4) dias após a entrada no CR<sup>2</sup>AL.

#### 9.4.2. Análise de dados

As gravações passaram por um tratamento inicial no *software* Qualisys Track Manager (QTM) versão 2019.3, sendo que a cada marcador foi atribuída identificação correspondente à sua localização anatômica, mencionados no ponto anterior, de modo a permitir uma correlação mais correta na fase de análise seguinte.

Posteriormente, foi criado um modelo no *software* Visual 3D, de modo a interligar o conjunto de marcadores correspondentes ao segmento que o representa. A este, foram aplicadas imagens do esqueleto ósseo humano, por não serem ainda disponíveis modelos para a espécie em estudo, tal como observado no Anexo B.

Os marcadores correspondentes às posições mediais foram criados virtualmente através das medições mencionadas no ponto anterior.

Os eventos correspondentes aos momentos de contacto inicial e de elevação de cada membro do solo foram definidos manualmente, permitindo identificar o início e o fim das fases de balanço e de apoio, com base na observação visual do esqueleto 3D.

Durante o tratamento de dados, foi aplicado um filtro digital *lowpass* do tipo *Butterworth* com frequência de corte de 8,0 Hz com o objetivo de diminuir o ruído sem comprometer a veracidade dos resultados.

Através do *software* Visual 3D foram extraídos gráficos representativos das variáveis espaciotemporais, ângulos de rotação da articulação coxofemoral e dos ângulos de flexão e extensão da articulação do joelho e tarso, assim como das velocidades angulares destas mesmas articulações.

A extração de gráficos foi realizada para a fase de balanço, por ser a mais afetada pela patologia em estudo, sendo feita uma normalização do tempo do ciclo da marcha no eixo X, de 0% a 100%, sendo 0% o início da fase de balanço e 100% o fim da fase de balanço.

### 9.4.3. Resultados

#### 9.4.3.1. Variáveis espaciotemporais

A tabela 1 apresenta as variáveis espaciotemporais ao longo das gravações, comparando, nas variáveis devidas, os valores para ambos os membros.

**Tabela 1.** Comparação das Variáveis espaciotemporais e dos seus desvios-padrão

| VARIÁVEL                     | GRAVAÇÃO01    |             | GRAVAÇÃO02    |             | GRAVAÇÃO03    |             | GRAVAÇÃO04    |             |
|------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|                              | E             | D           | E             | D           | E             | D           | E             | D           |
| COMPRIMENTO DO PASSO (m)     | 0.244±0.117   | 0.285±0.080 | 0.247±0.102   | 0.318±0.100 | 0.172±0.038   | 0.379±0.093 | 0.172±0.132   | 0.353±0.103 |
| TEMPO DO PASSO (s)           | 0.429±0.102   | 0.391±0.055 | 0.357±0.062   | 0.314±0.079 | 0.386±0.045   | 0.339±0.150 | 0.346±0.075   | 0.329±0.087 |
| TEMPO DA FASE DE APOIO (s)   | 0.484±0.056   | 0.499±0.092 | 0.343±0.106   | 0.359±0.113 | 0.279±0.088   | 0.416±0.104 | 0.281±0.123   | 0.332±0.137 |
| TEMPO DA FASE DE BALANÇO (s) | 0.346±0.104   | 0.312±0.038 | 0.331±0.063   | 0.324±0.065 | 0.390±0.051   | 0.296±0.086 | 0.387±0.062   | 0.341±0.031 |
| VELOCIDADE (m/s)             | 0.684         |             | 0.936         |             | 0.765         |             | 0.892         |             |
| COMPRIMENTO DA PASSADA (m)   | 0.664 ± 0.077 |             | 0.660 ± 0.241 |             | 0.564 ± 0.104 |             | 0.619 ± 0.209 |             |
| LARGURA DA PASSADA (m)       | 0.176 ± 0.051 |             | 0.157 ± 0.051 |             | 0.143 ± 0.039 |             | 0.147 ± 0.035 |             |

##### 9.4.3.1.1. Comprimento do passo

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram um aumento do comprimento do passo do membro pélvico direito e uma diminuição do membro pélvico esquerdo.

Através dos dados evidenciados, podemos ainda comprovar um aumento da diferença entre o comprimento do passo do membro pélvico direito e o comprimento do passo do membro pélvico esquerdo.

##### 9.4.3.1.2. Tempo do Passo

Os dados demonstrados pela Tabela 1 apresentam uma diminuição do tempo do passo em ambos os membros, com uma menor diferença em G4.

O membro que apresentava maiores défices (direito) tende a apresentar em todas as gravações um tempo do passo inferior ao do lado esquerdo.

#### **9.4.3.1.3. Comprimento da passada**

Globalmente, a passada apresentou uma diminuição do comprimento em ambos os membros.

#### **9.4.3.1.4. Largura da passada**

Ao longo das gravações, verificou-se uma diminuição da largura da passada, tal como representado pelos dados apresentados na Tabela 1.

#### **9.4.3.1.5. Tempo da Fase de Apoio**

Ao longo das gravações foi verificada uma diminuição do tempo dedicado à fase de apoio em ambos os membros, tal como se pode observar na Tabela 1. Entre G1 e G4 podemos ainda observar uma diferença superior dos valores apresentados entre cada lado.

#### **9.4.3.1.6. Tempo da Fase de Balanço**

Globalmente, os tempos da fase de balanço de cada membro aumentaram entre a primeira e a última gravação. Contudo, é de destacar que o membro esquerdo pratica, em todas as gravações, um tempo de balanço maior ao do membro direito.

#### **9.4.3.1.7. Velocidade**

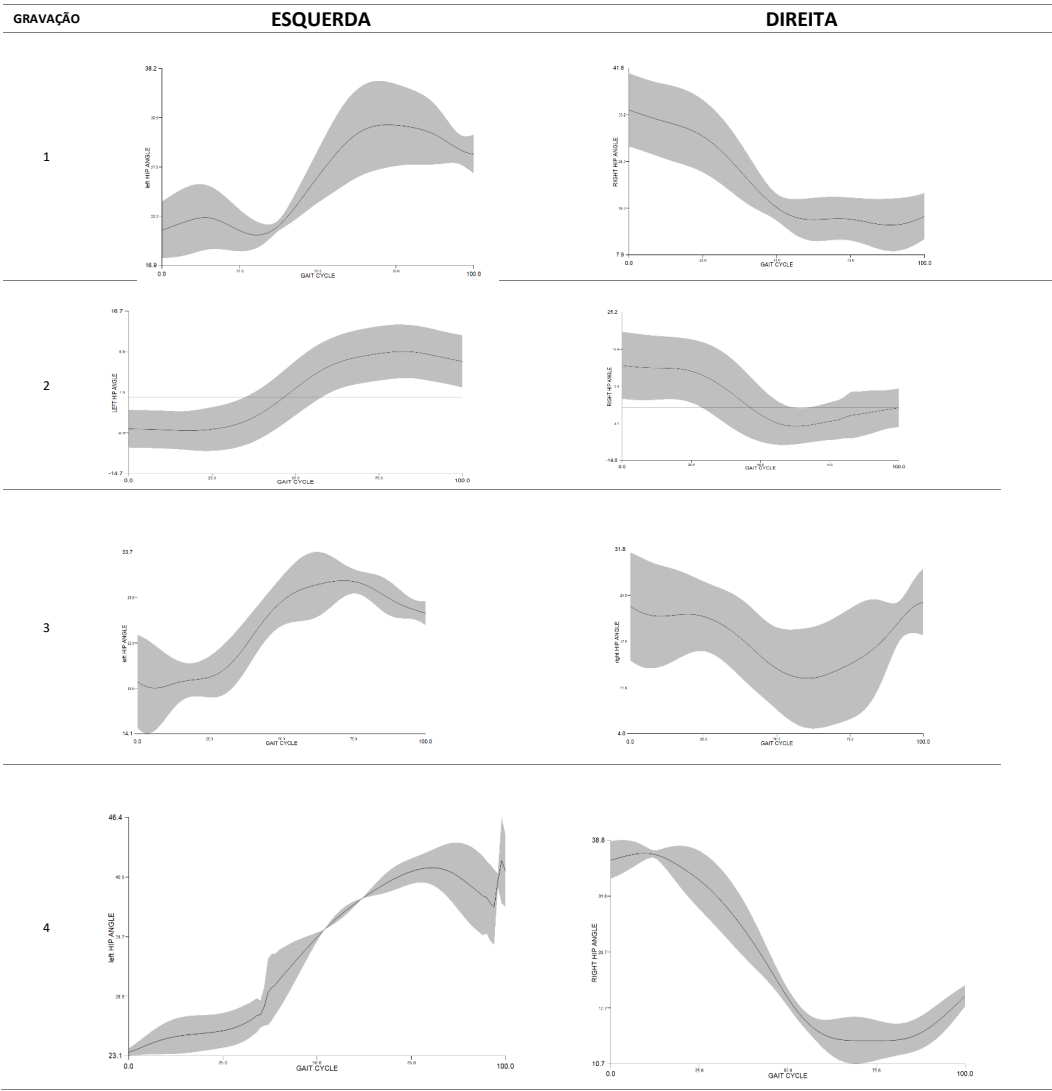
Os dados da Tabela 1 expressam um aumento da velocidade quando comparamos G4 e G1. Destaca-se um valor superior da velocidade a todos os restantes em G2.

### 9.4.3.2. Ângulos Articulares

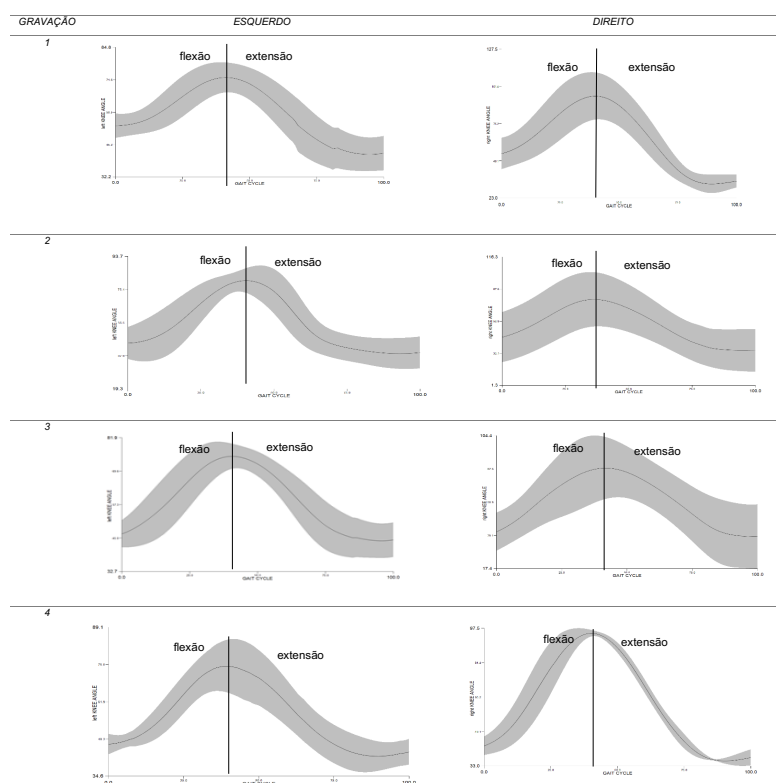
Ao longo das Tabelas 2,3 e 4 são apresentados, respetivamente, ângulos de rotação das articulações coxofemorais, flexão e extensão da articulação do joelho e flexão e extensão da articulação do tarso.

Nas Tabelas 5,6 e 7 são tabelados os valores médios máximos e mínimos correspondentes à variação de cada um dos ângulos.

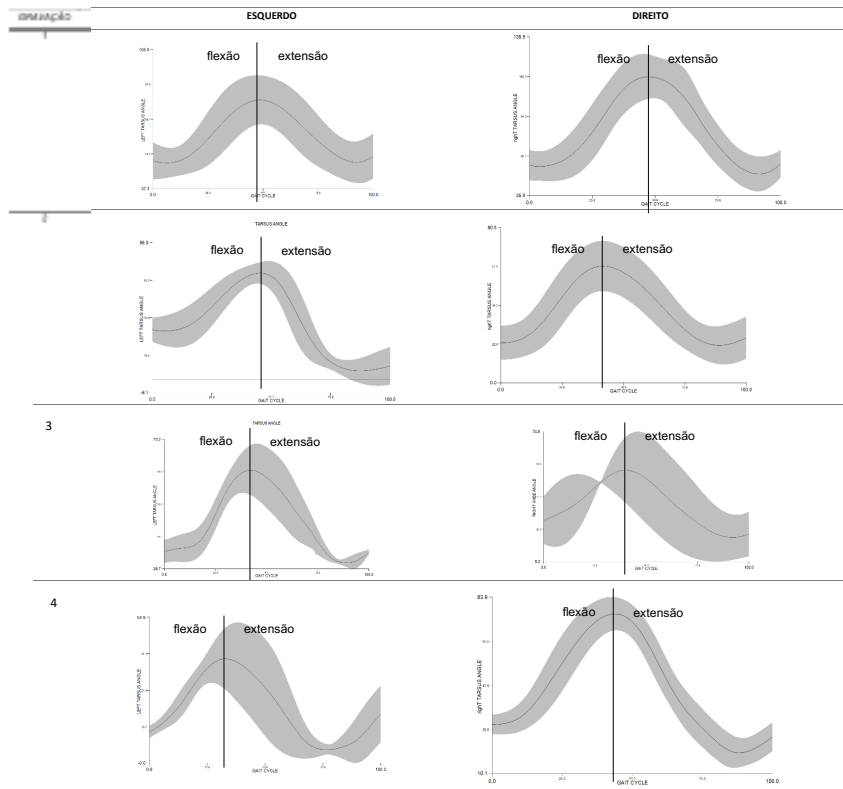
**Tabela 2.** Ângulo de Rotação da Articulação Coxofemoral



**Tabela 3. Ângulo de Flexão /Extensão da Articulação do Joelho**



**Tabela 4. Ângulo de Flexão /Extensão da Articulação do Tarso**



**Tabela 5.** Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação coxofemoral, durante a fase de balanço

| Articulação Coxofemoral |                                           | G1    | G2     | G3    | G4    |
|-------------------------|-------------------------------------------|-------|--------|-------|-------|
| Esquerda                | Ângulo Máximo (média)                     | 34,12 | 15,88  | 37,08 | 44,19 |
|                         | Ângulo Mínimo (média)                     | 19,05 | -10,66 | 21,13 | 23,17 |
|                         | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 15,07 | 26,54  | 15,95 | 21,02 |
| Direita                 | Ângulo Máximo (média)                     | 39,79 | 25,16  | 28,36 | 38,80 |
|                         | Ângulo Mínimo (média)                     | 9,42  | -10,10 | 3,95  | 9,13  |
|                         | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 30,37 | 35,26  | 24,41 | 29,67 |

**Tabela 6.** Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação do joelho, durante a fase de balanço

| Articulação do Joelho |                                           | G1     | G2     | G3     | G4    |
|-----------------------|-------------------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| Esquerda              | Ângulo Máximo (média)                     | 78,91  | 91,17  | 78,21  | 83,26 |
|                       | Ângulo Mínimo (média)                     | 36,43  | 26,23  | 32,69  | 36,06 |
|                       | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 42,48  | 64,94  | 45,52  | 47,2  |
| Direita               | Ângulo Máximo (média)                     | 123,81 | 104,81 | 101,12 | 96,73 |
|                       | Ângulo Mínimo (média)                     | 53,43  | 34,33  | 46,78  | 50,58 |
|                       | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 70,38  | 70,48  | 54,34  | 46,15 |

**Tabela 7.** Comparação entre valor médio do ângulo máximo e valor médio do ângulo mínimo da articulação do tarso, durante a fase de balanço

| Articulação do Tarso |                                           | G1     | G2    | G3    | G4    |
|----------------------|-------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Esquerda             | Ângulo Máximo (média)                     | 104,01 | 83,24 | 63,12 | 54,75 |
|                      | Ângulo Mínimo (média)                     | 54,08  | 10,93 | 29,36 | 1,40  |
|                      | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 49,93  | 72,31 | 33,76 | 53,35 |
| Direita              | Ângulo Máximo (média)                     | 132,12 | 81,02 | 69,50 | 72,06 |
|                      | Ângulo Mínimo (média)                     | 43,46  | 6,45  | 12,66 | 10,14 |
|                      | Diferença (Ângulo Máximo – Ângulo Mínimo) | 88,66  | 74,57 | 56,84 | 61,92 |

#### **9.4.3.2.1. Ângulo de rotação da articulação coxofemoral**

Para a articulação coxofemoral foram retirados os ângulos relativos ao ângulo de rotação da mesma, comparando-os entre a articulação do membro pélvico esquerdo e do membro pélvico direito.

Através da Tabela 2 podemos observar uma variabilidade elevada dos ângulos de rotação da articulação coxofemoral, demonstrados por um desvio-padrão (área acinzentada do gráfico) elevado. Destaca-se ainda uma diminuição do desvio-padrão em G4, quando comparado com G1.

A Tabela 5, que compara os valores médios do ângulo máximo e do ângulo mínimo atingidos ao longo da fase de balanço em flexão e extensão, destaca uma maior amplitude da articulação coxofemoral direita em todas as gravações. Pode ainda ser observada uma menor diferença entre as amplitudes da articulação esquerda e direita entre a G4 e G1.

#### **9.4.3.2.2. Ângulo de flexão/extensão do joelho**

Para a articulação do joelho, foram extraídas as variações dos ângulos de flexão e extensão, representadas pelas Tabelas 3 e 6. A Tabela 3 demonstra em ambas as articulações uma fase de flexão mais rápida do que a fase de extensão. Em G1, G2 e G3 pode verificar-se que a articulação do membro direito apresenta uma área de desvio-padrão maior, quando comparada ao membro esquerdo, invertendo-se esta situação em G4. Através da Tabela 6, observa-se uma maior amplitude da articulação do joelho do membro pélvico direito, quando comparada ao membro pélvico esquerdo. Os valores da amplitude do membro direito tendem a diminuir ao longo das gravações, aproximando-se os valores de G4 aos da articulação do membro esquerdo.

#### **9.4.3.2.3. Ângulo de flexão/extensão do tarso**

Da articulação do tarso foram extraídos dados relativos à variação angular do movimento de flexão e extensão, representadas pelas Tabelas 4 e 7.

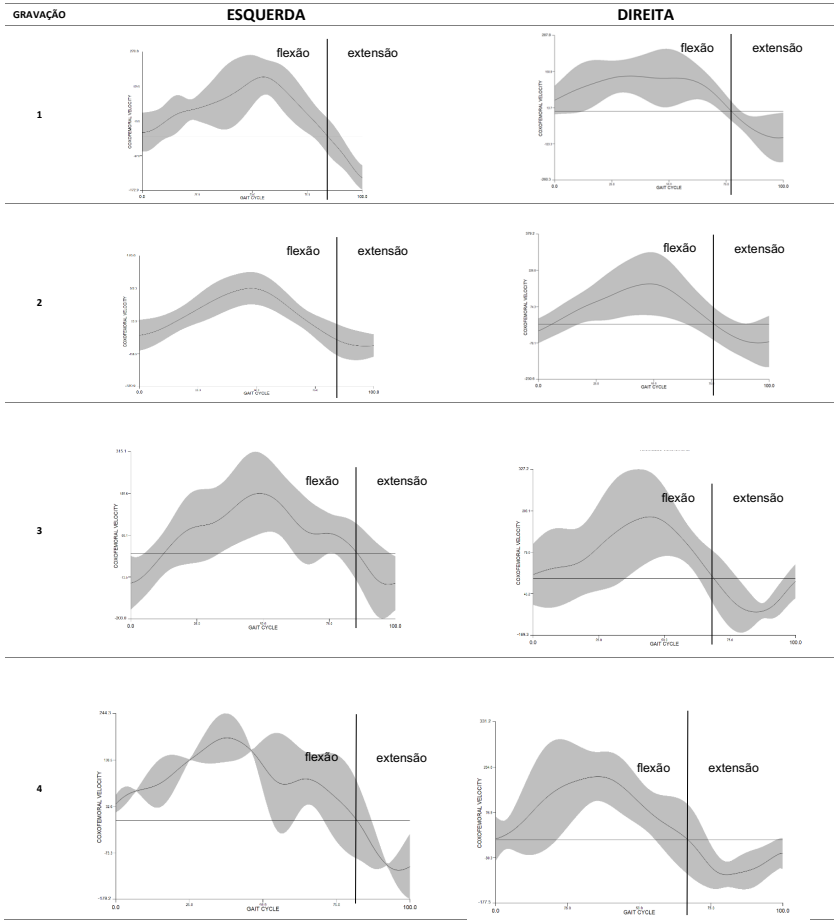
Através da Tabela 4 é extraído que a flexão do tarso de ambos os membros se revela mais curta em G4, quando comparada às anteriores. Em contraposição, a fase de extensão demonstra-se mais longa. A Tabela 7, à semelhança do que acontece com a articulação do ponto 8.4.4.2.2., apresenta

uma amplitude maior para a articulação do lado direito, quando comparada com o lado esquerdo. A comparação entre as articulações contralaterais apresenta maiores diferenças em G1 e G3.

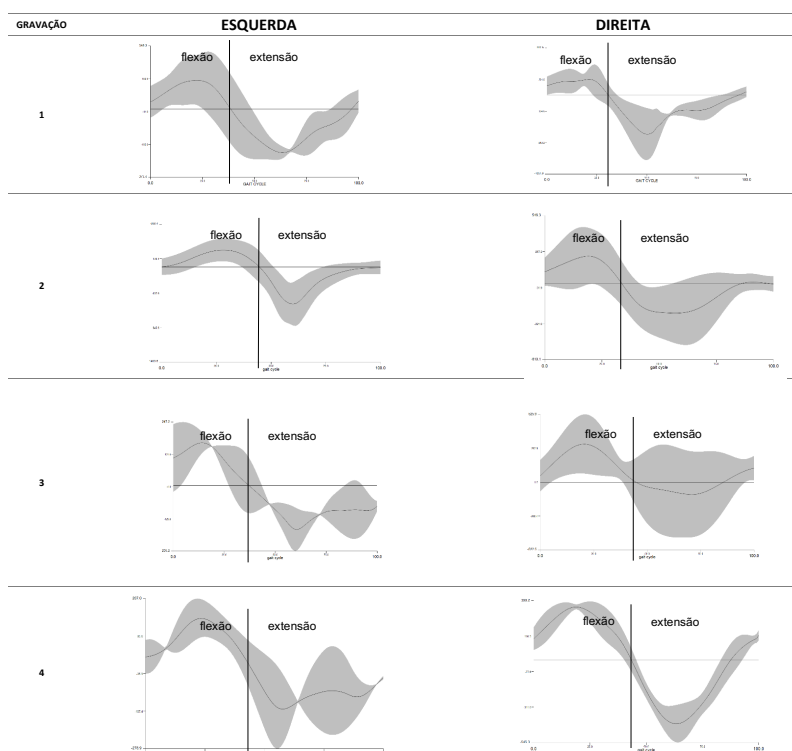
### 9.4.3.3. Velocidades Angulares

Ao longo das Tabelas 8, 9 e 10 são apresentadas, gráfica e respetivamente, as velocidades angulares das articulações coxofemoral, joelho e tarso.

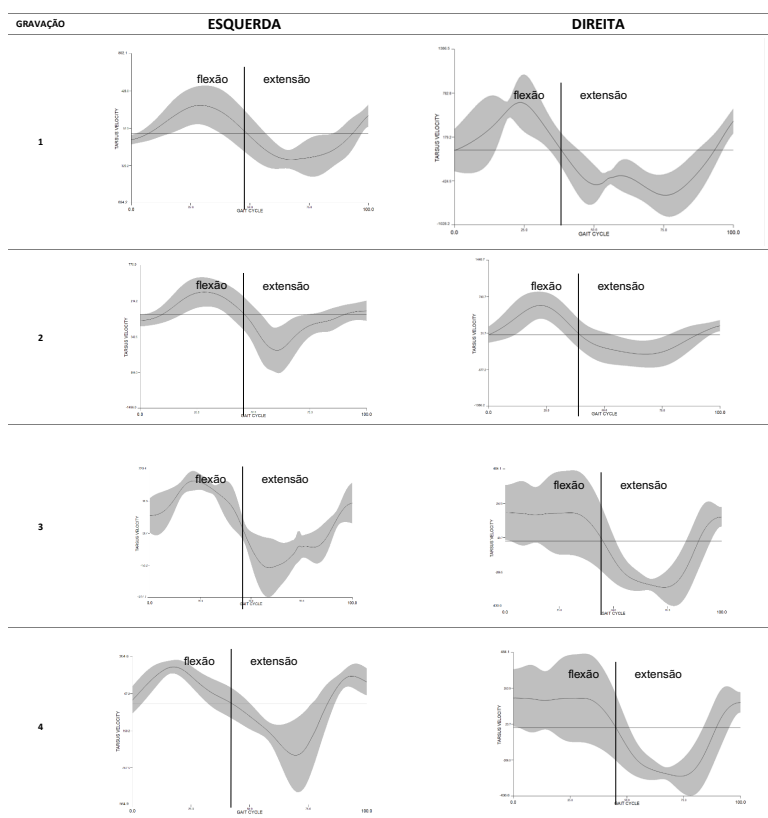
**Tabela 8.** Velocidade angular da articulação coxofemoral



**Tabela 9.** Velocidade angular da articulação do joelho



**Tabela 10.** Velocidade angular da articulação do tarso



#### **9.4.3.3.1. Velocidade Angular da Articulação Coxofemoral**

A Tabela 8 demonstra que as articulações coxofemorais passam por uma flexão mais lenta e uma extensão rápida, durante a fase de balanço. Aponta ainda que, à exceção de G2, a fase de flexão da articulação coxofemoral esquerda é mais lenta, quando comparada à sua contralateral.

#### **9.4.3.3.2. Velocidade Angular da Articulação do Joelho**

Através da Tabela 9, destaca-se que, em ambos os membros, a articulação do joelho passa por uma flexão inicial, seguida de uma extensão.

Em G1, a articulação do lado direito sofre uma flexão mais rápida quando comparada com a do lado esquerdo.

#### **9.4.3.3.3. Velocidade Angular da Articulação do Tarso**

Os dados apresentados pela Tabela 10 demonstram uma fase de balanço definida por uma fase de flexão rápida, seguida por uma fase de extensão e finalizando novamente com uma fase de flexão.

Entre G1 e G4, destaca-se o facto de a extensão se tornar mais rápida, ocupando, em ambas as articulações, a flexão final uma maior percentagem da fase de balanço em G4, quando comparada a G1.

Na articulação do tarso do membro pélvico direito, salienta-se ainda um elevado desvio padrão dos valores relativos à velocidade angular da articulação do tarso em G3 e G4.

### **9.5. Discussão**

O objetivo deste estudo foi perceber quais as adaptações cinemáticas da marcha de um doente pós-traumatismo cranioencefálico, permitindo detetar os mecanismos desenvolvidos em prol de uma marcha funcional.

Dentro dos parâmetros espaciotemporais, a velocidade destaca-se pela influência que tem em todos os restantes da Tabela 1. Apesar de globalmente apresentar um crescimento, a velocidade apresenta um pico máximo em G2, possivelmente consequente à introdução de estímulos através de biscoitos, que se prolongou nas restantes gravações. Assim, é importante relacionar o aumento da velocidade com as alterações das restantes variáveis.

O aumento global da velocidade vai de encontro ao comprovado por estudos anteriores no que diz respeito a esta ser uma medida adotada para melhorar o equilíbrio do doente, principalmente em doentes humanos com patologias associadas a quedas recorrentes, como era o caso desta cadela (Hak, Houdijk et. al, 2013; Fukuchi et. al, 2019). O aumento da velocidade vai de encontro à diminuição observada do período da fase de apoio citada por diferentes autores, em humanos (Stoquart et. al, 2008; Fukuchi et. al, 2019).

A largura da passada traduz o valor da base de sustentação praticado pelo animal, e revelou diminuições ao longo do tempo. Estudos realizados em doentes humanos verificaram que, aquando a realização de uma marcha voluntária, o aumento da base de sustentação é feito com o objetivo de aumentar a estabilidade lateral, tanto em estação como em caminhada (Young & Dingwell, 2013). Deste modo, e tendo em consideração que a marcha foi realizada de forma voluntária, pode inferir-se uma maior estabilidade da marcha em G4, quando comparada com G1.

Relativamente aos ângulos e amplitudes angulares detetadas, estes foram extraídos para as articulações coxofemoral, joelho e tarso.

Em relação à articulação coxofemoral, podemos observar uma variação do ângulo de rotação, previamente associado a situações de ataxia (Williams et. al, 2009). Inicialmente, o gráfico apresenta uma rotação medial, seguida de uma rotação lateral da articulação em ambos os membros, de modo a iniciar uma fase de apoio com uma base de sustentação aumentada.

A articulação do joelho apresenta uma flexão rápida e uma extensão mais prolongada no que diz respeito à percentagem do ciclo que cada uma ocupa na fase de balanço. Destaca-se ainda uma maior amplitude detetada na articulação do lado direito, quando comparada ao lado esquerdo, que se demonstra mais restrito, à exceção do verificado em G4. Contudo, os valores da articulação do lado direito tendem a diminuir gradualmente, aproximando-se aos da sua contralateral.

A articulação do tarso apresenta, à semelhança do detetado na anterior, uma flexão rápida, com amplitudes angulares maiores no membro pélvico direito.

Nas Tabelas 2,3,4,8,9 e 10 deteta-se um elevado desvio-padrão decorrente da mobilidade dos marcadores e instabilidade da marcha.

De acordo com o mencionado no ponto 3. deste relatório, e de acordo com os dados obtidos, verifica-se uma predominância da atividade dos sistemas corticoespinhal e rubroespinhal, responsáveis pela atividade dos flexores.

#### **9.5.1. Limitações**

Algumas das limitações refletem-se pelo facto de ainda não existirem estudos relativos à situação clínica apresentada que permitam uma comparação dos dados obtidos.

Outro fator a considerar é o facto de, devido à doença apresentada, a cadela não manter um equilíbrio que a permitisse colocar no tapete rolante terrestre, podendo desta forma uniformizar os dados espaciotemporais com uma constante velocidade entre os mesmos.

#### **9.5.2. Dificuldades**

O número de câmaras utilizadas revelou-se insuficiente tendo em conta o modo de locomoção (quadrúpede) e a dificuldade em detetar os marcadores localizados na região medial dos membros.

Por outro lado, a pele apresentava uma elasticidade considerável, tendo contribuído para um erro associado ao deslocamento da mesma durante o movimento. Consequentemente, esse deslocamento terá gerado uma movimentação dos marcadores face à posição onde foram colocados inicialmente, traduzindo-se como um fator com consequências na análise cinemática, já detetado em estudos anteriores (Lin et. al, 2018).

### **10. Conclusão**

Este relatório apresenta uma evolução após uma situação de TCE, em parâmetros cinemáticos responsáveis pela estabilidade da postura e da marcha durante a caminhada.

A avaliação cinemática da marcha verifica-se útil no que diz respeito a validar e avaliar tratamentos clínicos e procedimentos, assim como a evolução dos doentes, como neste estudo. Contudo, estudos realizados com um maior número de animais seriam necessários para validar os resultados aqui expostos.

## Referências

Adolph, C. (1894). **Using Video to Enhance Gait Analysis**. Starr Barr Drive, Rochester Hills.

Adrian, M. J., Roy, W. E., & Karpovich, P. V. (1966). Normal gait of the dog: an electrogoniometric study. **American Journal of Veterinary Research**, 27(116), 90–95.

Agostinho, F. S., Rahal, S. C., Miqueleto, N. S., Verdugo, M. R., & Inamassu, L. R. (2011). Kinematic analysis of Labrador Retrievers and Rottweilers trotting on a treadmill. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**.

An, K. N. (2005). Role of biomechanics in functional tissue engineering. **Materials Research Society Symposium Proceedings**, 844(July), 187–193.  
<https://doi.org/10.1557/proc-844-y1.1>

Bagley, R. S. (2007). Abnormalities of Voluntary Movement -- Part I. Em **World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings**.

Buckley, E., Mazzà, C., & McNeill, A. (2018). A systematic review of the gait characteristics associated with Cerebellar Ataxia. **Gait and Posture**, 60(August 2017), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.11.024>

Carr, B. J., Resident, A., Dycus, D. L., Acvs, D., & Animal, S. (2016). Carr2016 **Canine gait analysis**, (April).

da Costa, R. C., & Dewey, C. W. (2016). **Practical Guide to Canine and Feline Neurology 3rd Edition**. WILEY Blackwell.

de Lahunta, G. (2009). **Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology**. 11830 Westline Industrial Drive St. Louis, Missouri 63146: SAUNDERS ELSEVIER.

Dos Santos, L. O., Caldas, G. G., Santos, C. R. O., & Junior, D. B. (2018). Traumatic brain injury in dogs and cats: A systematic review. **Veterinarni Medicina**, 63(8), 345–357. <https://doi.org/10.17221/20/2017-VETMED>

Enoka, R. M. (2015). Neuromechanics of Human Movement. **Neuromechanics of Human Movement**. <https://doi.org/10.5040/9781492595632>

Espy, D. D., Yang, F., Bhatt, T., & T. -C, P. (2010). Independent Influence of Gait Speed and Step Length on Stability and Fall Risk. **National Institute of Health**.

Esquenazi, A. (2004). Evaluation and Management of Spastic Gait in Patients with Traumatic Brain Injury. **Journal of Head Trauma Rehabilitation**, 19(2), 109–118. <https://doi.org/10.1097/00001199-200403000-00004>

Figueiredo, M. C., Castro, M., Abreu, S., Machado, L., & Vilas-Boas, J. P. (2011). The influence of ambulatory speed on gait biomechanical parameters. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**.

Francuski, J. V., Radovanović, A., Andrić, N., Krstić, V., Bogdanović, D., Hadžić, V., Filipović, M. K. (2014). Age-related changes in the articular cartilage of the stifle joint in non-working and working german shepherd dogs. **Journal of Comparative Pathology**, 151(4), 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2014.09.002>

Fukuchi, C. A., Fukuchi, R. K., & Duarte, M. (2019). Effects of walking speed on gait biomechanics in healthy participants: a systematic review and meta-analysis. **Systematic Reviews**.

Gonçalves, E., Siqueira, M., Rahal, S. C., & Agostinho, F. S. (2013). Trauma Cranioencefálico Em Pequenos Animais. **Veterinária e Zootecnia**, 20(0), 112–123.

Goslow, G. E., Seeherman, H. J., Taylor, C. R., McCutchin, M. N., & Heglund, N. C. (1981). Electrical activity and relative length changes of dog limb muscles as a function of speed and gait. **Journal of Experimental Biology**, 94, 15–42.

Hak, L., Han, H., Beek, P. J., & van Dieen, J. H. (13 de dezembro de 2013). Steps to Take to Enhance Gait Stability: The Effect of Stride Frequency, Stride Length, and Walking Speed on Local Dynamic Stability and Margins of Stability. **PLOS one**.

Hildebrand, M. (1952). An analysis of body proportions in the Canidae. **American Journal of Anatomy**, 90(2), 217–256. <https://doi.org/10.1002/aja.1000900203>

HUTTON, W. C., FREEMAN, M. A. R., & SWANSON, S. A. V. (1969). The Forces Exerted by the Pads of the Walking Dog. **Journal of Small Animal Practice**, 10(2), 71–77. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1969.tb04022.x>

Jayes, A. S., & Alexander, R. M. N. (1978). Mechanics of locomotion of dogs (*Canis familiaris*) and sheep (*Ovis aries*). **Journal of Zoology**, 185(3), 289–308.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1978.tb03334.x>

João, F. O. D. S., Amadoa, S., Veloso, A., Armada-da-Silva, P., & Maurício, A. C. (2010). Anatomical reference frame versus planar analysis: Implications for the kinematics of the rat hindlimb during locomotion. **Reviews in the Neurosciences**, 21(6), 469–485. <https://doi.org/10.1515/rns.2011.021>

Kuo, K. W., Bacek, L. M., & Taylor, A. R. (2018). Head Trauma. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, 48(1), 111–128.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.08.005>

Light, V. A. (2013). Current state of the art of Gait analysis in dogs. Small Animal and Exotics Proceedings. **North American Veterinary Conference**, Orlando, Florida, USA, 19-23 January 2013.. Retrieved from  
[http://navclearning.com/download/2013\\_digi\\_Proc/NAVC\\_Small\\_Animals\\_R7\\_epub](http://navclearning.com/download/2013_digi_Proc/NAVC_Small_Animals_R7_epub)

Lin, C.-C., Chang, C.-L., Lu, M., Lu, T.-W., & Wu, C.-H. (2018). Quantification of three-dimensional soft tissue artifacts in the canine hindlimb during passive stifle motion. **BMC Veterinary Research**.

Lorenz, M. D., Coates, J. R., & Kent, M. (2011). **Handbook of Veterinary Neurology**. 3251 Riverport Lane St. Louis, Missouri 63043: Elsevier Sanders.

M., B. (1992). Picturing Time: The Work of Etienne- Jules Marey (1830- 1904). Chicago: The University of Chicago Press.

Martini, D. N., Sabin, M. J., Depesa, S. A., Leal, E. W., Negrete, T. N., Sosnoff, J. J., & Broglio, S. P. (2011). The chronic effects of concussion on gait. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 92(4), 585–589.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.029>

MJ, A., WE, R., & PV, K. (1966). Normal gait of the dog: An electrogoniometric study. *Am J Vet Res*.

Nonnekes, J., Goselink, R. J. M., Růzicka, E., Fasano, A., Nutt, J. G., & Bloem, B. R. (2018). **Neurological disorders of gait, balance and posture: A sign-based**

approach. *Nature Reviews Neurology*, 14(3), 183–189.

<https://doi.org/10.1038/nrneurol.2017.178>

Nunamaker, D. M., & Blauner, P. D. (1985). *Normal and Abnormal Gait*. Em C. D. Newton, & D. M. Nunamaker, **Textbook of Small Animal Orthopaedics**. Philadelphia: JB Lippincott.

Platt, S. R., Radaelli, S. T., & McDonnel, J. J. (2001). The Prognostic Value of the Modified Glasgow Coma Scale in Head Trauma in Dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**.

Platt, S. R., & Olby, N. J. (2004). *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology* Third Edition. **British Small Animal Veterinary Association**.

Platt, S., Freeman, C., & Beltran, E. (2016). **Canine head trauma: an update**. In *Practice*, 38, 3–8.

Ranavolo, A., Don, R., Cacchio, A., Serrao, M., Paoloni, M., Mangone, M., & Santilli, V. (2008). Comparison between kinematic and kinetic methods for computing the vertical displacement of the center of mass during human hopping at different frequencies. **Journal of Applied Biomechanics**, 24(3), 271–279.  
<https://doi.org/10.1123/jab.24.3.271>

Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (2015). **Dukes' Physiology of Domestic Animals**, 13th Edition. GEN, Grupo Editorial Nacional.

Richard Taylor, C. (1978). Why change gaits? Recruitment of muscles and muscle fibers as a function of speed and gait. **Integrative and Comparative Biology**, 18(1), 153–161. <https://doi.org/10.1093/icb/18.1.153>

Riegger-Krugh, C., Millis, D. L., & Weigel, J. P. (2004). *Canine Anatomy*. Em D. L. Millis, D. Levine, & R. A. Taylor, **Canine Anatomy Canine Rehabilitation and Physical Therapy**.

RM, A. (1983). **Animal mechanics**. 2nd Ed. Oxford.

Rosenthal, A. M. (1969). **Normal and abnormal gait patterns**. *IMJ. Illinois Medical Journal*, 136(1), 50–54.

Silva, R., Amado, S., João, F., Morouço, P., Pascoal-Faria, P., Alves, N., & Veloso, A. (2018). Biomechanics modeling for functional analysis: Sheep model. **AIP Conference Proceedings**, 1978(1), 1–5. <https://doi.org/10.1063/1.5043812>

Simpson, S. A., Syring, R., & Otto, C. M. (2009). Severe blunt trauma in dogs: 235 cases (1997-2003): Retrospective study. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, 19(6), 588–602. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00468.x>

Stoquart, G., Destrembleur, C., & Lejeune, T. (7 de fevereiro de 2008). Effect of speed on kinematic, kinetic, electromyographic and energetic reference values during treadmill walking. Science Direct.

Thomson, C., & Hahn, C. (2012). **Veterinary Neuroanatomy: A Clinical Approach**. SAUNDERS ELSEVIER.

Wilberger, J. E., & Mao, G. (dezembro de 2017). Trauma cranioencefálico (TCE). Obtido de **Manual MSD Versão para Profissionais de Saúde**: <https://www.msmanuals.com/pt-pt/profissional/lesões-intoxicação/trauma-cranioencefálico-tce/trauma-cranioencefálico-tce>

Williams, G., Morris, M. E., Schache, A., & McCrory, P. R. (2009). Incidence of Gait Abnormalities After Traumatic Brain Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 90(4), 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.10.013>

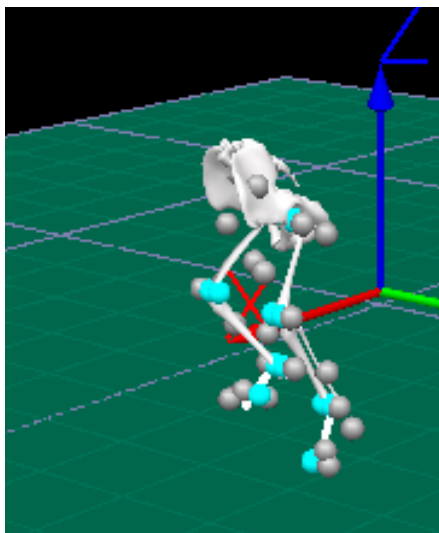
Williams, G., Lai, D., Schache, A., & Morris, M. E. (2015). Classification of gait disorders following traumatic brain injury. **Journal of Head Trauma Rehabilitation**, 30(2), E13–E23. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000038>

Young, P. M., & Dingwell, J. B. (1 de março de 2013). Voluntarily Changing Step Length or Step Width Affects Dynamic Stability of Human Walking. **National Institute of Health**.

**Anexo A.** Escala de Glasgow Modificada, Adaptado de (Platt, Radaelli, & McDonnel, The Prognostic Value of the Modified Glasgow Coma Scale in Head Trauma in Dogs, 2001)

|                                                                                  | Score |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Motor activity                                                                   |       |
| Normal gait, normal spinal reflexes                                              | 6     |
| Hemiparesis, tetraparesis, or decerebrate activity                               | 5     |
| Recumbent, intermittent extensor rigidity                                        | 4     |
| Recumbent, constant extensor rigidity                                            | 3     |
| Recumbent, constant extensor rigidity with opisthotonus                          | 2     |
| Recumbent, hypotonia of muscles, depressed or absent spinal reflexes             | 1     |
| Brain stem reflexes                                                              |       |
| Normal pupillary light reflexes and oculocephalic reflexes                       | 6     |
| Slow pupillary light reflexes and normal to reduced oculocephalic reflexes       | 5     |
| Bilateral unresponsive miosis with normal to reduced oculocephalic reflexes      | 4     |
| Pinpoint pupils with reduced to absent oculocephalic reflexes                    | 3     |
| Unilateral, unresponsive mydriasis with reduced to absent oculocephalic reflexes | 2     |
| Bilateral, unresponsive mydriasis with reduced to absent oculocephalic reflexes  | 1     |
| Level of consciousness                                                           |       |
| Occasional periods of alertness and responsive to environment                    | 6     |
| Depression or delirium, capable of responding but response may be inappropriate  | 5     |
| Semicomatose, responsive to visual stimuli                                       | 4     |
| Semicomatose, responsive to auditory stimuli                                     | 3     |
| Semicomatose, responsive only to repeated noxious stimuli                        | 2     |
| Comatose, unresponsive to repeated noxious stimuli                               | 1     |

**Anexo B.** Imagem representativa da formação de segmentos com imagens anatômicas de esqueleto humano, no Visual 3D.



## Anexo C. Análises clínicas

### Análises

| Slide GPT/ALT Can - 9:00:00 |              |       |
|-----------------------------|--------------|-------|
| Descrição                   | Valor normal | Valor |
| ALT (U/L)                   | 17-78        | 452   |

| Slide BUN Can - 9:00:00 |              |       |
|-------------------------|--------------|-------|
| Descrição               | Valor normal | Valor |
| BUN (mg/dL)             | 9.2-29.2     | 22.8  |

| Slide CPK Can - 9:00:00 |              |       |
|-------------------------|--------------|-------|
| Descrição               | Valor normal | Valor |
| CPK (U/L)               | 49-166       | 1968  |

| Slide CRE Can - 9:00:00 |              |       |
|-------------------------|--------------|-------|
| Descrição               | Valor normal | Valor |
| CRE (mg/dL)             | 0.4-1.4      | 0.6   |

| Hemograma Cão - 9:00:00     |                         |       |
|-----------------------------|-------------------------|-------|
| Descrição                   | Valor normal            | Valor |
| WBC ( $\times 10^9/L$ )     | 6.0-17.0                | 15.3  |
| Lymph # ( $\times 10^9/L$ ) | 0.8-5.1                 | 1.5   |
| Mon # ( $\times 10^9/L$ )   | 0-1.8                   | 0.3   |
| Gran # ( $\times 10^9/L$ )  | 4.0-12.6                | 13.5  |
| Lymph % (%)                 | 12-30                   | 9.7   |
| Mon % (%)                   | 2-9                     | 2.1   |
| Gran % (%)                  | 60-83                   | 88.2  |
| RBC ( $\times 10^{12}/L$ )  | 5.5-8.5                 | 5.30  |
| HGB (g/dl)                  | 11.0-19.0               | 12.6  |
| HCT (%)                     | 39-56                   | 35.8  |
| MCV (fL)                    | 62-72                   | 67.7  |
| MCH (pg)                    | 20-25                   | 23.7  |
| MCHC (g/dL)                 | 30-38                   | 35.1  |
| RDW (%)                     | 11.0-15.5               | 14.6  |
| PLT ( $\times 10^9/L$ )     | 117-460                 | 172   |
| MPV (fL)                    | 7-12                    | 9.2   |
| PDW (% % %)                 | 19.72-20.82 19.72-20.82 | 15.9  |
| PCT (%)                     | 0.150-0.390             | 0.158 |

Consulta **HOSPITALIZAÇÃO** do dia **19/11/2020 00:01** Veterinário: **Alexandra Sa Nogueira**

### Análises

| Slide Na-K-Cl Can - 13:00:00 |              |       |
|------------------------------|--------------|-------|
| Descrição                    | Valor normal | Valor |
| Na+ (mEq/L)                  | 141-152      | 139   |
| K+ (mEq/L)                   | 3.8-5.0      | 3.3   |
| Cl- (mEq/L)                  | 102-117      | 103   |