

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



ESTUDO RETROSPECTIVO SOBRE A ALTERAÇÃO DO ÂNGULO DO *PLATEAU* TIBIAL
DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA DA TPLO EM CÃES e EXECUÇÃO PRÁTICA DA
TÉCNICA DE TPLO EM CADÁVERES CÃO

ÉRICA SIQUEIRA DE SOUZA

ORIENTADOR:
Doutor Bruno Watanabe Minto

COORIENTADOR:
Doutor José Paulo Pacheco Sales Luís

2020

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



ESTUDO RETROSPECTIVO SOBRE A ALTERAÇÃO DO ÂNGULO DO *PLATEAU* TIBIAL
DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA DA TPLO EM CÃES e EXECUÇÃO PRÁTICA DA
TÉCNICA DE TPLO EM CADÁVERES CÃO

ERICA SIQUEIRA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor António José de Almeida
Ferreira

VOGAIS:

Doutor José Paulo Pacheco Sales Luís
Doutor Luís Miguel Alves Carreira

ORIENTADOR:

Doutor Bruno Watanabe Minto

COORIENTADOR:

Doutor José Paulo Pacheco Sales Luís

2020

Nome: Érica Squeira de Souza

Título da Tese ou Dissertação: ESTUDO RETROSPECTIVO SOBRE A ALTERAÇÃO DO PLATEAU TIBIAL DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA DA TPLO EM CÃES e EXECUÇÃO PRÁTICA DA TÉCNICA DE TPLO EM CADÁVERES DE CÃO

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2020

Designação do curso de

Mestrado ou de

Doutoramento:

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

Clínica

Produção Animal e Segurança Alimentar

Morfologia e Função

Sanidade Animal

Declaro sob compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

1. Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
2. Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATORIO)

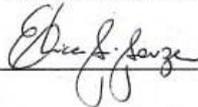
Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três, retirando as que não interessam):

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
3. NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 29 de Janeiro de 2020

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: _____



“Dedico esta dissertação aos meus amados e estimados gatos, Tom e Lua, companheiros de todas as horas, estejamos onde for! Gratidão por me escolherem como dona e dedicarem suas vidas a mim”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e aos meus Anjos da Guarda pela permanente Guiança e Proteção.

Ao meu orientador, Professor Doutor Bruno Watanabe Minto, pela confiança e amizade, por prontamente aceitar orientar-me na execução desta dissertação e fornecer todas as condições necessárias para a realização da mesma.

Ao meu coorientador, Professor Doutor José Sales Luís, pela disponibilidade, generosidade e compreensão que sempre demonstrou.

A Professora Dra. Mirela Tinucci Costa, diretora do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da FCAV/UNESP, por disponibilizar a estrutura hospitalar necessária ao desenvolvimento dessa dissertação.

Aos meus amigos da secretaria da FMV ULisboa, Palmira, Filomena e Miguel, pela paciência e compreensão. Após muita dificuldade de comunicação chegamos ao final deixando saudades e boas lembranças.

Aos colegas e amigos da FCAV/UNESP, Bruna Piva Maria, Dayvid Lucena, Marcelo Portilho, Brenda Alcântara, Tryssia Moi, Cristian Vargas, Julián Andrés, Edson Giangrecco e Lauro César pela amizade, disponibilidade e dedicação na execução deste projeto. Com certeza o aprendizado foi muito maior com a troca de experiência e conhecimentos, gratidão por fazerem do “meu” projeto, “nosso” projeto.

Aos técnicos do serviço de Imagiologia do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da FCAV/UNESP, Eduardo Campi e Paulo Furlan, pela amizade de mais de 10 anos, pela paciência e por prontamente disporem do seu tempo para radiografar, várias vezes, cada animal deste estudo.

À Mariette Bolina, Professora Doutora da Universidade do Algarve, pela disponibilidade, tempo e dedicação doados a correção dessa dissertação.

A amiga e colega de profissão Dra. Karla Pinto pela prontidão em ajudar com a correção técnica desta dissertação.

Aos meus pais, Liney e Antônio, pelo amor e apoio incondicionais, por dedicarem todo seu esforço para meu bem-estar e para que meus estudos continuassem, sem vocês não teria conseguido escrever essa dissertação, amo vocês!

A minha irmã Verônica, ao meu cunhado Fernando e minha tão esperada sobrinha Helena, pelas horas de conversa a distância, pelas mensagens de apoio e força e pelo grande presente de ser Tia.

Ao meu amigo Rui Encarnação, pelo amor e amizade, pelo apoio estrutural e material incondicionais oferecidos durante minha estadia em Portugal, com certeza seu apoio foi fundamental para obtenção desse título.

Aos meus inúmeros amigos, muitos de longas datas, por todo apoio, força e amizade verdadeira, por não me deixarem esquecer minhas valências pessoais e profissionais, pelas inúmeras mensagens e palavras de motivação. Gratidão por me amarem assim como amo cada um de vocês! Um agradecimento especial a Mônica Wittimaack e ao Guilherme Sembeneli, e suas queridas filhas Laura e Bianca, por me acolherem carinhosamente e de braços abertos em vossa casa em Jaboticabal e a Roberta Gaspar e Cecília Casati por virem à Portugal, propositadamente, na altura que mais precisei de apoio.

Aos meus terapeutas e amigos, Érika Magalhães e Fernando Ballario, por estarem comigo e me ajudarem a compreender e ultrapassar a fase mais difícil e tensa da minha vida, por me mostrarem o caminho do equilíbrio e da paz, por me fazerem enxergar os verdadeiros propósitos da vida e sobretudo por toda energia doada a mim e ao Tom. Gratidão eterna!

RESUMO

ESTUDO RETROSPECTIVO SOBRE A ALTERAÇÃO DO ÂNGULO DO *PLATEAU* TIBIAL DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA DA TPLO EM CÃES e EXECUÇÃO PRÁTICA DA TÉCNICA DE TPLO EM CADÁVERES CÃO

O presente estudo avaliou a relação entre a alteração do ângulo do *plateau* tibial durante a cicatrização óssea e (a) o ângulo do plateau tibial (APT) pré-operatório, (b) o APT atingido no pós-operatório imediato e (c) a carga articular exercida pelo peso do paciente, em cães submetidos à Osteotomia de Nivelamento do *Plateau* Tibial (TPLO). Os APT foram avaliados em 32 casos e as medidas foram feitas, com auxílio de programas computacionais, através de radiografias digitais médio-laterais da tíbia. Cada um dos três observadores realizaram três medidas do APT, para cada caso, em cada momento estudado. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente para assim avaliar a correlação entre eles bem como eliminar as possíveis interferências intra e interobservador.

Como estudo complementar e com o objetivo de entender as dificuldades práticas da técnica de TPLO, 18 TPLOs foram executadas em cadáveres de cão. Para cada animal foram feitas radiográficas medio-laterais pré e pós operatórias para fazer o planejamento cirúrgico e avaliar os resultados finais, respetivamente.

Os resultados deste estudo demonstraram que a alteração do ângulo do *plateau* tibial durante a cicatrização óssea, apesar de presente, não foi determinado pelos APTs pré-operatório e pós-operatório imediato bem como pelo peso do paciente, o que nos leva a concluir que a intensidade da alteração do ângulo do *plateau* tibial durante a cicatrização óssea não é determinada pela inclinação prévia do plateau tibial, por uma maior ou menor rotação do plateau tibial pela TPLO e que a carga exercida pelo peso do paciente sobre o joelho, após estabilização rígida por TPLO, não determina o comprometimento da rotação do plateau tibial e da estabilidade articular. A formação prática é de suma importância para a familiarização com a técnica cirúrgica e com o manuseio da serra oscilatória, antes da realização do procedimento "*in vivo*".

Palavras-chave: cão, tíbia, fémur, cirurgia, ligamento.

ABSTRACT

BACKGROUND STUDY ON TPLO CHANGING OF TILT ANGLE OF THE TIBIAL PLATEAU DURING BONE HEALING IN DOGS AND PRACTICAL PERFORMANCE OF TPLO TECHNIQUE IN DOG CADAVERS

The present study evaluated the relationship between the changing of the angle of the tibial plateau during bone healing and the preoperative tibial *plateau* angle (TPA), the TPA achieved in the immediate postoperative period and the joint load caused by the patient's weight in dogs submitted to TPLO. The TPA were evaluated in 32 cases and the measurements were made, with the aid of computer programs, through tibial mid-lateral digital radiographs. Each of the three observers performed three TPA measurements, for each case, at every single moment. The objective data were statistically analysed in order to evaluate the correlation between them as well as to eliminate the possible intra and interobserver interferences.

As a complementary study and in order to understand with the objective of understanding the practical difficulties of the TPLO technique, 18 TPLOs were performed on dog cadavers. Pre and postoperative medio-lateral radiographs were taken of each animal to make the surgical planning and to evaluate the final results, respectively.

The results of this study demonstrated that, although present, the changing of the angle of the tibial plateau during bone healing was not determined by the preoperative and immediate postoperative TPAs as well as the patient's weight, which leads us to conclude that the intensity of the changing of the angle of the tibial plateau during bone healing is determined by the previous tibial plateau inclination, by a greater or lesser rotation of the tibial plateau by the TPLO and that the load exerted by the patient's weight on the knee after rigid stabilization by TPLO does not determine the impairment of tibial plateau rotation and joint stability. Practical training is very important to be comfortable with the surgical procedure and oscillating saw's handling, before performing the procedure "*in vivo*".

Keywords: dog, tibia, femur, surgery, ligament.

II. RELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DO <i>PLATEAU</i> TIBIAL PRÉ-OPERATÓRIO, PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO, PESO CORPORAL E SUA ALTERAÇÃO DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA APÓS TPLO EM CÃES	33
1. INTRODUÇÃO	33
2. OBJETIVOS	34
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1. Determinação do ângulo do plateau tibial	35
3.2. Observadores	38
3.3. Análise Estatística	38
4. RESULTADOS	39
5. DISCUSSÃO	42
III. EXECUÇÃO PRÁTICA DA OSTEOTOMIA DE NIVELAMENTO DO <i>PLATEAU</i> TIBIAL (TPLO) EM CADÁVER DE CÃO COMO COMPLEMENTO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO	48
1. INTRODUÇÃO	48
2. OBJETIVO	52
3. MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1. Planeamento pré-operatório	53
3.2. Técnica Cirúrgica	58
3.2.1. Miniartrotomia, abordagem medial da articulação do joelho	58
3.2.2. Osteotomia de Nivelamento do <i>Plateau</i> Tibial (TPLO)	59
3.3. Avaliações pós-operatória	62
4. RESULTADOS	63
5. DISCUSSÃO	66
IV. CONCLUSÕES	69
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
VII. ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

PÁG.

Figura 1	Anatomia topográfica da face articular proximal da tíbia, aspeto dorsal	3
Figura 2	Meniscos e ligamentos da articulação do joelho, aspeto dorsal	4
Figura 3	Teste de gaveta cranial	13
Figura 4	Teste de compressão tibial	13
Figura 5	Localização dos pontos isométricos do fémur e da tíbia	19
Figura 6	Ilustração cranio-caudal e lateral da técnica de sutura fabelotibial lateral	20
Figura 7	Ilustração medial (A), crânio-caudal (B) e lateral (C) da técnica de <i>TighRope</i>	23
Figura 8	Teoria da TTA	25
Figura 9	Teoria da TPLO	27
Figura 10	Aspeto medial proximal da tíbia	36
Figura 11	Aspeto medial distal da tíbia	36
Figura 12	Desenho esquemático da radiografia lateral da tíbia, centrada na articulação do joelho, a partir da qual o ATP é medido (Φ)	37
Figura 13	A tíbia e os marcos anatômicos nas várias colocações da osteotomia	49
Figura 14	Determinação da rotação do <i>plateau</i> tibial	51
Figura 15	Implantes e instrumental específico para uso em TPLO	53
Figura 16	Posicionamento radiográfico pré-operatório para planeamento pré-cirúrgico da TPLO	54
Figura 17	Determinação do APT no planeamento pré-operatório da TPLO	55
Figura 18	Medidas geométricas, realizadas no planeamento pré-operatório, que auxiliam no posicionamento da serra semi-circular no transoperatório ..	56
Figura 19	Marcador de magnitude representado pela barra radiopaca paralela a tíbia com tamanho conhecido de 10cm (seta vermelha)	57
Figura 20	Modelo utilizado na escolha do implante ilustrando os diferentes tamanhos de placas disponíveis	57
Figura 21	Magnitude da rotação do <i>plateau</i> tibial, em milímetros, determinada a partir do APT pré-operatório e do raio da serra, projetado para atingir um ângulo de <i>plateau</i> tibial pós-operatório de 5° no pós-operatório	58
Figura 22	Osteotomia do <i>plateau</i> tibial	59
Figura 23	Demarcação das linhas de orientação da rotação do <i>plateau</i> tibial	61
Figura 24	Ordem da colocação dos parafusos na fixação da placa de	62

LISTA DE TABELAS	PÁG.
Tabela 1. Identificação dos animais com respectivas características de raça, sexo, idade, peso e membro em que foi realizada a TPLO	39
Tabela 2. Média geral dos APTs de cada animal, em cada momento de avaliação	40
Tabela 3. Média geral e por observador do APT1, APT2, APT3 e da alteração do ângulo do <i>plateau</i> tibial durante a cicatrização óssea	41
Tabela 4. Peso de cada paciente e a respectiva alteração do ângulo do <i>plateau</i> tibial durante a cicatrização óssea	41
Tabela 5. Valores de APT, D1, D2, D3, raio da serra e rotação obtidos no planeamento pré-operatório e os respetivos resultados após TPLO	63

LISTA DE GRÁFICOS

PÁG.

Gráfico 1.	Curva de aprendizado para o APT.....	64
Gráfico 2.	Comparação entre as medidas D1 planejadas e obtidas após TPLO.....	65
Gráfico 3.	Comparação entre as medidas D2 planejadas e obtidas após TPLO.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA: análise de variância

APT: ângulo do plateau tibial

APT1: ângulo do plateau tibial pré-operatório

APT2: ângulo do plateau tibial pós-operatório imediato

APT3: ângulo do plateau tibial pós-consolidação

ATP: ângulo do tendão patelar

CrCd: cranio-caudal

CWO: osteotomia cranial em cunha

D1: distância do ligamento patelar à osteotomia

D2: medida ao longo da borda cranioproximal da tíbia, sendo o ponto de inserção do ligamento patelar até onde a osteotomia sai da tíbia

D3: medida que vai desde a superfície articular (centro da serra semi circircular) até a saída da osteotomia na região caudal do córtex tibial

DAD: doença articular degenerativa

FCAV UNESP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista

FMV ULisboa: Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa

LCCd: ligamento cruzado caudal

LCCr: ligamento cruzado cranial

ML: médio-lateral

MPD: membro pélvico direito

MPE: membro pélvico esquerdo

OCD: osteocondrite dissecante

RM: ressonância magnética

SFL: sutura fabelotibial lateral

TAC: tomografia axial computadorizada

TPLO: osteotomia de nivelamento do *plateau* tibial

TR: "*Tight Rope*"

TTA: avanço da tuberosidade tibial

I. REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A rotura do ligamento cruzado cranial (LCCr) está frequentemente associada à claudicação dos membros pélvicos em cães. Os objetivos do tratamento são corrigir os sinais clínicos e a instabilidade articular (Vasseur 2007). Esta afeção é observada mais frequentemente em cães de grande porte e a sua elevada prevalência determina que seja muito estudada em ortopedia (Ferreira 2013).

Dentre as possíveis causas de rotura do LCCr em cães, Schulz et al. (2007) sugerem a degenerescência prematura do LCCr, a qual pode estar associada ao envelhecimento, aos defeitos de conformação, às artropatias imunomediadas, entre outros. A variação conformacional dos membros pélvicos, tal como a angulação do joelho, a fossa intercondilar mais estreita e um acentuado APT, levam à tensão anormal sobre o LCCr, resultando em micro lesões e rotura progressiva associada a uma osteoartrose (Eithne et al. 2010).

Apesar de existirem muitas técnicas cirúrgicas para o tratamento da rotura do LCCr em cães, o tratamento ideal para esta condição ortopédica permanece indeterminado (Conzemius et al. 2005). O objetivo principal da cirurgia é reestabelecer a biomecânica normal do joelho, porém uma vez que essa articulação apresenta movimentação multiplanar, a obtenção deste resultado tem sido um desafio (Tashman et al. 2004). Atualmente as cirurgias visam promover a estabilidade mecânica e não a reconstrução anatómica do ligamento. A estabilização pode ser extracapsular ou por osteotomia da tibia (Muir et al. 2010).

Segundo Kim et al. (2008), entre as técnicas de osteotomia utilizadas em cães encontram-se a osteotomia tibial em cunha, ostectomia tibial proximal intra-articular, osteotomia tibial tripla, a osteotomia de nivelamento do *plateau* tibial (TPLO) e o avanço da tuberosidade tibial (TTA), sendo as duas últimas, as técnicas mais utilizadas em Medicina Veterinária. Essas duas técnicas apresentam vantagens e desvantagens, com resultados clínicos semelhantes, sendo o apoio precoce do membro no pós-operatório uma das principais vantagens de ambas (Kim et al. 2008).

A TPLO foi proposta em 1993 por Slocum and Slocum, com o intuito de eliminar a deslocação tibial cranial e reduzir a inclinação caudo-distal do *plateau* tibial. Quando o APT é reduzido para aproximadamente 5° ou 6,5°, as forças que provocam a deslocação cranial da tibia são neutralizadas, tornando o joelho estável. Após a TPLO o ligamento cruzado caudal (LCCd) torna-se o principal estabilizador do joelho (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002; Apelt et al. 2007).

2. DESCRIÇÃO ANATÓMICA E FUNCIONAL DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

A articulação do joelho é classificada como uma articulação condilar sinovial complexa, com duas articulações funcionalmente distintas. A sustentação do peso ocorre principalmente por meio da articulação entre os côndilos femoral e tibial. A articulação femoropatelar aumenta significativamente a eficiência mecânica do grupo muscular do quadríceps e facilita a função dos extensores (Vasseur 2007).

A extremidade distal do fêmur projeta-se caudalmente e contém três áreas articulares: côndilo femoral medial, côndilo femoral lateral e superfície troclear, voltada cranialmente. Os côndilos femorais medial e lateral são robustos e apresentam superfície convexa nos planos sagital e frontal, sendo separados pela fossa intercondilar. A fossa tem orientação ligeiramente oblíqua, de tal forma que a parte caudal é localizada mais lateralmente que a parte cranial. Na superfície articular caudal de cada côndilo encontra-se a região epicondilar, a qual articula-se com a fabela, um pequeno osso sesamoide que serve de inserção da origem do tendão do músculo gastrocnémio (Kowaleski et al. 2018).

A superfície troclear, na qual articula-se a patela e, por isso, também denominada superfície patelar, é lisa e larga e encontra-se na face cranial do fêmur, contínua às superfícies articulares dos côndilos femorais e está delimitada pelas cristas trocleares medial e lateral, as quais se divergem proximalmente (Kowaleski et al. 2018).

A extremidade proximal da tíbia é dividida em côndilo medial e côndilo lateral, ambos ligeiramente convexos no plano sagital e com área de superfície semelhante, não obstante o côndilo medial ser mais oval e o lateral quase circular. Em seu corte transversal, a tíbia tem formato triangular e seu ápice (crista da tíbia) está voltado cranialmente. Uma zona não articular, conhecida como eminência intercondilar é composta por projeções triangulares denominadas tubérculos intercondilares (medial e lateral), separa as duas superfícies articulares. Imediatamente cranial às eminências intercondilares, situa-se uma depressão oval, a área intercondilóide cranial, que serve como local de fixação do LCCr e dos ligamentos meniscais craniais. A área intercondilóide caudal é menor e serve como ponto de ligação para os ligamentos meniscais caudais (figura 1) (Kowaleski et al. 2018).

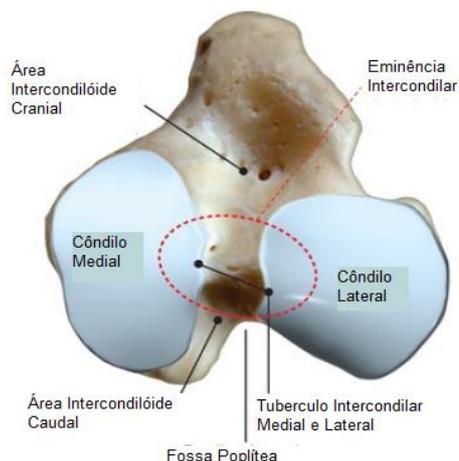


Figura 1. Anatomia topográfica da face articular proximal da tíbia, aspeto dorsal (Kowaleski et al. 2018, p. 2926 versão digital, modificado).

1
 2 Entre as superfícies articulares do fémur e da tíbia encontram-se os meniscos,
 3 medial e lateral, estruturas fibrocartilaginosas semilunares compostas principalmente por
 4 uma rede entrelaçada de fibras de colagénio (predominantemente colagénio tipo I)
 5 interpostas com células e uma matriz extracelular de proteoglicanos e glicoproteínas
 6 (Kowaleski et al. 2018).

7 Os meniscos transformam a superfície plana dos côndilos tibiais numa cavidade
 8 glenoide perfeitamente modelada aos côndilos femorais correspondentes e, ao promover o
 9 aumento da área de contacto e de preenchimento do espaço entre as superfícies de
 10 geometria desigual do fémur e da tíbia, melhoram a congruência articular. Além disso,
 11 promovem absorção de energia e dissipação da tensão articular através da conversão das
 12 forças de compressão em forças direcionadas radialmente; estabilizam a articulação por
 13 aprofundamento na superfície articular do *plateau* tibial, auxiliando na estabilidade rotacional
 14 e angular; previnem dobras da membrana sinovial entre o fémur e a tíbia e promovem a
 15 lubrificação da cartilagem articular (Pozzi and Cook 2010).

16 Em corte transversal, os meniscos são cuneiformes com a sua margem mais
 17 espessa localizada perifericamente e inserindo-se sobre a cápsula articular. Cada menisco
 18 está ancorado ao *plateau* tibial pelos ligamentos meniscotibiais cranial e caudal. Um
 19 pequeno ligamento transversal ou intermeniscal une os ligamentos meniscotibiais craniais. O
 20 ligamento intermeniscal é um importante ponto de referência, porque essa estrutura fica
 21 sobrejacente a inserção tibial do LCCr (Vasseur 2007) (figura 2).

22
 23
 24
 25

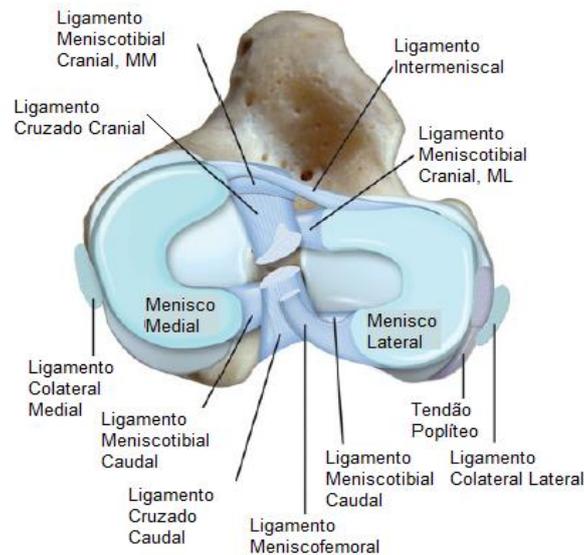


Figura 2. Meniscos e ligamentos da articulação do joelho, aspecto dorsal (Kowaleski et al. 2018, p. 2928, versão digital). ML, menisco lateral; MM, menisco medial.

2

3 O menisco lateral difere do menisco medial pelo fato de seu polo caudal estar
 4 firmemente fixado ao fêmur através do ligamento meniscofemoral, que se insere no aspecto
 5 caudomedial da fossa intercondilar, caudal ao LCCd. Além disso, a margem abaxial do
 6 menisco lateral não possui uma ligação firme ao ligamento colateral lateral ou à cápsula
 7 articular e, em vez disso, forma-se um sulco onde o tendão poplíteo desliza livremente entre
 8 o menisco e a cápsula articular durante o movimento. A mobilidade resultante do menisco
 9 lateral ajuda a explicar a diminuição da prevalência de roturas meniscais laterais
 10 concomitantes à rotura do LCCr, quando comparado ao menisco medial de cães (Pozzi and
 11 Cook 2010). Este, por ser menos móvel, é obrigado a movimentar-se em conjunto com a
 12 tibia, ficando sujeito a maior pressão pelo côndilo femoral durante a extensão e flexão
 13 articular (Briggs 2004).

14 Os corpos meniscais são fracamente innervados, enquanto que os cornos apresentam
 15 grande quantidade de mecanorreceptores e terminações nervosas livres. Esse suprimento
 16 nervoso tem função sensorial específica que permite ações musculares precisas em
 17 resposta a mudanças de pressão na articulação (Briggs 2004). Embora a porção periférica
 18 dos meniscos seja vascularizada, a maior parte do menisco é avas

19 cular e a nutrição dá-se por difusão e bombeamento mecânico do líquido sinovial,
 20 que é comprimido sobre os tecidos durante o movimento articular (Pozzi and Cook 2010).

21 O fêmur, a tibia e a fíbula são os três ossos longos que fazem parte da articulação do
 22 joelho. Além destes, existem quatro ossos sesamoides: patela, fabela medial, fabela lateral e
 23 osso sesamoide do poplíteo. A patela é o maior sesamoide do corpo, tem forma ovalada e
 24 ligeiramente curva para articular com a tróclea femoral. Sua superfície articular é lisa e

1 convexa em todas as direções, a porção romba e proximal é denominada base e a porção
2 distal, ápice. Está inserida no tendão do músculo quadríceps femoral e a porção que segue
3 da patela à inserção na tuberosidade da tíbia é denominada ligamento patelar (Kowaleski et
4 al. 2018).

5 As fabelas medial e lateral estão localizadas na origem das cabeças medial e lateral,
6 respetivamente, do músculo gastrocnémio. A fabela lateral é maior e mais esférica,
7 apresenta uma superfície articular plana voltada para o aspeto caudal do côndilo femoral
8 lateral, o epicôndilo femoral onde se articula. A fabela medial é menor e articula-se no
9 aspeto caudal do côndilo femoral medial, mas esta articulação é inconsistente. O osso
10 sesamoide poplíteo é o menor sesamoide e está localizado dentro do tendão de origem do
11 músculo poplíteo e articula-se com o côndilo lateral da tíbia (Kowaleski et al. 2018).

12 A articulação do joelho está envolvida por uma cápsula articular que apresenta três
13 cavidades distintas que se intercomunicam. A cavidade articular mais ampla situa-se entre a
14 patela e o fémur; as duas outras cavidades ficam entre os côndilos femoral e tibial. A partir
15 da cavidade articular patelar é possível observar uma protusão proximal da cápsula articular
16 localizada sob o tendão do quadríceps. O mesmo acontece na articulação femorotibial, na
17 qual a cápsula prolonga-se em direção às fabelas. A cápsula articular apresenta-se
18 estruturalmente reforçada por retináculo fibroso e pelos tendões e ligamentos que se
19 localizam sobre a articulação (Vasseur 2007). Distal à patela, as camadas sinovial e fibrosa
20 da cápsula articular são separadas pelo tecido adiposo infra patelar, tornando essa estrutura
21 extra sinovial (Vasseur 2007, Kowaleski et al. 2018).

22 Quatro ligamentos femorotibiais fornecem suporte ligamentar primário à articulação
23 do joelho: dois ligamentos colaterais e dois ligamentos cruzados (Kowaleski et al. 2018). Os
24 ligamentos colaterais unem-se à cápsula articular proporcionando sustentação a essa
25 estrutura, no entanto esses ligamentos são totalmente extra-articulares. São responsáveis
26 principalmente pela limitação dos movimentos varo (ligamento colateral lateral) e valgo
27 (ligamento colateral medial) da articulação. O ligamento colateral medial origina-se no
28 epicôndilo femoral medial e funde-se com a cápsula articular e o menisco medial,
29 constituindo forte ligação com essas estruturas. O ligamento colateral lateral origina-se no
30 epicôndilo femoral lateral e insere-se na cabeça da fíbula. Apenas o tecido conjuntivo frouxo
31 o liga à cápsula articular, não havendo ligação com o menisco lateral. Todo o ligamento
32 colateral lateral encontra-se frouxo em flexão, tornando-se tenso durante a extensão
33 (Vasseur 2007).

34 Os ligamentos cruzados estão localizados dentro da articulação do joelho e são
35 designados por cranial e caudal com base na sua inserção na tíbia e o termo cruzado vem
36 da forma como se dispõem, cruzando um com o outro. Apesar de serem intra-articulares são
37 considerados extra-sinoviais, pois são cobertos por uma membrana sinovial (Kowaleski et al.

1 2018).

2 O LCCr origina-se no aspeto axial do côndilo femoral lateral, muito próximo da
3 margem articular, estende-se diagonalmente através do espaço articular e insere-se na área
4 intercondilar cranial do *plateau* tibial, a qual está limitada cranialmente pelo ligamento
5 menisco-tibial cranial do menisco medial e caudalmente pelo ligamento menisco-tibial cranial
6 do menisco lateral (Roosteer et al. 2010). Durante este percurso, as suas fibras giram sobre
7 si mesmas aproximadamente 90° (Kowaleski et al. 2018).

8 O LCCr é funcionalmente composto por duas bandas, a banda crânio-medial e a
9 caudo-lateral, com diferentes pontos de inserção no *plateau* tibial. A banda crânio-medial é
10 espiral e longa, origina-se na região mais proximal do côndilo femoral lateral, insere-se mais
11 cranial na tibia e mantém-se em tensão tanto na flexão quanto na extensão (Schulz 2007;
12 Roosteer et al. 2010). A banda caudolateral tem uma origem femoral mais lateral e distal, faz
13 um caminho mais reto até seu ponto de fixação na região mais caudal do *plateau* tibial
14 (Roosteer et al. 2010), está tensa na extensão e relaxada na flexão (Schulz 2007). O
15 comprimento médio das margens cranial e caudal do LCCr varia de 13,5mm a 18,77mm e
16 correlaciona-se positivamente com o peso corporal do animal (Wingfield et al. 2000).

17 Mecanorreceptores e terminações nervosas aferentes foram identificados nas
18 camadas interfibras do LCCr. A inervação do ligamento serve como um mecanismo de
19 “*feedback*”, que previne a extensão ou flexão excessiva da articulação do joelho. Esta ação
20 protetora é atingida pela estimulação ou pelo relaxamento dos grupos musculares que
21 proporcionam suporte a articulação (Schulz 2007).

22 O LCCd é maior e mais longo que o LCCr. Ambos são constituídos por fibras de
23 colagénio e fibroblastos, cobertas por uma região epiligamentar composta por uma camada
24 sinovial e tecido conjuntivo frouxo. Do centro das fibras dos ligamentos partem inúmeros
25 mecanorreceptores e proprioceptores, cujos axónios penetram a sinóvia em direção à
26 medula espinhal (Kowaleski et al. 2018).

27

28 **3. BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO**

29

30 O movimento primário da articulação do joelho consiste em flexão e extensão, e isso
31 ocorre no plano sagital. Esse movimento é estabilizado passivamente pelos ligamentos
32 cruzados e colaterais na fase de apoio do membro durante a marcha. As restrições impostas
33 pelos ligamentos e pela geometria robusta e convexa dos côndilos femorais fazem com que
34 o movimento articular não seja estritamente uniplanar. O segundo tipo de movimento
35 consiste na rotação da tibia em relação ao fémur e isso ocorre no plano transversal
36 (Kowaleski et al. 2018).

37 Em extensão, os ligamentos colaterais medial e lateral estão tensos e servem como

1 estabilizadores primários que limitam a rotação interna e externa da tíbia. Na flexão, as
2 conexões femoral e tibial do ligamento colateral lateral aproximam-se, resultando em
3 laxidões. Em contraste, a maior parte do ligamento colateral medial permanece esticada. A
4 amplitude de movimento normal do cão é de aproximadamente 41° em flexão e 161° em
5 extensão (Kowaleski et al. 2018).

6 À medida que a articulação é fletida o ligamento colateral lateral relaxa e permite que
7 o côndilo femoral lateral se desloque caudalmente sobre o côndilo tibial lateral, resultando
8 em rotação interna da tíbia. Por outro lado, à medida que a articulação se estende, o
9 ligamento colateral lateral se estica, deslocando o côndilo femoral lateral cranialmente em
10 relação ao côndilo tibial lateral, o que resulta em rotação externa da tíbia. Como os côndilos
11 femorais têm formato côncavo e não são esféricos, uma pequena quantidade de
12 deslocamento crânio-caudal da tíbia em relação ao fêmur também ocorre no plano sagital
13 durante a flexão e extensão. Os côndilos femorais deslizam caudalmente com flexão e
14 cranialmente com extensão em relação aos côndilos tibiais (Kowaleski et al. 2018).

15 A articulação do joelho é capaz de uma ligeira angulação em varo (medial) e em
16 valgo (lateral) no plano frontal. Em extensão total, o ligamento colateral medial limita a
17 angulação em valgo, e a angulação em varo é limitada pelo ligamento colateral lateral e pelo
18 LCCr. Em 90° de flexão, todos os quatro ligamentos femorotibiais limitam a angulação em
19 valgo, enquanto o colateral lateral, LCCr e LCCd limitam a angulação em varo (Kowaleski et
20 al. 2018).

21 O LCCr é o principal restritor do deslocamento cranial da tíbia em relação ao fêmur
22 (gaveta cranial) e da hiperextensão. O LCCr e o LCCd torcem-se para limitar a rotação
23 interna, mas nenhum dos ligamentos limita significativamente a rotação externa. O LCCd é a
24 principal restrição à deslocamento tibial caudal em relação ao fêmur (gaveta caudal), atua
25 como restritor secundário contra a hiperextensão e ajuda a limitar a angulação em varo e
26 valgo em flexão (Vasseur 2007, Kowaleski et al. 2018).

27 28 **4. ROTURA DO LCCr** 29

30 A lesão ligamentar pode ser uma rotura completa com instabilidade nítida ou uma
31 rotura parcial com instabilidade em menor grau. Em ambos os casos, os animais não
32 tratados exibem alterações articulares degenerativas dentro de poucas semanas e
33 alterações graves dentro meses. A gravidade da degenerescência parece ser diretamente
34 proporcional ao tamanho corporal, com animais acima de 15Kg mostrando maiores
35 alterações (Piermattei et al. 2009).

36 A biologia e a biomecânica estão intrinsecamente ligadas e todos os tecidos que
37 compõem a articulação devem funcionar juntos para manter a saúde das articulações e

1 permitir uma função completa e sem dor. A lesão do LCCr não pode ser isolada da sinóvia,
2 cápsula articular, LCCd, cartilagem articular, meniscos ou osso subcondral e todos os
3 componentes devem ser considerados elementos críticos inter-relacionados e essenciais
4 para a função do membro em longo prazo (Cook 2010b).

5 Na maioria dos casos de rotura do LCCr há um componente degenerativo associado
6 (osteofitose, hipertrofia/hiperplasia sinovial, degenerescência da cartilagem, fibrose
7 periarticular esclerose óssea subcondral) caracterizando uma doença articular completa.
8 Considerando que este último cenário implica biologia ligamentar anormal como um fator
9 primário, ele não exclui a biomecânica anormal como uma força motriz por trás dessa
10 biologia anormal e/ou como uma componente primária na patogénese da doença. É possível
11 que a biomecânica anormal inicie e perpetue a biologia ligamentar anormal, sustentando um
12 ciclo vicioso de rotura articular congênita, conhecida como rotura do LCCr (Cook 2010b).

14 **4.1. Alterações biomecânicas do joelho com rotura do LCCr**

15
16 O LCCr é um importante estabilizador do joelho limitando, principalmente, a
17 deslocamento cranial da tibia em relação ao fémur. O joelho do cão é fletido de 30° a 50°
18 durante a postura normal e o LCCr faz um ângulo agudo com o *plateau* tibial. Sem o LCCr
19 para neutralizar a tendência natural do fémur em deslizar-se para baixo no *plateau* tibial
20 durante a sustentação de peso, naturalmente a tibia tende a deslocar-se cranialmente.
21 Como o quadríceps e as forças gravitacionais são mínimos durante a fase de balanço, os
22 mecanismos primários de deslocamento tibial cranial estão presentes apenas durante a fase
23 de apoio (Tasman et al. 2004).

24 Com a rotura do LCCr, o deslocamento cranial da tibia aumenta, em média, 10mm
25 em relação à condição intacta do ligamento, sendo que este movimento ocorre
26 principalmente durante a fase de apoio da marcha e está associado à ativação do
27 quadríceps, o qual pode criar tensão ou subluxação articular no momento de apoio do
28 membro (Tasman et al. 2004).

29 A maioria das alterações articulares, principalmente a deslocamento cranial da tibia
30 (movimento de gaveta cranial), ocorre no primeiro ano após a lesão (Tasman et al. 2004).
31 Segundo Tasman et al. (2004), a instabilidade tibial cranial diminui com o tempo e, após dois
32 anos de rotura do LCCr, o deslocamento cranial da tibia passa a ser de aproximadamente
33 5mm, implicando em um retorno à função mais normal do joelho e uma diminuição na
34 instabilidade articular ao longo do tempo. Dentre as demais alterações observadas estão: (a)
35 perda da cartilagem articular no compartimento medial; (b) espessamento capsular; (c)
36 desenvolvimento de osteófitos nas margens medial e lateral do *plateau* tibial; (d) perda de
37 amplitude de movimento, a qual parece estar associada à degenerescência do menisco e

1 talvez ao espessamento capsular (Tasman et al. 2004).

2 Ainda que nos três primeiros meses após lesão do LCCr possam-se identificar
3 meniscos intactos, Tasman et al. (2004) relataram lesões meniscais significativas. Segundo
4 o autor, é possível que o menisco intacto inicialmente funcione como uma "mola" no joelho
5 com rotura do LCCr, alongando-se com o aumento da carga produzida pelo deslocamento
6 cranial da tibia e depois restaurando o posicionamento quando a fase de apoio é removida.
7 A tensão repetitiva sobre os meniscos pode levar a danos e falhas.

8 As subluxações craniais tibiais repetitivas podem levar à falha de restritores
9 secundários, como os meniscos, a cápsula articular e os ligamentos colaterais. Isso pode
10 causar uma instabilidade ainda maior e acelerar a degenerescência da cartilagem. Sendo
11 assim, a dinâmica do joelho pode mudar com o tempo e essas alterações podem variar de
12 cão para cão, influenciando a prevalência e a progressão da osteoartrose (Tasman et al.
13 2004).

14 A claudicação, mínima a moderada, é observada na maioria dos animais com rotura
15 do LCCr e manifesta-se principalmente como uma perda de extensão do joelho na fase de
16 apoio, ou seja, há aumento da flexão do joelho. Acredita-se que a perda da extensão seja
17 um padrão adaptativo utilizado pelo cão para reduzir a carga sobre o membro, reduzindo
18 assim a dor e a instabilidade (Korvick et al. 1994; DeCamp et al. 1996). Estudo feito por
19 Tasman et al. (2004) mostrou que a maior perda de flexão ocorreu no segundo mês pós-
20 transecção do LCCr e que não houve melhora significativa na flexão ao longo de dois anos
21 de ensaio.

22 Como a articulação do joelho com rotura do LCCr permanece mais tempo fletida ao
23 longo do ciclo da marcha, as articulações do anca e tarso crural respondem a esse aumento
24 da flexão permanecendo mais estendidas durante a fase de apoio da marcha. Além dessa
25 alteração em cães com rotura do LCCr, o pico de força vertical no membro pélvico, que num
26 joelho normal é de 70% do peso corporal estático do cão, cai para 25% do peso corporal em
27 duas semanas, 32% em seis semanas e 37% em 12 semanas (Kowaleski et al. 2018).

28

29 **4.2. Epidemiologia e Patogenia**

30

31 Segundo Muir et al. (2010), a osteoartrite precede o desenvolvimento de rotura do
32 LCCr e, na maioria dos cães afetados, a instabilidade está associada. Uma pequena
33 percentagem de cães apresenta a rotura do LCCr associada ao histórico agudo e à
34 ocorrência de trauma evidente. Alguns desses cães, tipicamente jovens (menos de 4 anos
35 de idade), sofreram avulsão da inserção óssea do ligamento e não dilaceração intra-
36 parenquimatosa do ligamento. O local de inserção tibial entra em colapso com maior
37 frequência do que o local de inserção femoral (Vasseur 2007).

1 O mecanismo da lesão traumática do LCCr é, primariamente, um reflexo da sua
2 função como limitador da mobilidade articular. A lesão aguda é normalmente associada a
3 hiperextensão e à rotação interna do membro. Saltos também podem causar a rotura
4 traumática do LCCr, se a força de compressão cranial da tíbia exceder a carga de rotura do
5 ligamento. Com a degenerescência do ligamento, até mesmo atividades normais repetitivas
6 podem causar a rotura progressiva do ligamento (Schulz 2007).

7 A grande maioria dos cães com rotura do LCCr exibe evolução crónica do quadro,
8 sem histórico de traumatismo aparente. A principal queixa pode ser a claudicação aguda,
9 mas a informação obtida do dono do cão revela, muitas vezes, a natureza episódica da
10 claudicação e sua associação a períodos de exercícios vigorosos. Esses cães, em sua
11 maioria, são de raças de porte médio a gigante e com idades entre 5 a 7 anos (Vasseur
12 2007).

13 Estudo feito por Whitehair et al. (1993), no qual 10.769 cães com rotura do LCCr
14 foram comparados com dados de uma população controle de 591.548 cães, demonstrou
15 que a prevalência de rotura do LCCr aumenta com o envelhecimento (7 a 10 anos de idade)
16 e está associada: (a) ao peso (cães com peso > 22kg apresentaram maior prevalência em
17 comparação com cães com peso < 22 kg, e tenderam a romper o LCCr em idade mais
18 jovem); (b) ao sexo (prevalência mais elevada em fêmeas, segundo Slauterbeck et al. 2004);
19 (c) e à castração. Cães castrados, machos ou fêmeas, tiveram uma maior prevalência de
20 rotura do LCCr do que cães sexualmente intactos (Slauterbeck et al. 2004).

21 Atualmente não há resposta definitiva sobre o que efetivamente causa a rotura ou
22 doença do LCCr. O que se sabe é que defeitos biológicos e biomecânicos contribuem para a
23 falha ligamentar. Dentre os defeitos biológicos estão as degenerações associadas à idade
24 avançada, processos inflamatórios (artrites imunomediadas, sinovites autoimunes),
25 infecciosos (artrites sépticas), alterações metabólicas (obesidade) e hormonais (castração).
26 Todas elas podem levar a alterações patológicas do ligamento, fragilizando-o e propiciando
27 assim a sua rotura (Cook 2010c).

28 A conformação da região proximal da tíbia é o principal fator para a alteração da
29 biomecânica do joelho, levando à rotura do LCCr (Cook 2010c). O estudo de Morris and
30 Lipowitz (2001), relatou significativa diferença no APT entre cães com e sem doença do
31 LCCr, porém dados de vários outros estudos (Selmi and Padilha Filho 2001; Tashman et al.
32 2004; Schwandt et al. 2006; Apelt et al. 2007; Guerrero et al. 2007) contradizem isso, não
33 encontrando evidências definitivas de que o APT ou ângulo do tendão patelar sejam, de fato,
34 um fator de risco significativo para doença do LCCr em cães. Sabe-se que quando qualquer
35 um desses ângulos é considerado alto, há aumento da tensão e da força de deslocamento
36 sobre o LCCr. Assim, esses componentes podem contribuir para o processo de falência do
37 órgão, mas não parecem ser fatores causais primários (Cook 2010c).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

4.3. Diagnóstico

4.3.1. Avaliação Física e Ortopédica

Lesão aguda, crónica e roturas parciais são as três apresentações clínicas associadas à rotura do LCCr. Nos casos mais agudos, os pacientes apresentam claudicação súbita, sem sustentação de peso ou com sustentação parcial de peso. Em geral, essa claudicação melhora sem tratamento entre três e seis semanas após a lesão, sendo mais evidente em pacientes com peso inferior a 10 kg. Caso haja lesão do menisco associada ao quadro clínico, pode-se apresentar com claudicação sem sustentação de peso e o paciente não melhorar sem cirurgia (Schulz 2007; Vasseur 2007). A atrofia muscular não é drástica, mas desenvolve-se com o tempo. Em geral, a articulação não é sensível à manipulação de rotina mas a indução de gaveta cranial muitas vezes gera dor. Em lesões agudas, a presença de doença articular degenerativa (DAD) no joelho afetado é mínima ou nula (Vasseur 2007).

Os pacientes com lesão crónica apresentam claudicação prolongada com sustentação de peso, podendo ou não haver histórico de claudicação aguda sem a sustentação de peso, seguida por melhoria gradual com sustentação moderada de peso. Frequentemente, esses pacientes apresentam dificuldade em levantar-se e sentar-se, e ao sentarem-se normalmente posicionam o membro afetado para fora do corpo. Geralmente, a claudicação piora depois do exercício e após períodos de descanso prolongado (Schulz 2007). A articulação comprometida encontra-se espessada, especialmente na face medial, e exhibe evidências radiográficas de DAD e derrame articular. Pode ser difícil a indução de gaveta cranial devido à presença de fibrose periarticular, especialmente se o ligamento estiver parcialmente intacto. Caso necessário, sedar ou anestésiar o paciente facilita a deteção de algum grau de instabilidade (Vasseur 2007).

As roturas parciais são difíceis de diagnosticar no início da lesão. Inicialmente, os animais afetados apresentam uma claudicação leve, associada ao exercício e com sustentação de peso. A claudicação é resolvida com o descanso e esta situação pode durar meses. À medida que o ligamento continua a romper-se, o joelho torna-se mais instável, a

1 DAD piora e a claudicação fica mais evidente e não é resolvida com o descanso (Schulz
2 2007).

3 Cães de qualquer idade podem apresentar rotura do LCCr bilateral subaguda ou
4 crónica. Esses cães podem apresentar suspeita de lesão neurológica, pois podem ser
5 incapazes de suportar o peso nos membros pélvicos. Nestes casos, é comum o dono referir
6 que o cão senta-se em superfícies elevadas como um banco ou degrau (Schulz 2007).

7 Durante a avaliação física é importante observar o cão não só em repouso, mas
8 também durante a marcha e o trote, pois a rotura do LCCr altera o movimento articular em
9 todas as fases do ciclo ambulatório (Korvick et al. 1994). Na transição entre a estação e a
10 oscilação, o joelho com rotura do LCCr sofre subluxação cranial abrupta. Porém no início da
11 fase oscilante, a articulação retorna ao alinhamento crâniocaudal observado na articulação
12 intacta. Como estratégia para compensar a perda ligamentar, os cães reduzem a carga
13 sobre o membro e conduzem-no em flexão durante o ciclo ambulatório. Contudo, mesmo em
14 estação, a subluxação articular não pode ser evitada. A subluxação repetitiva da articulação
15 provavelmente provoca degenerescência articular e dano meniscal (Vasseur 2007).

16 Após determinar o membro afetado, o exame ortopédico é efetuado, avaliando-se
17 o membro lesionado por último. O melhor meio para o diagnóstico são as mãos do clínico. O
18 exame inicial pode ser feito com o paciente em estação, no solo, ou em decúbito lateral. A
19 avaliação em estação é mais tolerada pelo paciente e facilita a comparação com o lado
20 oposto. O exame começa com a manipulação leve e prossegue, de forma gradativa, para as
21 manobras possivelmente dolorosas, como os testes de gaveta cranial e de compressão tibial
22 (Vasseur 2007).

23 O contorno do membro deve ser palpado, conferindo especial atenção à massa
24 muscular e aos locais com dor, sempre em comparação com o lado oposto (Vasseur 2007).
25 Pacientes com roturas crónicas podem apresentar atrofia da musculatura da coxa, em
26 comparação com o membro normal (Schulz 2007), e formato e dimensão da face medial da
27 articulação do joelho alterados, devido não só ao espessamento da cápsula articular medial
28 (Schulz 2007, Vasseur 2007), mas também pela formação de osteófitos nas cristas
29 trocleares e deposição de tecido fibroso no côndilo medial e na tíbia proximal (Schulz 2007).
30 O derrame articular é avaliada pela palpação cuidadosa do espaço articular em cada lado do
31 tendão patelar e em comparação ao lado oposto. Em uma articulação normal, as margens
32 do tendão patelar são pronunciadas e distintas; na presença de derrame articular a cápsula
33 sofre protusão em cada lado do tendão, e as suas margens ficam obliteradas (Vasseur
34 2007).

35 Durante o exame físico, a manipulação da articulação do joelho deve ser isolada,
36 pois a tensão concomitante nas articulações coxofemoral ou társica pode gerar um resultado
37 enganador caso haja lesão concomitante nestas articulações. Tendo isso em mente, a

1 articulação do joelho é suavemente movimentada em toda a sua amplitude de movimento,
2 dispensando especial atenção aos sinais de crepitação, dor e sons de estalido (“click”),
3 sugestivos de danos meniscais. A ausência de “click” meniscal no exame físico não garante
4 a normalidade do menisco medial, pois há pouca correlação entre os dados físicos e a
5 patologia meniscal detetada durante a artrotomia exploratória (Vasseur 2007).

6 Nas roturas parciais, a deteção de instabilidade inicial torna-se difícil, pois uma
7 porção do ligamento está intacta, inibindo o movimento crânio-caudal. A rotura da banda
8 caudo-lateral isoladamente não produz instabilidade, pois a banda crânio-medial intacta
9 permanece tensa tanto na flexão quanto na extensão. Se houver uma rotura isolada na
10 banda crânio-medial, a articulação permanecerá estável durante a extensão, pois a banda
11 caudo-lateral permanece tensa; no entanto a instabilidade torna-se presente durante a
12 flexão, pois a banda caudo-lateral está relaxada durante esse movimento. Os cães com
13 roturas parciais normalmente apresentam dor na hiperextensão (Schulz 2007).

14 O movimento de deslocamento cranial da tibia pode ser detetado pelo teste de
15 gaveta cranial ou pelo teste de compressão tibial. O primeiro teste pode ser efetuado com o
16 cão em estação ou em decúbito lateral, conforme a preferência do examinador. Em cães
17 agitados ou com dor, há necessidade da administração de tranquilizantes ou,
18 ocasionalmente, de anestesia geral. É decisivo que os dedos do examinador sejam
19 colocados em pontos ósseos referenciais distintos para a execução de cada teste (figura 3)
20 (Vasseur 2007).

21

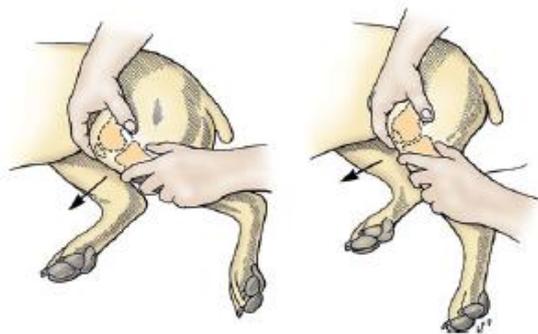


Figura 3. Teste de gaveta cranial. Posicionar o polegar de uma das mãos sobre a fíbula lateral e o dedo indicador sobre a patela. Estabilizar o fémur com esta mão. Posicionar o polegar da mão oposta caudalmente à cabeça da fíbula, com o dedo indicador na tuberosidade da tibia. Com o joelho fletido e depois estendido, tentar mover a tibia cranial e caudalmente ao fémur. A articulação deve ser testada em extensão completa e em 30° de flexão, aproximadamente (Schulz et al. 2019, p 1229, versão digital).

22

23 Como já foi dito para o exame ortopédico, o teste de compressão tibial pode ser
24 feito com o cão em estação ou em decúbito lateral, com o membro lesionado suspenso. A
25 articulação do joelho é mantida em ligeira flexão e o tarso é fletido e estendido com uma das

1 mãos do examinador, enquanto a outra mão efetua a palpação da tuberosidade tibial em
2 busca de subluxação cranial (figura 4).

3

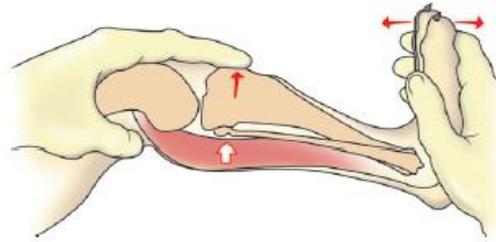


Figura 4. Teste de compressão tibial. Segurar o quadríceps distal com uma mão, a partir da superfície cranial, para que o dedo indicador possa ser estendido para baixo, sobre a patela, e para que a ponta do dedo esteja sobre a crista tibial. Utilizar a segunda mão para segurar os metatarsos, a partir da superfície plantar. Com o membro em extensão moderada, flexionar o jarrete com a mão inferior, evitando a flexão do joelho com a mão superior. Sentir o movimento cranial da tibia, que é uma indicação de lesão no LCCr (Schulz et al. 2019, p 1229, versão digital).

4 Em pacientes jovens é detetado um breve movimento de gaveta cranial da tibia,
5 considerado normal devido à maior laxidão articular presente em cães juvenis. Segundo
6 Vasseur (2007), o deslocamento cranial da tibia nesses casos varia de 1 a 3 mm e, segundo
7 Schulz et al. (2019), pode chegar a 4 e 5 mm. É de consenso, entre estes autores, que a
8 rotura do ligamento, em pacientes jovens, fica confirmada pela ausência de uma paragem
9 abrupta na extensão cranial do movimento. Segundo Vasseur (2007), a comparação com o
10 lado oposto define a anormalidade do movimento. Os testes de gaveta cranial e de
11 compressão tibial, com frequência, induzem à dor, mesmo em cães normais e isso não deve
12 ser interpretado como sinal de patologia intra-articular (Vasseur 2007).

13

14 **4.3.2. Radiografia**

15

16 Em cães com roturas parciais, nas quais o movimento de gaveta cranial pode ser
17 de difícil detecção, ou com roturas agudas, as radiografias podem auxiliar na exclusão de
18 outras causas de claudicação originadas na articulação do joelho e até mesmo evidenciar
19 derrame articular e sinais precoces de DAD (Vasseur 2007; Schulz et al. 2019). Para efeito
20 comparativo, ambas as articulações do joelho devem ser radiografadas, pois a presença de
21 DAD no joelho contra lateral tem valor prognóstico e sugere elevada probabilidade de rotura
22 do LCCr, em comparação com cães com articulações contra laterais normais (Doverspike et
23 al. 1993).

24 As radiografias também podem exibir o fragmento ósseo em cães mais jovens
25 portadores de lesões por avulsão e demonstrar a subluxação cranial do *plateau* tibial, com
26 relação aos côndilos femorais (Vasseur 2007). Já em pacientes com roturas crônicas, a
27 imagem radiográfica inclui a compressão do tecido gorduroso no aspeto cranial da
28 articulação e a distensão da cápsula articular caudal, causada pela derrame articular e

1 formação de osteófitos ao longo da crista troclear, da superfície caudal do *plateau* tibial e do
2 polo distal da patela (Schulz et al. 2019).

3 A aplicação do teste de compressão tibial provoca subluxação tibial cranial em
4 joelhos com rotura do LCCr e as radiografias obtidas durante a execução desse teste podem
5 ser utilizadas para a deteção de roturas parciais e completas do LCCr. As radiografias
6 obtidas sob tensão articular apresentam 100% de especificidade e 97% de sensibilidade, ou
7 seja, é possível fazer um diagnóstico correto de rotura do LCCr utilizando as radiografias
8 realizadas sob tensão articular (Rooster et al. 1998). Segundo o mesmo autor, o teste de
9 gaveta cranial apresentou, no mesmo estudo, uma sensibilidade de 86%, apresentando
10 resultados negativos falsos em seis casos com rotura completa e em três com rotura parcial,
11 de um total de 72 joelhos avaliados.

12 Em casos de rotura do LCCr, as radiografias realizadas sob tensão articular
13 mostram uma relação espacial anormal entre os componentes proximal e distal da
14 articulação, ou seja, ocorre um deslocamento cranial da porção proximal da tíbia em relação
15 aos côndilos do fémur. Em casos obviamente positivos a linha vertical traçada tangencial à
16 margem caudal do côndilo femoral mantém-se muito atrás da projeção caudal do *plateau*
17 tibial (Rooster et al. 1998).

18 As radiografias em projeção lateral também são importantes para a visualização de
19 alterações como, por exemplo, o desenvolvimento de osteófitos e alterações nos tecidos
20 moles adjacentes. São consideradas alterações a presença de (a) osteófitos no aspeto
21 proximal do sulco troclear e ao longo de sua margem, no polo distal da patela, nas fabelas,
22 na margem caudal da tíbia, no *plateau* tibial e no polo proximal da patela; (b) distensão da
23 cápsula articular caudal; (c) perda da camada adiposa infra patelar e (d) osteófitos no fémur
24 caudal associados à fixação da cápsula articular (Bennett et al. 1988).

25 26 **4.3.3. Ultrassonografia**

27
28 O ultrassom músculo-esquelético é geralmente realizado em humanos e tornou-se
29 uma modalidade diagnóstica na avaliação de estruturas intra-articulares no cão. O
30 ultrassom, em geral, é econômico e facilmente acessível, porém necessita de formação
31 específica para avaliação músculo-esquelética e a interpretação e o diagnóstico dependerão
32 da experiência do ultrassonografista. O conhecimento profundo da anatomia da articulação
33 e das suas estruturas, bem como da aparência ultrassonográfica normal e anormal dessas
34 estruturas, é de grande importância (Kramer et al. 1999).

35 Os côndilos femorais e o *plateau* tibial são definidos como linhas híper ecoicas,
36 com sombra acústica distal. A cartilagem é muito fina, definida como uma linha hipo ecoica,
37 superficial à cortical híper ecoica do osso. Os ligamentos cruzados, por serem estruturas

1 intra-articulares muito profundas, são os ligamentos mais difíceis de serem examinados. A
2 melhor imagem do LCCr é a da sua fixação tibial, visível em corte sagital e com a
3 articulação em flexão total. Em cães grandes, o LCCr pode ser visto com o joelho em
4 extensão total, mas em cães pequenos, o espaço intercondilar é muito estreito, portanto não
5 é visível. O LCCr aparece como estrutura hipo ecoica quando comparada ao tendão patelar
6 e é revestido pelo tecido adiposo infra patelar e pela sinóvia, que é um linha discreta, fina e
7 hiper ecoica profunda, que se estende até tecido gorduroso infra patelar. O LCCd não é
8 facilmente visível com qualquer técnica de imagem cranial (Kramer et al. 1999).

9 Em casos agudos de rotura do LCCr, o derrame articular pode ser leve a grave. A
10 rotura do ligamento pode ser identificada pela ultrassonografia quando ocorre próxima à sua
11 inserção no *plateau* tibial e pode não ser visível se estiver mais próxima da porção mediana
12 ou de sua origem femoral. Em roturas crónicas, as características ultrassonográficas vistas
13 são espessamento da sinóvia, derrame mínimo, a menos que haja rotura meniscal, e
14 superfície óssea irregular causada por formação de osteófitos. Nestes casos, um irregular e
15 espessado ligamento pode ser observado com retração das extremidades lesionadas.
16 Ocasionalmente, lesões intersticiais do LCCr (fibras internas rompidas) podem ser
17 identificadas (Cook 2010b).

18 **4.3.4. Tomografia Axial Computadorizada (TAC)**

19
20
21 A TAC mostra grande utilidade nos casos em que a sobreposição das estruturas
22 ósseas deve ser evitadas, na avaliação da profundidade da fossa patelar, na extensão dos
23 processos neoplásicos e nas alterações artríticas, as quais podem ser identificadas numa
24 fase anterior à radiografia convencional e mostrar maior gravidade do que o elucidado pela
25 imagem radiográfica. A TAC ainda é útil na deteção da osteocondrite dissecante (OCD) e de
26 fraturas por avulsões de diferentes estruturas intra-articulares, incluindo o LCCr e o LCCd, o
27 músculo extensor digital longo e músculo poplíteo (Gielen et al. 2010).

28 Em fraturas por avulsão do LCCr, a deteção de pequenos fragmentos ósseos com
29 a TAC foi superior a outras técnicas de imagem, uma vez que possibilitou esclarecer a
30 origem do fragmento, diferentemente das radiografias, que mostraram apenas uma estrutura
31 calcificada sem evidenciar a sua origem. Em animais jovens, a ligação ligamento-osso é
32 mais forte que o osso imaturo, permitindo que a avulsão ocorra sob uma força insuficiente
33 para causar rotura do ligamento. O diagnóstico tem importância clínica visto que o
34 fragmento avulsionado pode ser recolocado se for suficientemente grande e, assim sendo, a
35 função do LCCr em cães jovens pode ser restaurada (Gielen et al. 2010).

36

4.3.5. Ressonância Magnética (RM)

A RM tem como objetivos o diagnóstico precoce de osteoartrite e artropatias, orientar as decisões terapêuticas, oferecer prognóstico detalhado e avaliar a resposta ao tratamento. O impacto benéfico da RM musculoesquelética em humanos é indiscutível. Na medicina veterinária, devido ao elevado custo do exame e o tempo de anestesia, as evidências ainda são escassas. Modalidades diagnósticas como radiografia, ultrassonografia, artroscopia, oferecem benefícios como terapia orientadora, já que alguns deles não necessitam de anestesia ou têm a capacidade de tratar o problema subjacente através do mesmo procedimento (Scrivani 2010).

4.3.6. Artroscopia

A artroscopia da articulação do joelho é uma técnica cirúrgica minimamente invasiva, de menor morbidade quando comparada à artrotomia (Little et al. 2014). Para além disso, fornece melhor visualização e manipulação, uma avaliação completa das bolsas sinoviais e articulares, da cartilagem articular, dos ligamentos cruzados e dos meniscos. Devido a estes atributos, é considerado atualmente o melhor método de avaliação articular. A artroscopia é um meio de diagnóstico altamente preciso que permite a sondagem direta e visualização de estruturas intra-articulares e o tratamento de lesões dentro da articulação, sendo, portanto, preferível às modalidades de imagem não invasivas na grande maioria dos casos (Kowaleski et al. 2018).

Os dados artroscópicos no joelho com rotura do LCCr variam de acordo com o estágio da doença. No início, com a rotura parcial do LCCr, em muitos casos o padrão normal das fibras (frisos) é perdido e o ligamento parece homogéneo, edematoso e relaxado. Além disso, podem ser observadas fibras rompidas; a proporção de fibras rompidas e a laxidão ligamentar geralmente aumenta à medida que a doença progride. Outros dados, como sinovite, lesões na cartilagem, presença de osteófitos no ápice da patela e nos sulcos trocleares e lesões meniscais, são consistentes com osteoartrite (Kowaleski et al. 2018).

4.4. Tratamento

4.4.1. Tratamento Clínico

1 Geralmente, o tratamento clínico geralmente não é bem-sucedido em cães. A
2 claudicação melhora com o tempo, mas o animal não retorna à atividade normal ocorrendo
3 um apoio incompleto do membro e desencadeando atrofia muscular. Eventualmente, a
4 claudicação diminui após 6 semanas em pacientes pequenos tratados de forma
5 conservadora (repouso e anti-inflamatórios) (Schulz et al. 2019). Segundo Vasseur (2007),
6 83% dos cães com peso inferior a 15 kg apresentam melhora da claudicação sem passar
7 por procedimento cirúrgico, enquanto apenas 13% dos cães com peso superior a 15 kg
8 apresentam melhora clínica. A estabilização cirúrgica é recomendada em pacientes de
9 qualquer porte para garantir a função ideal (Schulz et al. 2019).

10 Apesar de melhorarem o apoio do membro, a instabilidade persiste e DAD
11 secundária desenvolve-se. Após a lesão inicial, o peso corporal é deslocado para o membro
12 não lesionado o que, associado ao envelhecimento e à crescente fraqueza mecânica do
13 LCCr intacto, pode levar à rotura do LCCr no joelho contra lateral em 12 a 18 meses. A lesão
14 do LCCr contra lateral ocorre em 40% dos pacientes e essa percentagem aumenta para
15 60% se houver alterações radiográficas visíveis na articulação não lesionada (Schulz et al.
16 2019).

17 Os objetivos do tratamento clínico são minimizar os sinais clínicos da osteoartrite
18 (dor, impotência funcional do membro, perda do movimento articular e da massa muscular) e
19 manter ou melhorar o uso do membro e, se possível, retardar a progressão da doença. A
20 terapia multimodal (perda de peso, exercício físico controlado, reabilitação e mudanças na
21 dieta) pode proporcionar uma melhor resposta ao tratamento da osteoartrite e permitir
22 administração de doses mais baixas de medicamentos, diminuindo os efeitos colaterais do
23 tratamento prescrito (Altman et al. 2000). Além disso, analgésicos, anti-inflamatórios e
24 agentes condro moduladores podem ser usados (Jaeger et al. 2010).

25 26 **4.4.2. Tratamento Cirúrgico**

27
28 Diferentes procedimentos cirúrgicos são descritos para o tratamento da rotura do
29 LCCr no cão, porém não há um consenso de qual seja o melhor. Atualmente, os
30 procedimentos cirúrgicos amplamente utilizados visam a correção da instabilidade articular e
31 não a reconstrução ou reparação do LCCr. Por extrapolação do tratamento de pacientes
32 humanos com rotura do ligamento cruzado anterior, têm sido muito utilizados procedimentos
33 de estabilização intra-articulares em cães e, embora alguns estudos experimentais tenham
34 sido promissores, a utilização de enxerto intra-articular em cães é, atualmente, o método de
35 estabilização menos usual na correção dessa lesão. A maioria das estabilizações é hoje
36 realizada através de osteotomias corretivas ou por estabilização extracapsular (Muir et al.
37 2010).

1 Independente do tipo de cirurgia a ser realizada, inicialmente realiza-se artroscopia
2 ou artrotomia para confirmar a rotura do LCCr e inspecionar possíveis lesões no menisco
3 medial. Se houver lesão meniscal, deve-se remover a porção fraturada e se o menisco
4 estiver intacto pode-se realizar a liberação do menisco. A articulação deve ser
5 abundantemente lavada com soro fisiológico e a cápsula articular fechada com sutura
6 monofilamentar absorvível em padrão de colchoeiro horizontal ou de imbricação capsular.
7 Esse fechamento leva à imbricação dos tecidos moles e pode ser uma fonte importante para
8 formação de fibrose peri articular que ajuda a estabilizar a articulação (Schulz et al. 2019;
9 Kowaleski et al. 2018).

11 **4.4.2.1. Técnicas Extracapsulares**

13 O conceito básico da estabilização extracapsular envolve o uso de material
14 biológico ou sintético fixado em pontos específicos do fémur e da tibial (pontos isométricos),
15 que promoverão resistência passiva à deslocamento cranial da tibia, rotação interna e
16 hiperextensão da articulação do joelho até que seja produzida fibrose peri articular suficiente
17 para permitir estabilidade e a função a longo prazo. As vantagens da estabilização
18 extracapsular sobre os demais procedimentos corretivos incluem a segurança do
19 procedimento, técnica cirúrgica relativamente mais fácil e rápida e de baixo custo. A principal
20 desvantagem está relacionada com o fato dos implantes perderem força tênsil ou quebrarem
21 em algum momento pós-cirúrgico, o que pode resultar em instabilidade e disfunção (Cook
22 2010a).

23 Para minimizar a probabilidade de falha dos implantes antes da formação de
24 fibrose peri articular, é imprescindível a precisão na escolha dos pontos isométricos, tanto no
25 fémur quanto na tibia. O uso da isometria nas técnicas extracapsulares permite fornecer
26 suporte à articulação sem limitar a sua amplitude de movimento. Para estarem em isometria,
27 os pontos de fixação da sutura, em ambos os lados da articulação, devem permanecer à
28 mesma distância um do outro da extensão total à flexão total (Roe et al. 2008). É importante
29 notar que o joelho sofre rotação e deslizamento durante o movimento e que por isso não há
30 uma única posição isométrica (figura 5).

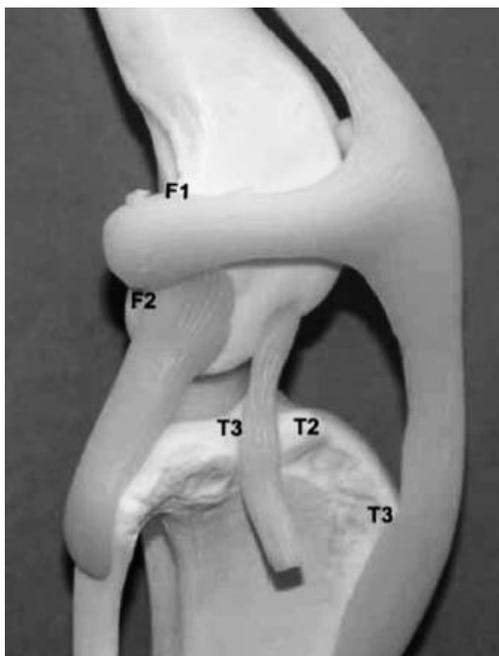


Figura 5. Localização dos pontos isométrico do fêmur e da tíbia (Hulse et al. 2010, p. 164). F1 e F2 são pontos isométricos no fêmur; T1, T2 e T3 são pontos isométricos na tíbia.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Além da avaliação biomecânica das próteses, foram investigados vários aspetos da estabilização extra-articular (Schulz 2007) e, apesar dos resultados clínicos positivos, eles não alcançam o objetivo ideal do tratamento, que seria a restauração da cinemática normal do joelho (Moore and Read 1995; Conzemius et al. 2005). Um pequeno grau de rotação axial faz parte do movimento normal do joelho e as técnicas extra-articulares acabam por eliminar a rotação tibial por completo, o que é indesejável (Tonks et al.2011).

4.4.2.1.1. Sutura Fabelotibial Lateral (SFL)

A técnica cirúrgica consiste em identificar a fabela lateral e ancorar a sutura ao seu redor na orientação proximo-distal. Posteriormente, passa-se a sutura por trás do ligamento patelar, imediatamente proximal à tuberosidade da tíbia, no sentido latero medial. Um ou dois orifícios podem ser feitos na crista da tíbia para a sutura retornar por este orifício, no sentido medio-lateral, e completar o nó na face lateral. Se dois orifícios forem feitos, a sutura é passada de lateral para medial através de um orifício e retorna para lateral através do outro, para assim completar a sutura e finalizar o nó (Kowaleski et al. 2018; Schulz et al. 2019) (figura 6). O joelho deve ser mantido num ângulo de flexão de aproximadamente 100° enquanto a sutura é realizada, pois essa angulação permite estabilização articular suficiente e tensão protética uniforme em todo a amplitude de movimento (Fischer et al. 2010).

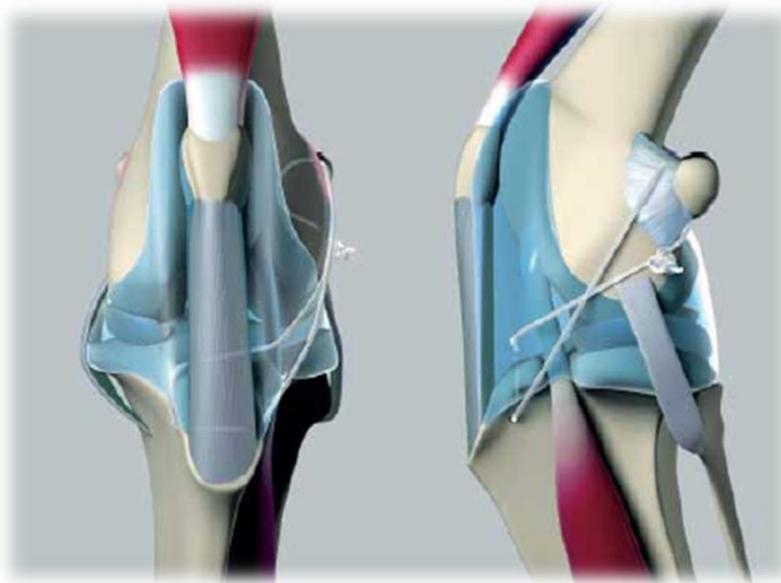


Figura 6. Ilustração cranio-caudal e lateral da técnica de sutura fabelotibial lateral. Observe que uma pequena porção da sutura "extra-articular" fica dentro da articulação (Pozzi et al. 2011, p. 171).

1

2

Ao tensionar a sutura deve-se conferir, pelo teste de gaveta cranial e teste de compressão tibial, se a estabilidade articular foi obtida. Ambos os testes devem ser negativos em toda a amplitude de movimento. Se a instabilidade articular persistir ou se a amplitude de movimento estiver diminuída quando a estabilidade for alcançada, é provável que os pontos de ancoragem da sutura não estejam posicionados com precisão nos pontos isométricos e isso pode exigir o reposicionamento da sutura, por perfuração de novos orifícios na tíbia (Kowaleski et al. 2018). Após o correto posicionamento da sutura, estabilidade e mobilidade articular ideais, a fáscia do bíceps femoral deve ser fechada com técnica de imbricação, e os tecidos subcutâneos e a pele, fechados com padrões rotineiros (Kowaleski et al. 2018; Schulz et al. 2019).

12

Diretrizes sobre a tensão da sutura também não estão claras, provavelmente porque outras variáveis como pontos de fixação (tecido mole e ósseo) e propriedades mecânicas do fio afetam a tensão sobre a sutura a longo prazo. Embora a eliminação completa do movimento de gaveta cranial seja considerada desejável, visto ser um movimento anormal resultante da rotura do LCCr, o excesso de tensão na sutura pode ser mais prejudicial do que uma ligeira instabilidade articular. Suturas com excessiva tensão podem predispor ao fracasso precoce da sutura, à diminuição da amplitude de movimento e ao aumento da pressão intra-articular (Tonks et al. 2011). Segundo um estudo biomecânico "ex vivo", realizado por Tonks et. al. (2011), que investigaram os efeitos da estabilização extra-articular sobre a biomecânica de contato no compartimento lateral do joelho, foi verificado que a tensão excessiva do fio extra-articular causou o aumento da pressão no compartimento lateral (Tonks et al. 2010). O mesmo autor refere que o aperto excessivo da

23

1 sutura extra-articular pode ser mais relevante em cães menores e que não apoiam o
2 membro no pós-operatório, pois a compressão axial ajuda a redistribuir a pressão anormal
3 para ambos os compartimentos.

4 Vários materiais têm sido defendidos para uso da sutura fabelo tibial, mas o fio de
5 nylon tem mostrado melhores resultados por apresentar muito pouca reação quando
6 comparado com outros materiais (DeCamp et al. 2016). O diâmetro do fio dependerá do
7 peso do paciente (Schulz et al. 2019). A grande questão sobre os fios de nylon resulta do
8 seu nó volumoso, uma das razões pelas quais o uso de tubos de aço inoxidável (conhecidos
9 como grampos ou tubos de crimpagem) tornaram-se uma alternativa para atar a sutura. As
10 duas extremidades do fio de nylon são passadas através do grampo de crimpagem em
11 direções opostas e e um alicate específico é usado para comprimir ou "prensar" o tubo,
12 garantindo assim que a linha de nylon fique presa dentro do grampo sem sofrer deformação
13 que provoque sua rotura (Moores et al. 2006).

14 Moores et al. (2006), ao comparar a rigidez do nó atado à mão com o atado pelo
15 sistema de crimpagem, utilizando fio de nylon monofilamentar, concluíram que ambos
16 apresentaram a mesma rigidez e que o aperto manual não afeta as propriedades mecânicas
17 do laço, e consideraram esta uma boa técnica para cirurgias sem acesso a dispositivos
18 tensores. A vantagem do sistema de crimpagem é a eliminação da irritação cutânea causada
19 pelo nó (Schulz et al. 2019).

20 No pós-operatório, o exercício é rigorosamente restrito por 4 semanas; sendo o
21 cão libertado gradualmente e com uso de trela, 2 a 4 vezes ao dia, durante a 5 a 8 semanas;
22 fazendo caminhadas de 5, 10, 15 e 20 minutos nas semanas 5, 6, 7 e 8, respetivamente.
23 Entre 6 a 8 semanas após a cirurgia é realizada uma nova avaliação para verificar a
24 estabilidade da articulação do joelho e o uso do membro. O retorno gradual à atividade
25 normal é incentivado durante as semanas 9 a 16, à medida que a fibrose peri articular
26 amadurece e ganha força (Kowaleski et al. 2018).

27 Um estudo retrospectivo avaliou 40 cães submetidos à técnica de sutura fabelo tibial
28 para correção de rotura do LCCr tendo-se verificado que, após 20 meses de cirurgia, 11
29 pacientes apresentaram uma perda de 12 graus de flexão no joelho estabilizado. No
30 entanto, a maioria dos cães melhorou e 90% dos donos dos cães ficaram satisfeitos com o
31 tratamento (resultado baseado em questionário telefônico) (Moore and Read 1995).

32 33 **4.4.2.1.2. "TightRope" (TR)**

34
35 A técnica TR é uma modificação da SFL. Essencialmente, uma sutura
36 multifilamentar trançada de poliéster (FiberTape, Arthrex Inc., Nápoles, Flórida) é usada ao
37 invés do nylon e é ancorada ao fémur e à tibia com botões de sutura (Cook 2010c). A

1 vantagem desta técnica é que o material de sutura é ancorado em pontos mais isométricos,
2 permitindo assim uma amplitude de movimento mais normal, mantendo a estabilidade do
3 joelho. A desvantagem dessa técnica é que o uso de uma grande sutura trançada aumenta
4 substancialmente o risco de infecção grave (DeCamp et al. 2016). Um túnel ósseo é
5 perfurado no aspecto caudal do côndilo femoral lateral, imediatamente distal a articulação
6 fabelofemoral, no sentido craniomedial. A perfuração emerge na diáfise femoral medial,
7 cranial à patela. O túnel tibial origina-se no aspecto caudal do sulco do músculo extensor
8 digital comum e sai medialmente na inserção do músculo sartório caudal. Para correta
9 perfuração dos túneis ósseos são utilizados um fio guia e uma broca canulada. A sutura de
10 fita dupla e o botão proximal são então rosqueados de distal a proximal através de uma
11 agulha guia reta pré-acoplada. Uma vez que a sutura e o botão proximal passaram pelos
12 dois túneis ósseos, a agulha é removida e a sutura é puxada para assentar o botão proximal
13 diretamente contra o fêmur medial. O botão distal é então colocado contra a tibia medial e o
14 material de sutura é tensionado primeiro com um tensionador de sutura mecânico e depois
15 amarrado (DeCamp et al. 1996) (figura 7).
16

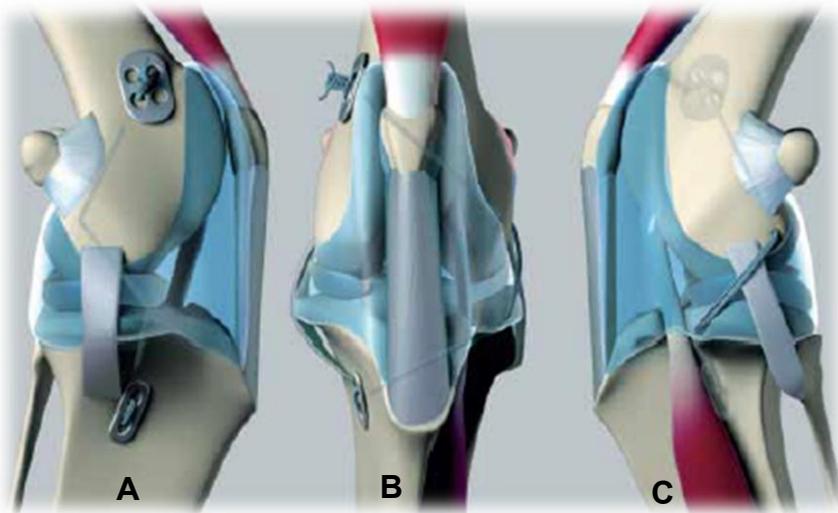


Figura 7. Ilustração medial (A), crânio-caudal (B) e lateral (C) da técnica de “TighRope” (Pozzi et al. 2011, p. 172).

17
18 Este procedimento foi desenvolvido essencialmente como uma alternativa para a
19 correção da rotura do LCCr em cães de grande porte, melhorando as propriedades
20 biomecânicas da SFL, sem a natureza invasiva e taxas de complicações associadas às
21 osteotomias corretivas (Cook 2010c). A técnica TR busca otimizar a estabilização
22 extracapsular empregando fixação osso a osso, a qual fornece maior força e rigidez ao
23 implante. Projetada especificamente para o reparo de roturas do LCCr em cães acima de 18
24 kg, fornece um método consistente para a colocação de implantes de forma isométrica. A

1 estabilização por TR pode ajudar a neutralizar o teste de compressão tibial, a gaveta cranial
2 e a rotação interna, ao mesmo tempo em que proporciona uma amplitude de movimento
3 articular ideal (Arthrex Vet Systems). Segundo um estudo feito com 47 cães acima de 21 kg,
4 por Cook (2010c), a técnica de TR proporcionou um resultado clínico semelhante com
5 menos complicações que TPLO.

6 No pós-operatório é recomendado repouso e restrição total de exercícios por oito
7 semanas, seguido de um aumento gradual da atividade nas próximas quatro semanas. A
8 maioria dos animais suporta parcialmente o peso na primeira semana e consegue caminhar
9 confortavelmente, com uma leve claudicação, à terceira e quarta semana (DeCamp et al.
10 1996).

11 12 **4.4.2.2. Osteotomias Corretivas**

13
14 As técnicas extra-articulares eliminam, no entanto não limitam, a rotação interna da
15 tibia durante a flexão do joelho, isso altera a cinética normal do joelho mediante aumento da
16 compressão das superfícies articulares. Este aumento, por sua vez, pode promover lesão da
17 cartilagem articular e dos meniscos. Para driblar essas limitações, foram introduzidas novas
18 abordagens terapêuticas para correção da rotura do LCCr, as osteotomias corretivas. Ao
19 contrário das abordagens prévias, as osteotomias não tentam restabelecer a função do
20 LCCr, mas sim proporciona estabilidade funcional durante a sustentação do peso, pela
21 redução do impulso tibial cranial (Dejardin 2007).

22 23 **4.4.2.2.1. “Avanço da Tuberosidade Tibial” (TTA)**

24
25 A TTA tem um conceito relativamente simples para alterar o ponto tibial de fixação
26 do ligamento patelar e assim modificar o ângulo do ligamento patelar relativamente ao
27 *plateau* tibial (Kowaleski et al. 2018). Este conceito envolve uma osteotomia da porção que
28 não suporta peso na tibia e procura eliminar a compressão tibial posicionando o tendão
29 patelar perpendicularmente às forças de deslocamento do joelho (Brown et al. 2015).
30 Durante a sobrecarga do membro, pela sustentação de peso, cria-se uma força através do
31 membro, em direção ao metatarso e ao tarso, que leva à reação do tendão do músculo
32 gastrocnêmio e gera uma segunda força, a qual mantém a estabilidade do tarso no ângulo
33 de sustentação de peso (135°).

34 Há uma força vetor (soma das forças resultantes) no tarso que gera uma força
35 simultânea no ligamento patelar, necessária à estabilização do joelho. A combinação dessas
36 forças no joelho resulta em outra força vetor que, no ângulo de 135°, coloca-se num plano
37 quase paralelo ao ligamento patelar. Essa é a força tibiofemoral ao longo da articulação do

1 joelho, durante a sustentação normal de peso. Se a inclinação do *plateau* tibial não estiver
2 anatomicamente orientada de forma perpendicular ao ligamento patelar durante a
3 sustentação de peso, a força vetor não irá sobrepor a força compressiva tibiofemoral normal
4 de sustentação de peso. A força de deslocamento tibiofemoral (orientada na direção da
5 gaveta cranial ou deslocamentotibial cranial) é contida pelo LCCr íntegro (Schulz et al.
6 2019).

7 A TTA objetiva, através da alteração da geometria óssea, restaurar a estabilidade
8 dinâmica em joelhos com rotura do LCCr, reduzindo o ângulo formado entre o ligamento
9 patelar e *plateau* tibial. Nesta técnica cirúrgica a estabilidade é atingida através da
10 osteotomia da tuberosidade tibial e avanço cranial do fragmento ósseo. A magnitude do
11 avanço é baseada no APT pré-operatório e depende do tamanho dos espaçadores
12 colocados no espaço da osteotomia (Guerrero et al. 2011) (figura 8).

13

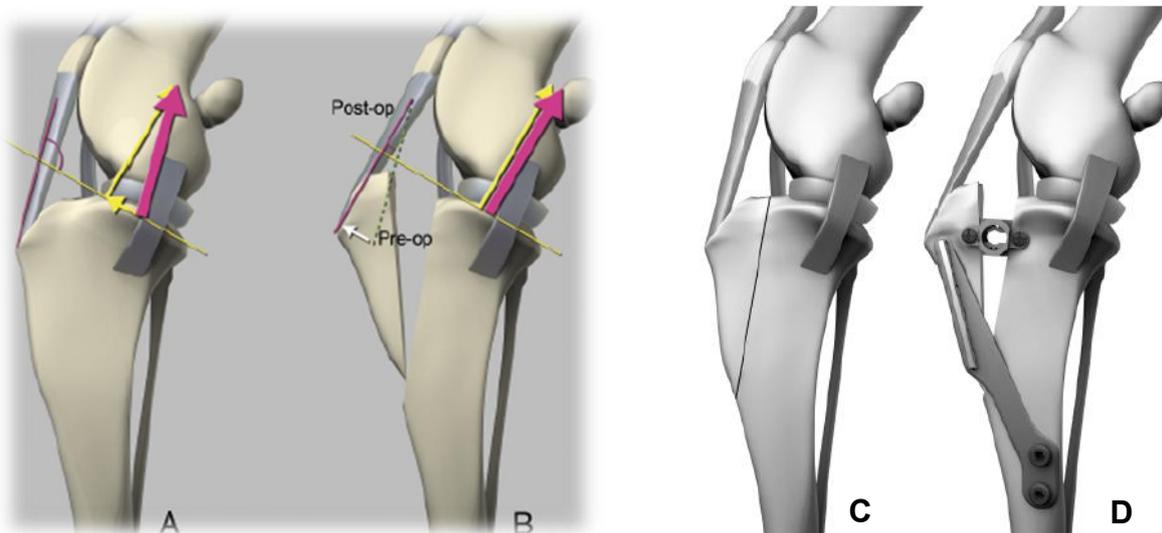


Figura 8. Teoria da TTA. Durante a sustentação do peso, a força de reação da articulação (seta rosa) é aproximadamente paralela ao tendão patelar, não ao eixo longo da tibia. No joelho com rotura do LCCr (A), a força de reação da articulação pode ser decomposta em um componente de deslocamento tibiofemoral direcionado cranialmente e uma força compressiva articular (setas amarelas). Ao avançar a tuberosidade tibial cranialmente, o tendão patelar fica perpendicular ao *plateau* tibial durante a fase de apoio da marcha (B). A força de reação articular torna-se perpendicular ao *plateau* tibial durante a sustentação do peso e, portanto, o impulso tibial cranial é eliminado. (C) ilustra a posição da osteotomia e (D), o resultado pós-operatório (Kim et al. 2008, p. 114).

14

15 A TTA foi desenvolvida com base em estudos biomecânicos que demonstraram
16 que a força compressiva tibiofemoral é igual à força exercida pelo tendão patelar, o que
17 resulta em uma força de deslocamento tibiofemoral. A força de deslocamento altera a sua
18 direção mediante a posição articular e quando em extensão, direciona-se cranialmente e em
19 flexão, caudalmente. A magnitude e direção da força de deslocamento tibiofemoral são
20 determinadas pelo ângulo do tendão patelar (ATP). O conceito proposto para a TTA, no cão,

1 consiste no avanço da tuberosidade da tíbia e na alteração da direção da força do tendão
2 patelar, mudando o ATP para uma posição neutra ou direcionando a força de deslocamento
3 tibiofemoral caudalmente durante a fase de apoio e carga (Montavon et al. 2002; Tepic et al.
4 2002). Na fase de apoio, onde o ângulo de extensão do joelho é de 135°, o ângulo entre o
5 tendão patelar e o *plateau* tibial é de aproximadamente 105° (Tepic et al. 2002; Kim et al.
6 2008). Realizando-se a redução deste ângulo para 90°, consegue-se estabilizar o joelho
7 com rotura do LCCr (Tepic et al. 2002; Apelt et al. 2007; Kipfer et al. 2008; Kim et al. 2009).

8 O planeamento cirúrgico da TTA é baseado na avaliação radiográfica da
9 conformação do *plateau* tibial em relação à posição do tendão patelar. Para o
10 posicionamento radiográfico lateral, a articulação do joelho deve ser mantida em 135° de
11 extensão, enquanto a articulação talocrural é mantida em 145°. O feixe radiográfico deve ser
12 direcionado para o centro da articulação do joelho. A escolha destes ângulos para avaliação
13 do ATP no planeamento pré-cirúrgico, reflete os ângulos da fase intermediária da marcha,
14 conforme determinado por análise cinemática. A técnica cirúrgica é projetada para mover a
15 inserção do tendão patelar e a crista da tíbia cranialmente para reduzir o ATP para um
16 máximo de 90° com o *plateau* tibial (Apelt et al. 2007). A técnica só é indicada para
17 pacientes com APT de até 24°, mas alguns cirurgiões realizam-no com qualquer ângulo
18 (Ferrigno et al. 2009).

19 O paciente tende a apoiar o membro em curto período após a cirurgia, exceto se
20 ocorrer alguma complicação (Ferrigno et al. 2009). Dentre as complicações há uma
21 prevalência de 2,3% a 26,1% de complicações maiores e de 7,6% a 37% de complicações
22 menores sendo a taxa de re-operação de 9,8% (Lafaver et al. 2007; Stein and Schmoekel
23 2008; Voss et al. 2008; Steinberg et al. 2011). Os problemas mais comuns relatados nestes
24 estudos incluem lesões meniscais pós-cirúrgicas, fraturas da tuberosidade da tíbia (com ou
25 sem falha do implante), infeção, luxação medial de patela e fratura da tíbia. Muitas destas
26 complicações foram relacionadas com falhas técnicas cirúrgicas, principalmente o avanço
27 insuficiente e fixação inadequada da osteotomia.

28 Os principais erros técnicos cirúrgicos identificados incluem: (a) fragmento de
29 osteotomia muito pequeno (osteotomia da tuberosidade da tíbia alinhada muito
30 cranialmente); (b) osteotomia cortada muito baixa, ou seja, no mesmo nível das inserções
31 distais do parafuso, o que pode resultar num aumento da tensão e levar à fratura da tíbia
32 nesse local; (c) não permitir o deslocamento proximal da tuberosidade com avanço,
33 resultando em deslocamento distal da patela; (d) desalinhamento da tuberosidade no plano
34 frontal medialmente (mais comum) ou lateralmente, predispondo a uma luxação patelar; (e)
35 orientar a placa para que os garfos fiquem muito longe da margem principal do osso,
36 resultando em má fixação nessa área de ossos mais finos; (f) orientar a placa de modo que,

1 após o avanço, a extremidade distal fique caudal no eixo da tíbia (Lafaver et al. 2007; Stein
2 and Schmoekel 2008).

3 A consolidação óssea, avaliada por radiografias, ocorre geralmente entre a oito e
4 10 semanas de pós-operatório. Os resultados mostram melhoria acentuada dentro de três
5 meses de pós-operatório. O acompanhamento a longo prazo apresentado pela literatura
6 limita-se à média de oito a nove meses de pós-operatório, mas independentemente dessa
7 limitação, os donos do cão consideram como bom a excelente o retorno funcional do
8 membro em mais de 90% dos casos (Hoffmann et al. 2006; Stein and Schmoekel 2008).

9 A execução de técnica perfeita e o repouso pós-operatório reduzem o índice de
10 complicações. As vantagens da técnica são o rápido retorno à função, o tempo cirúrgico
11 relativamente curto e a manutenção da relação da articulação fêmoro-tibial, já que não se
12 altera o *plateau* tíbia (Ferrigno et al. 2009). Segundo Guerrero et al. (2011) a TTA diminui a
13 pressão retropatelar em até 20% e pode aliviar a dor e diminuir a progressão da
14 degenerescência da cartilagem neste ponto.

15
16

17 **4.4.2.2. Osteotomia de Nivelamento do *Plateau* Tibial (TPLO)**

18

19 A TPLO tem como objetivo promover a estabilidade articular dinâmica durante a
20 fase de apoio da marcha reduzindo a inclinação do *plateau* tibial. Proposta por Slocum and
21 Slocum em 1993, a TPLO envolve a realização de osteotomia da tíbia proximal com rotação
22 subsequente do segmento proximal para permitir manipulação precisa da inclinação do
23 *plateau* tibial (Slocum and Slocum 1993) (figura 9).

24

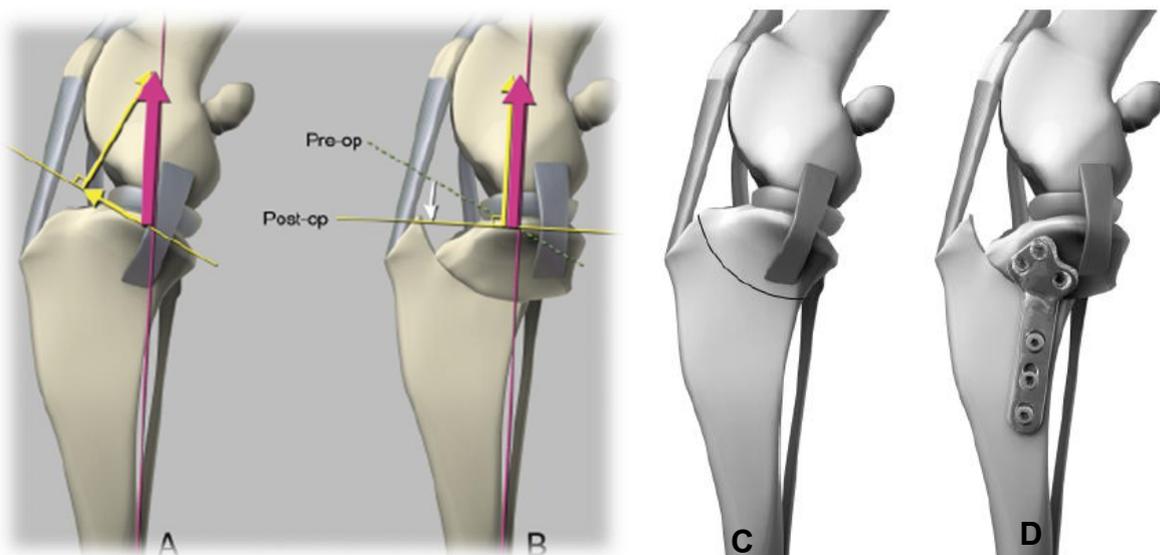


Figura 9. Teoria da TPLO. Durante a sustentação do peso a força de reação da articulação (seta rosa) é aproximadamente paralela ao eixo longitudinal da tíbia. No joelho com rotura do LCCr (A), a

força de reação da articulação pode ser decomposta em um componente de deslocamento tibiofemoral direcionado cranialmente (paralelo ao *plateau* tibial) e uma força articular compressiva (perpendicular ao *plateau* tibial). Com o nivelamento do *plateau* tibial (B), a força de reação da articulação passa a ser perpendicular ao *plateau* tibial e o impulso tibial cranial é eliminado. (C) ilustra a posição da osteotomia e (D), o resultado pós-operatório (Kim et al. 2008, p. 113).

1 Com base no raio da osteotomia e no APT pré-operatório, a quantidade exata de
2 rotação do segmento proximal é calculada para atingir um ângulo pós-operatório de 5°. O
3 procedimento é realizado por acesso medial da tíbia proximal. Uma lâmina de serra birradial
4 é usada para criar uma forma de osteotomia crescente; a compressão da osteotomia resulta
5 em completa congruência, pois as arestas interna e externa da lâmina da serra têm o
6 mesmo diâmetro. O pino de "Jig" é aplicado medialmente e mantém o alinhamento dos
7 segmentos ósseos, permitindo a rotação precisa da região proximal (Dejardin 2007).

8 A osteotomia deve estar centrada sobre os tubérculos intercondilares para assim
9 garantir rotação precisa e manter osso suficiente no segmento proximal para uma adequada
10 fixação da osteotomia (Djardin et al. 2007). O posicionamento impreciso da osteotomia pode
11 resultar em falha do nivelamento do *plateau* tibial e em complicações, como deformidades
12 angulares e rotacionais e fratura da tuberosidade da tíbia (Kowaleski et al. 2005).

13 Estudos biomecânicos demonstraram que, após rotação do *plateau* tibial, a força
14 de deslocamento tibiofemoral muda de cranial para caudal quando a carga é colocada sobre
15 o membro (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002). Assim, postulou-se que a estabilidade
16 articular depende da neutralização do deslocamento caudal da tíbia pelo LCCd após a TPLO
17 (Warzee et al. 2001). O APT pós-operatório ideal ainda é um assunto controverso. Estudos
18 "in vitro" demonstraram que o impulso tibial cranial é efetivamente neutralizado a um ângulo
19 médio de 6,5° (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002). Resultados satisfatórios de TPLOs com
20 rotações insuficientes, indistinguíveis dos resultado de cães que tiveram APTs "ótimos" no
21 pós-operatório, podem ser indicativos de que a eliminação completa do impulso tibial cranial
22 "in vivo" pode ser atingida em uma ampla gama de ângulos. Os APTs ideais podem variar
23 entre raças ou mesmo entre cães. Joelhos afetados cronicamente podem não requerer tanta
24 rotação quanto os joelhos com rotura aguda, pois a fibrose peri articular pode contribuir
25 substancialmente para a estabilidade articular (Piermattei et al. 2009). Alternativamente, a
26 presença de impulso tibial cranial residual, pós TPLO, pode não resultar em claudicação
27 (Slocum and Slocum 1993).

28 Os resultados apresentados para cães tratados com TPLO são encorajadores. A
29 avaliação subjetiva da função do membro sugere retorno mais cedo ao suporte de peso
30 após TPLO do que quando comparado com as formas intra e extracapsulares de
31 estabilização (Kim 2008). No estudo original de Slocum and Slocum (1993), que incluiu 394
32 cães, as avaliações de acompanhamento com 46 meses após a cirurgia mostraram
33 resultados excelentes para 73% e bons para 21% dos casos. Outro estudo com

1 acompanhamento de 6 meses a 4 anos relata que 93% dos donos dos cães estavam
2 satisfeitos com o resultado após TPLO, o que é semelhante à proporção de satisfação dos
3 donos após outras técnicas (Kim et al. 2008).

4 Um estudo clínico prospectivo, com labradores com rotura do LCCr, comparou a
5 função do membro usando análise da marcha sobre plataforma de força após estabilização
6 articular com SFL, estabilização intracapsular e TPLO. Não foram encontradas diferenças de
7 forças de reação do solo entre os cães submetidos a TPLO e cães tratados com SFL, dois e
8 seis meses após a cirurgia, sendo que a TPLO e a SFL foram superiores a estabilização
9 intracapsular (Conzemius et al. 2005).

10 A progressão da osteoartrite em joelho de cães submetidos a TPLO é motivo de
11 estudo. Um estudo radiográfico prospectivo com 40 cães mostrou significativo aumento de
12 osteófitos seis meses após TPLO, porém a progressão da osteofitose não foi evidente na
13 maioria dos cães (57,5%) e os parâmetros radiográficos da osteoartrite melhoraram em dois
14 cães (Rayward et al. 2004). As alterações radiográficas a longo prazo após TPLO e SFL
15 revelaram que a TPLO não impediu a evolução da osteoartrite, porém a sua taxa de
16 progressão foi três vezes menor quando comparada com a SFL (Lazar et al. 2005). Estudos
17 avaliando a eficácia da TPLO com base na avaliação radiográfica da osteoartrite devem ser
18 interpretados com cautela, pois as alterações de tecidos moles (cartilagem, membrana
19 sinovial e meniscos) não são facilmente identificáveis com esta modalidade de imagem e as
20 alterações radiográficas da osteoartrite não são preditivas da função do membro (Gordon et
21 al. 2003).

22 Inúmeras complicações intra e pós-operatórias foram relatadas em cães
23 submetidos a TPLO (Kim et al. 2008). A taxa geral de complicações relatadas com mais
24 frequência está entre 25 e 34%, com fratura da tuberosidade da tibia, fraturas tibiais
25 diafisárias, fraturas fibulares, falha do implante, tendinite patelar, subsequente lesão
26 meniscal após TPLO e infeção (Priddy et al. 2003, Kergosien et al. 2004; Bergh et al. 2008;
27 Bergh and Peirone 2012).

28 A fratura da tuberosidade tibial ocorre em aproximadamente 4% dos casos de
29 TPLO, sendo a maioria (40%) relacionada com TPLOs bilaterais simultâneas. As TPLOs
30 bilaterais, realizadas na mesma sessão, resultaram em uma possibilidade 12,4 vezes maior
31 de fratura da tuberosidade tibial do que TPLOs unilaterais (Bergh et al. 2008). Fraturas da
32 tuberosidade da tibia podem ser causadas pelo aumento de tensão no local da colocação do
33 fio de Kirschner usado para manter a rotação do *plateau* tibial ou devido a uma osteotomia
34 posicionada cranialmente, a qual deixa um estreito istmo da tuberosidade tibial (Priddy et al.
35 2003). Segundo Bergh et al. (2008) o aumento de 1mm no istmo da tuberosidade tibial
36 diminui em 37% a probabilidade de fraturas nesse local. A maioria dessas fraturas apresenta
37 deslocamento mínimo e não requer nova intervenção cirúrgica (Kergosien et al. 2004).

1 Fraturas diafisárias da tíbia ocorrem em até 9% dos procedimentos de TPLO e são
2 consideradas uma complicação importante, pois muitas vezes requerem estabilização
3 interna ou externa. O principal fator de risco associado às fraturas diafisárias da tíbia está na
4 utilização de um pino de “Jig” de tamanho grande em relação ao porte do paciente ou
5 posicionamento do pino de “Jig” de forma excêntrica na diáfise tibial, próximo ao córtex
6 tibial. Traumatismo direto na tíbia após cirurgia também pode causar este tipo de fratura
7 (Bergh and Peirone 2012).

8 O desenvolvimento de fraturas fibulares pode ocorrer durante (0,1 a 2,4%) ou após
9 a cirurgia (0,4 a 15%) de TPLO (Priddy et al. 2003; Fitzpatrick and Solano 2010; Gatineau et
10 al. 2011). No trans-cirúrgico, normalmente ocorre durante a rotação do *plateau* tibial, se
11 existir uma sinostose ou anquilose entre a cabeça fibular e o aspeto lateral do *plateau* tibial
12 (Taylor et al. 2011). No pós-operatório está associada à falha concomitante do implante,
13 falha de fixação, má união, união retardada, trauma e/ou aumento da tensão colocada na
14 porção proximal da fíbula após rotação do *plateau* tibial. Excesso de peso corporal do
15 paciente, APT pré-operatório elevado, rotações maiores do *plateau* e realização de TPLO
16 sem o uso de “Jig” são fatores de risco para fraturas fibulares (Priddy et al. 2003; Conkling et
17 al. 2010).

18 As complicações relacionadas com os implantes ocorrem em menos de 10% de
19 todos os procedimentos de TPLO (Priddy et al. 2003; Gatineau et al. 2011). A colocação
20 indevida de fio de Kirschner ou parafuso intra-articular pode causar danos significativos à
21 cartilagem articular e resultar em claudicação intermitente, principalmente se o problema
22 não é abordado imediatamente (Priddy et al. 2003). Deve ser tomado um cuidado especial
23 ao moldar placas ósseas que apresentam ângulos estáveis fixação do parafuso, pois isso
24 pode direcionar o parafuso proximalmente para a articulação. Radiografias pós-operatórias
25 devem ser cuidadosamente avaliadas e se houver suspeita de um parafuso intra-articular, o
26 paciente deve retornar imediatamente à cirurgia para o redirecionamento do parafuso ou
27 colocação de um parafuso mais curto. Quebra de brocas e fios de Kirschner que não violem
28 o espaço articular, normalmente não causam problemas e, portanto, não precisam ser
29 removidos (Priddy et al. 2003; Bergh and Peirone 2012). Um pequeno número de fios anti
30 rotacionais de Kirschner que são deixados no lugar acabam por afrouxar e migrar ao longo
31 do tempo e, posteriormente, exigem cirurgia para serem removidos (Fitzpatrick and Solano
32 2010; Gatineau et al. 2011).

33 Os implantes podem falhar no pós-operatório por dobrar, quebrar ou afrouxar. O
34 alinhamento do membro e a cicatrização da osteotomia devem ser cuidadosamente
35 avaliados no momento do diagnóstico, pois nem todas as falhas dos implantes requerem
36 reoperação (Conkling et al. 2010). Além de falha do implante, as indicações para remoção
37 incluem infecção associada ao implante, inflamação local e remoção eletiva durante

1 tratamento subsequente de lesões meniscais ou realização de TPLO contralateral. Implantes
2 são declaradamente removidos em 2,7 a 4,8% dos procedimentos de TPLO (Fitzpatrick and
3 Solano 2010; Thompson et al. 2011).

4 O espessamento do tendão patelar ocorre em 80 a 100% dos procedimentos de
5 TPLO. A tendinite patelar pode estar associada a dor e claudicação e resolve-se com a
6 administração de anti-inflamatórios não esteroidais. Acredita-se que essa complicação
7 venha de trauma no ato cirúrgico, aumento da tensão no tendão patelar por alteração da
8 biomecânica após a TPLO ou atividade excessiva do paciente no período pós-operatório
9 (Mattern et al. 2006).

10 Erros na abordagem ou técnica cirúrgica podem levar a traumas desnecessários
11 dos tecidos moles, incluindo laceração de vasos sanguíneos, do tendão patelar, do
12 ligamento colateral medial e do tendão do músculo extensor digital longo. Hemorragia
13 intraoperatória significativa associada à laceração de artéria poplítea ou artéria tibial cranial
14 foi relatada em menos de 1% das TPLOs. Quando a hemorragia, venosa ou arterial, for
15 encontrada, pode ser grave e deve ser controlada com pressão digital, agentes de
16 coagulação, ligadura ou uma combinação destes (Bergh and Peirone 2012). Para reduzir
17 essa complicação específica, a descrição original da técnica de TPLO preconiza o
18 isolamento da tibia proximal, colocando gaze entre a tibia e o músculo poplítea (Slocum and
19 Slocum 1993). Embora se mostre eficaz, essa elevação dos tecidos moles pode provocar
20 luxação do tendão do músculo extensor digital longo no pós-operatório e retenção
21 inadvertida de esponjas, ou parte delas, resultando em reação de corpo estranho incluindo
22 infecção ou a formação de um área de drenagem (Bergh and Peirone 2012).

23 Inchaço, hematoma e seroma podem ocorrer num curto período de tempo após a
24 cirurgia. Geralmente estas complicações são consideradas menores, pois não requerem
25 procedimentos cirúrgicos adicionais, embora causem significativa morbidade aos pacientes,
26 como dor e claudicação. A aplicação pós-operatória de uma bandagem de Robert-Jones
27 modificada mostrou-se ineficaz na redução do inchaço dentro de 24 horas de pós-operatório
28 de TPLO, porém o uso intermitente de compressa fria mostrou efeito positivo no conforto do
29 paciente, diminuição da claudicação, do inchaço e aumento da amplitude de movimento do
30 joelho após TPLO (Bergh and Peirone 2012).

31 As taxas de infecção relatadas após TPLO variam de 0,8 a 14,3% e são geralmente
32 maiores do que o esperado para cirurgias limpas (1,5 a 2,6%) (Priddy et al. 2003; Conkling
33 et al. 2010; Cook et al. 2010d; Fitzpatrick and Solano 2010). A causa para a maior taxa de
34 infecção é provavelmente multifatorial. Excessiva dissecação dos tecidos moles, aumento do
35 tempo anestésico, propriedades da superfície dos implantes e pobre cobertura tecidual e
36 vascular da região proximal medial da tibia podem ser razões para o aumento das taxas de
37 infecção após TPLO (Cook et al. 2010d; Bergh and Peirone 2012).

1 Infecções de tecidos moles podem levar a osteomielite se não tratadas (Thompson
2 et al. 2011). A fim de diminuir o risco de infecção pós-operatória, Bergh and Peirone (2012),
3 recomendam o uso rigoroso de técnica cirúrgica asséptica, administração pré-operatória de
4 antibióticos de amplo espectro e o adiamento da cirurgia para pacientes com piodermite
5 presente na região da cirurgia. Muitas infecções de tecidos moles podem ser tratadas com
6 sucesso com antibioterapia isolada baseando-se em testes de cultura e sensibilidade
7 (Fitzpatrick and Solano 2010; Gatineau et al. 2011). Embora a terapia antibacteriana não
8 seja indicada no pós-operatório de procedimentos cirúrgicos limpos, a administração de
9 antibióticos pós-operatórios demonstrou ser uma proteção contra o desenvolvimento de
10 infecção em cães submetidos a TPLO (Fitzpatrick and Solano 2010; Gatineau et al. 2011).

11 O deslocamento interno da tibia, conhecido como "*Pivot Shift*", pode ocorrer após a
12 TPLO e caracteriza-se pela rotação interna descontrolada da tibia durante a fase de apoio
13 da marcha. As causas dessa complicação ainda não foram totalmente investigadas, no
14 entanto, foi levantada a hipótese de ser uma consequência de torção tibial, deformidade
15 angular, rotação interna excessiva da tibia ou uma combinação desses fatores (Schulz 2007;
16 Boudrieau 2009; Gatineau et al. 2011). Um estudo retrospectivo realizado por Gatineau et al.
17 (2011), avaliou 476 procedimentos de TPLO e identificou a prevalência de "*Pivot Shift*" em
18 3,2% dos pacientes, sendo que aqueles submetidos a meniscectomia medial no momento
19 da TPLO estavam em maior risco. Segundo os autores, é possível que esse resultado
20 indique a importância do menisco intacto na manutenção da estabilidade articular. O
21 fortalecimento de estabilizadores secundários da articulação do joelho pode desempenhar
22 um papel importante na resolução desta complicação (Gatineau et al. 2011).

23 Outra alteração pouco esclarecida, é a mudança no APT durante a cicatrização
24 óssea, após a TPLO. Esta observação sugere que o movimento do segmento do *plateau*
25 tibial ocorre ao longo do local da osteotomia e determina-se como perda secundária de
26 redução (também conhecida como *Rock Back* ou remodelação da placa subcondral do
27 *plateau* tibial medial. É provável que a alteração do APT durante a cicatrização óssea seja
28 um processo mecânico e não biológico, visto que a remodelação da placa subcondral é
29 improvável (Moeller et al. 2010). O movimento do *plateau* tibial ao longo do local da
30 osteotomia implica que pode ocorrer falha na fixação durante a cicatrização e resultar em
31 perda secundária de redução. Uso de parafusos bloqueados na TPLO resulta em menos
32 alterações no APT e melhor cicatrização da osteotomia quando comparados com os
33 parafusos convencionais (Conkling et al. 2010). Este resultado foi corroborado por
34 Kowaleski et al. (2013), que avaliou resultados e complicações da TPLO realizada por
35 cirurgiões experientes e com uso de placa óssea bloqueada de contorno anatómico. Neste
36 estudo, a média da alteração do APT foi de $0,15 \pm 1,32^\circ$ e a média da cicatrização óssea foi
37 de quatro semanas, representando excelente união com 75% de cicatrização óssea. A

1 magnitude da mudança do APT é pequena e, portanto, provavelmente não altera a eficácia
2 teórica da TPLO para neutralizar o impulso tibial cranial. Segundo Conkling et al. (2010), a
3 alteração do APT durante a cicatrização óssea observado é de $1,5 \pm 2,2^\circ$, com variação de 3
4 a 9° .

20 **II. RELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DO *PLATEAU* TIBIAL PRÉ-OPERATÓRIO,** 21 **PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO, PESO CORPORAL E SUA ALTERAÇÃO** 22 **DURANTE A CICATRIZAÇÃO ÓSSEA APÓS TPLO EM CÃES**

24 **1. INTRODUÇÃO**

26 A rotura do LCCr ocorre quando a resistência ligamentar à tensão é superada
27 pelas forças articulares excessivas ou pelo enfraquecimento degenerativo. A perda do LCCr
28 confere ao joelho deslocamentotibial cranial, rotação interna excessiva da tibia e
29 hiperextensão articular. Durante a sustentação de peso, as forças reacionais basais
30 resultantes e as forças musculares extensoras (quadríceps e gastrocnémio) geram forças
31 compressivas ao longo da tibia. Devido à inclinação caudo-distal do *plateau* tibial, a
32 compressão tibial gera, durante o suporte de peso ou teste de compressão tibial, a força de
33 deslocamento orientada no sentido cranial na tibia, que induz a deslocamentotibial na
34 mesma direção (impulso tibial cranial) em joelhos com rotura do LCCr. O impulso tibial
35 cranial é antagonizado pelo LCCr e presumivelmente pela tração caudal dos músculos do
36 bíceps e posteriores da coxa na porção proximal da tibia. Consequentemente, a magnitude

1 do impulso tibial cranial depende do grau das forças reacionais basais e das forças
2 musculares extensoras, sendo ampliada por ângulos maiores de inclinação do *plateau* tibial
3 (Morris and 2001).

4 A TPLO foi desenvolvida como uma amargem alternativa que tenta estabilizar
5 a articulação do joelho, eliminando o impulso tibial cranial (Slocum and Slocum 1993). Foi
6 relatado por Warzee et al. (2001) e Reif et al. (2002), que o deslocamento cranial da tibia
7 aumenta com a acentuação do declive do *plateau* tibial; por outro lado, a deslocamento tibial
8 cranial reduz com a diminuição da inclinação do *plateau* tibial e é convertida em um impulso
9 tibial caudal se o declive tibial é nivelado. A magnitude do impulso tibial caudal é também
10 dependente do ângulo de inclinação do *plateau* tibial (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002).
11 Segundo modelo experimental em cadáver realizado por Warzee et al. (2001) o ponto de
12 transição da deslocamento tibial cranial para caudal ocorre com um APT de
13 aproximadamente 6,5°. A TPLO tem como objetivo converter a deslocamento tibial cranial
14 em deslocamento tibial caudal, através de uma osteotomia da região proximal da tibia que
15 altera a inclinação do *plateau* tibial. A integridade do LCCd proporciona estabilidade
16 funcional à articulação do joelho durante a sustentação do peso após a TPLO (Slocum and
17 Slocum 1993). Segundo Warzee et al. (2001) e Reif et al. (2002), a quantidade de rotação
18 do *plateau* tibial deve atingir um APT final de 5°, restabelecendo assim a estabilidade da
19 articulação do joelho e minimizando a deslocamentocaudal da tibia. Um APT inferior a 5°
20 pode colocar uma tensão excessiva no LCCd e predispor a lesão desse ligamento (Warzee
21 et al. 2001; Reif et al. 2002).

22 O procedimento de TPLO depende da medição do APT inicial para, em seguida,
23 calcular a quantidade de rotação necessária para atingir um ângulo final de 5 a 6,5°. A
24 precisão da medição inicial do APT afeta diretamente a inclinação final do *plateau* tibial
25 obtida com a TPLO (Fettig et al. 2003). Sabe-se também que o APT atingido no pós-
26 operatório imediato pode sofrer alterações até a consolidação da osteotomia da TPLO. Esse
27 fenômeno tem sido denominado "*Rock Back*" (Bergh et al. 2008; Taylor et al. 2011) e é
28 definido por Moeller et al. (2010) como o movimento do segmento do *plateau* tibial que
29 ocorre ao longo da linha de osteotomia. Segundo Bergh et al. (2008) e Taylor et al. (2011) a
30 alteração no APT durante a cicatrização óssea não tem as suas causas totalmente
31 definidas, enquanto Moeller et al. (2010) sugere que seja um processo mecânico
32 determinado pela perda secundária de redução.

33 O movimento do *plateau* tibial ao longo do local da osteotomia implica uma
34 possibilidade de ocorrência de falha na fixação durante a cicatrização e em perda
35 secundária de redução. O uso de parafusos bloqueados na TPLO resulta em menos
36 alterações no APT e melhor cicatrização da osteotomia quando comparados com os
37 parafusos convencionais (Conkling et al. 2010). Este resultado foi corroborado por

1 Kowaleski et al. (2013), que avaliou os resultados e as complicações da TPLO quando
2 realizada por cirurgiões experientes e com uso de placa óssea bloqueada de contorno
3 anatómico. Neste estudo, a média da alteração do APT foi de $0,15 \pm 1,32^\circ$ e a média da
4 cicatrização óssea foi de quatro semanas, representando excelente união com 75% de
5 cicatrização óssea. A medição do APT está sujeita a variabilidade causada pela dificuldade
6 na seleção dos pontos de referência anatómica ao longo do *plateau* tibial e que, por sua vez,
7 se altera mediante o grau de DAD presente (Fettig et al. 2003).

9 **2. OBJETIVOS**

11 Trabalho apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de
12 Lisboa (FMV ULisboa) para obtenção do grau de Mestre e, conseqüentemente, a
13 equivalência da Licenciatura em Medicina Veterinária, obtida no Brasil, em 2012, pela
14 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
15 Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), campus de Jaboticabal, São Paulo.

16 Os objetivos do presente estudo são avaliar a presença e dimensão da alteração
17 do APT durante a cicatrização óssea em cães com rotura do LCCr e determinar a sua
18 correlação com o APT pré-operatório, pós-operatório imediato e com a carga articular
19 exercida pelo peso do paciente durante o processo de consolidação óssea da TPLO.

22 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

24 A execução prática do presente trabalho realizou-se no Hospital Veterinário
25 Governador Laudo Natel da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade
26 Estadual Paulista (FCAV/UNESP), sob orientação do Professor Doutor Bruno Watanabe
27 Minto, com a colaboração da equipa de Pós Graduação em Ortopedia e Neurocirurgia
28 Veterinária da acima referida Universidade e com a Coorientação do Professor Doutor José
29 Paulo Pacheco Sales Luís, Professor Doutor da Faculdade de Medicina Veterinária da
30 Universidade de Lisboa (FMV ULisboa).

31 O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: na primeira, fez-se o levantamento das
32 fichas radiográficas de todos os pacientes que nos últimos três anos passaram por cirurgia
33 de TPLO. Dos 45 casos registados, foram considerados 32 para integrar o trabalho. Foram
34 excluídos os casos com idade inferior a 1,5 anos, que pesavam menos de 20 kg e que não
35 tinham arquivo radiográfico completo ou imagens apropriadas para medição do APT. Três
36 grupos de imagens foram criados: pré-cirúrgico (APT1), pós-cirúrgico imediato (APT2) e
37 após consolidação da osteotomia de TPLO (APT3). Para avaliar a consolidação da

1 osteotomia foram analisadas as projeções crânio-caudais e latero-laterais e foram
2 consideradas consolidadas quando as corticais ósseas estavam visualmente unidas, como
3 normalmente é feito na rotina clínica hospitalar.

4 Na segunda etapa, realizou-se a técnica de TPLO em 18 joelhos de cadáveres de
5 cão. Foram utilizados nove cadáveres, com peso entre 20 e 35 kg, machos e fêmeas, com
6 raças variadas. A idade e a causa do óbito eram desconhecidas e todos os animais
7 apresentavam integridade bilateral do LCCr. A TPLO foi realizada em ambos os joelhos de
8 cada cão. Todos os procedimentos foram realizados da mesma maneira, com o auxílio de
9 dois ou três estudantes de Pós-Graduação do Serviço de Ortopedia e Neurocirurgia da
10 FCAV/UNESP. Foram realizadas radiografias latero-laterais e crânio-caudais antes e após
11 cada procedimento; antes para a realização do planejamento cirúrgico e após para a análise
12 crítica da técnica cirúrgica. Em todos os casos realizou-se previamente a miniartrotomia
13 parapatelar medial com o propósito de romper o LCCr íntegro e causar instabilidade
14 articular, confirmada pelos testes de gaveta e compressão tibial positivos.

15

16 3.1. Determinação do Ângulo do *Plateau* Tibial

17

18 Os ângulos do *plateau* tibial foram medidos através das radiografias medio laterais,
19 sendo os membros afetados posicionados com o joelho e o tarso mantidos a 90° de flexão e
20 a tíbia paralela à cassete radiográfica sem rotação femoral ou tibial, para assim facilitar a
21 sobreposição dos côndilos femorais, tibiais e o alinhamento articular.

22 Duas linhas foram traçadas sobre a imagem radiográfica. Uma linha ligando os
23 limites cranial e caudal do côndilo tibial medial e determinava o eixo do *plateau* tibial (figura
24 10).

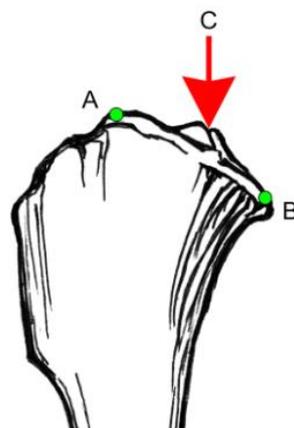


Figura 10. Aspecto medial proximal da tíbia. Extensões cranial (ponto A, imediatamente caudal ao ponto de inserção do LCCr) e caudal (ponto B) do côndilo tibial medial: pontos de referência para traçar a linha do *plateau* tibial no plano sagital. Um ponto a meio caminho entre os ápices das 2 eminências intercondilares tibiais (seta vermelha, C) indica o centro da articulação do joelho e é a marca de referência proximal para demarcação do eixo mecânico tibial sagital (Dismukes et al. 2008,

p. 301).

1

2 Uma segunda linha foi traçada para ligar o ponto que divide as eminências
3 intercondilares da tibia (figura 10C) e o centro de rotação do tálus (figura 11C). Esta linha
4 determinou o eixo mecânico da tibia no plano sagital que foi definido pela linha reta formada
5 entre os pontos que indicam o centro da articulação acima e abaixo do osso em questão.

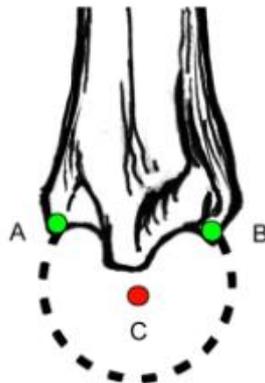


Figura 11. Aspecto medial distal da tibia. O aspecto cranial (ponto A) e caudo-distal (ponto B) representam os pontos de referência para a linha de orientação da articulação tibial distal no plano sagital. O centro do círculo (C) criado pelo tálus, representado pelo círculo de linhas tracejadas, marca a referência distal para demarcação do eixo mecânico tibial sagital (Dismukes et al. 2008, p. 301).

6

7 O APT foi medido na interseção da linha do *plateau* tibial com o eixo mecânico da
8 tibia (figura 12) (Fettig et al. 2003).

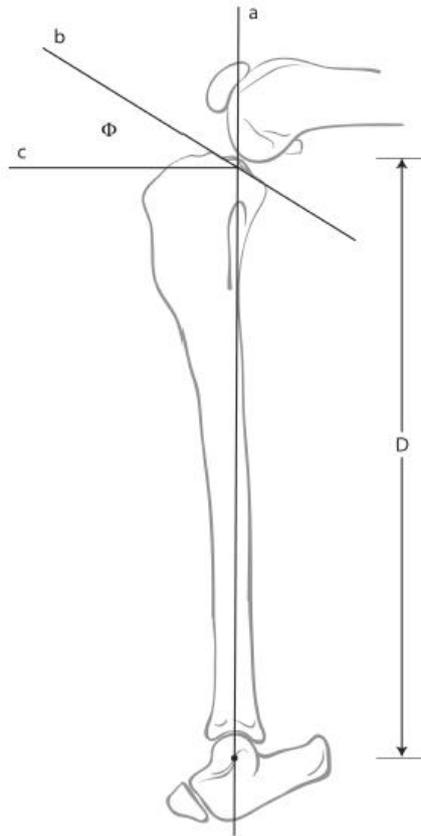


Figura 12. Desenho esquemático da radiografia lateral da tíbia, centrada na articulação do joelho, a partir da qual o ATP é medido (Φ). A linha vertical (a) representa o eixo mecânico da tíbia e foi traçada através do centro das eminências intercondilares tibiais e do centro do tálus; a linha do *plateau* tibial (b) foi traçada através das margens cranial e caudal do *plateau* medial da tíbia; o ATP (Φ) foi medido a partir de uma linha (c) traçada perpendicularmente ao eixo mecânico da tíbia e cruzando a linha que define o *plateau* tibial (b). “D” representa o comprimento do eixo mecânico da tíbia (Fettig et al. 2003, p. 473).

1 Para minimizar erros subjetivos da variabilidade intra e inter-observadores os APTs
 2 foram determinados por três diferentes observadores, os quais fizeram três medições, para
 3 cada grupo de imagens (APT1, APT2 e APT3), com intervalo de três dias entre uma
 4 medição e outra para a mesma imagem. Os observadores avaliaram as imagens de forma
 5 aleatória, sem informações sobre os casos. Além disso, todas as medições foram feitas em
 6 imagens de radiografias digitais utilizando programas computacionais para facilitar e
 7 padronizar a aferição dos APTs (RadiAnt DICOM Viewer 64bit).

8 Em cães nos quais a osteotomia tibial estava particularmente alta e a colocação da
 9 placa impedira a medição do APT pelo método padrão foi utilizado o método tangencial
 10 descrito por Reif et al. (2004). As radiografias foram avaliadas criticamente quanto à
 11 exposição adequada do *plateau* tibial para permitir a aplicação de um dos dois métodos ou
 12 os casos foram descartados do estudo.

13
 14

3.2. Observadores

Três observadores com experiência, tanto com a mensuração quanto com a realização do procedimento, avaliaram as radiografias e realizaram medições da inclinação do *plateau* tibial. Cada observador realizou 3 medições para cada imagem, com intervalo de tempo mínimo de 3 dias entre uma avaliação e outra para a mesma imagem, evitando assim sugestionar a memória na seleção dos pontos de referência anatômica.

3.3. Análise Estatística

Para as comparações entre os valores obtidos para os APTs entre os três observadores, os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk, para averiguar se os dados apresentavam distribuição normal, e ao teste de Bartlett, para averiguar se apresentavam variâncias iguais. Para os dados referentes ao APT3, foi utilizado o teste de Análise de Variância (ANOVA) para uma medida seguido do *post hoc* de Tukey, para comparação entre os observadores. Para os dados referentes aos APT1, APT2 e a alteração do APT durante a cicatrização óssea, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis seguido do *post hoc* de Dunn, para verificar diferenças entre os observadores.

Para as comparações entre APT3 e APT2, a média aritmética calculada dos dados obtidos de cada observador para os respectivos parâmetros foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk para averiguar se apresentavam distribuição normal. Foi utilizado o teste T de Student para realizar a comparação entre os dados obtidos para APT2 ($7,896174 \pm 3,631199$) e ATP3 ($9,947049 \pm 4,310051$).

Para avaliar a possível correlação entre a alteração do APT durante a cicatrização óssea e o APT1 foi utilizado o teste de Correlação de Pearson; e para avaliar a possível correlação entre a alteração do APT durante a cicatrização óssea e o APT2 e a alteração do APT durante a cicatrização óssea e o peso do paciente, foi utilizado o teste de Correlação de Spearman.

4. RESULTADOS

A distribuição da raça para esses 32 cães foi a seguinte: sem raça determinada (9), Bulldog Inglês (5), Rottweiler (3), Golden Retriever (3), Akita (1), American Staffordshire Terrier (2), Pastor Alemão (1), Pastor de Malinois (1), Staffordshire Bull Terrier (1), American Pitbull (1), Boxer (1), Fila Brasileiro (1), Border Colie (1) e American Bully (1). A idade média dos animais foi de 5 anos e 3 meses (intervalo de 1 ano e 6 meses a 9 anos e 11 meses). O

1 peso médio foi de 30,38 kg (intervalo de 20 a 45,4 kg). A maioria dos cães eram fêmeas
 2 (68%) e a articulação mais lesionada foi a direita (53,12%) (tabela 1).
 3

Tabela 1. Identificação dos animais com respectivas características de raça, sexo, idade, peso e membro em que foi realizada a TPLO.

ID	Animais	Raça	Sexo	Idade	Peso (kg)	Membro
1	Blanka	Staffordshire Bull Terrier	F	6a 4m	25,00	MPE
2	Bruce	American Staffordshire Terrier	M	3a 2m	24,00	MPD
3	Bruce	American Staffordshire Terrier	M	2a 10m	24,00	MPE
4	Ceará	SRD	M	9a	23,60	MPD
5	Joana	SRD	F	7a 10m	30,00	MPD
6	Kira	American PitBull	F	2a	37,00	MPD
7	Lili	SRD	F	7a	45,40	MPD
8	Lolla	Golden Retriever	F	2a 11m	29,50	MPD
9	Luki	SRD	F	8a	26,20	MPE
10	Luna	Pastor Alemão	F	9a	31,00	MPD
11	Marie	Golden Retriever	F	5a	51,00	MPE
12	Nina Maria	Golden Retriever	F	9a 9m	30,40	MPD
13	Nina	Boxer	F	6a 6m	23,30	MPE
14	Oscar	Bulldog Inglês	M	2a	24,80	MPE
15	Ozzy	Bulldog Inglês	M	6a 7m	28,50	MPE
16	Pinga	Rottweiler	F	3a	30,50	MPD
17	Meg Ryan	Akita	F	6a 3m	29,70	MPE
18	Thor	Pastor de Malenois	M	3a	33,00	MPD
19	Vitara	Rottweiler	F	1a 6m	32,00	MPE
20	Pitoco	SRD	M	3a	29,50	MPD
21	Nina	Fila Brasileiro	F	4a	46,00	MPE
22	Marley	Pit Bull	M	9a11m	39,00	MPE
23	Kira	Rottweiler	F	5a1m	35,30	MPE
24	Charlot	Bulldog Inglês	F	3a6m	20,80	MPE
25	Black	SRD	M	5a5m	21,50	MPE
26	Cristal	Bulldog Inglês	F	5a6m	28,50	MPD
27	Ayla	Border Colie	F	5a1m	21,80	MPD
28	Kiara	SRD	F	8a1m	49,00	MPD
29	Arya	American Bully	F	2a6m	22,00	MPD
30	Hulk	Bulldog Inglês	M	6a9m	27,00	MPE
31	Lua	SRD	F	5a2m	20,00	MPD
32	Clara	SRD	F	6a4m	29,10	MPD

ID: identificação; SRD: sem raça determinada; F: fêmea; M: macho; a anos; m: meses; MPE: membro pélvico esquerdo; MPD: membro pélvico direito.

4
 5 As médias das medições intra e inter-observador dos APTs para cada momento
 6 avaliado (APT1 pré-operatório, APT2 pós-operatório imediato e APT3 pós-consolidação da
 7 osteotomia), de cada paciente, estão representados na tabela 2.

8

Tabela 2. Média geral dos APTs de cada animal, em cada momento de avaliação.

ANIMAL	IMAGEM	APT(°)	ANIMAL	IMAGEM	APT(°)	ANIMAL	IMAGEM	APT(°)
1	APT1	25,07	12	APT1	28,76	23	APT1	28,04
	APT2	12,92		APT2	8,04		APT2	12,73
	APT3	16,07		APT3	9,02		APT3	18,05
2	APT1	29,40	13	APT1	31,47	24	APT1	23,97
	APT2	11,23		APT2	12,13		APT2	10,09
	APT3	11,27		APT3	14,34		APT3	11,41
3	APT1	29,16	14	APT1	28,04	25	APT1	27,61
	APT2	7,74		APT2	7,58		APT2	8,02
	APT3	10,74		APT3	13,19		APT3	7,13
4	APT1	27,53	15	APT1	24,97	26	APT1	23,35
	APT2	5,51		APT2	10,86		APT2	7,79
	APT3	6,59		APT3	10,79		APT3	11,92
5	APT1	31,70	16	APT1	24,38	27	APT1	22,26
	APT2	13,54		APT2	8,28		APT2	8,10
	APT3	16,48		APT3	13,88		APT3	9,56
6	APT1	29,59	17	APT1	28,72	28	APT1	26,04
	APT2	11,70		APT2	10,81		APT2	4,88
	APT3	16,69		APT3	11,51		APT3	6,33
7	APT1	17,56	18	APT1	21,06	29	APT1	15,88
	APT2	4,13		APT2	5,60		APT2	3,30
	APT3	8,42		APT3	6,96		APT3	3,36
8	APT1	22,77	19	APT1	20,01	30	APT1	23,24
	APT2	4,67		APT2	6,13		APT2	0,24
	APT3	5,80		APT3	6,50		APT3	-0,66
9	APT1	26,29	20	APT1	27,23	31	APT1	25,86
	APT2	0,92		APT2	9,52		APT2	-0,49
	APT3	1,93		APT3	8,87		APT3	5,77
10	APT1	22,77	21	APT1	28,56	32	APT1	24,51
	APT2	8,90		APT2	8,62		APT2	9,34
	APT3	9,92		APT3	13,29		APT3	10,93
11	APT1	28,07	22	APT1	29,23		APT1	
	APT2	9,08		APT2	10,74		APT2	
	APT3	10,62		APT3	11,64		APT3	

APT: ângulo do *plateau* tibial; APT1: pré-operatório; APT2: pós-operatório imediato; APT3: pós consolidação da osteotomia.

1
2
3
4
5
6
7
8

Os resultados gerais e por observador da média geral dos APTs, dos respectivos desvios padrões e da alteração no APT durante a cicatrização óssea estão representados na tabela 3.

Tabela 3. Média geral e por observador do APT1, APT2, APT3 e da alteração do APT durante a cicatrização óssea.

Observador	APT1	APT2	APT3	Alteração do APT durante a cicatrização óssea
1	26,21 ± 4,18	8,13 ± 4,81	10,70 ± 5,42	2,57 ± 3,85
2	25,24 ± 4,26	7,72 ± 4,74	8,90 ± 5,36	1,17 ± 3,13
3	25,70 ± 3,85	7,83 ± 3,13	10,23 ± 4,06	2,40 ± 2,18
Média Geral	25,72 ± 4,10	7,89 ± 4,23	9,94 ± 4,95	2,05 ± 3,05

APT1: pré-operatório; APT2: pós-operatório imediato; APT3: pós-consolidação da osteotomia.

1
2 Não houve diferença significativa nas medições inter-observadores em relação ao
3 APT1 ($p= 0,76$), APT2 ($p= 0,8394$), APT3 ($p= 0,331$) e a alteração do APT durante a
4 cicatrização óssea ($p= 0,1614$). Os resultados do teste T de Student na comparação entre
5 os dados obtidos para APT2 ($7,896174 \pm 3,631199$) e APT3 ($9,947049 \pm 4,310051$)
6 mostraram não haver diferença estatística significativa entre o APT final, pós consolidação
7 da osteotomia da TPLO, e o APT atingido no pós-operatório imediato ($t = -2,0585$, $df =$
8 $60,264$, $p\text{-value} = 0,04387$). O teste de Correlação de Pearson entre os valores de APT1 e o
9 RockBack apresentou uma correlação positiva baixa entre esses parâmetros ($S = 4735,9$, $p\text{-}$
10 $value = 0,4715$; $r = 0,1319769$). Os resultados do teste de Correlação de Spearman na
11 comparação entre os valores de Peso e a alteração do APT durante a cicatrização óssea
12 apresentaram uma baixa correlação positiva entre esses parâmetros ($S = 4581,8$, $p\text{-value} =$
13 $0,381$; $r = 0,1602347$). A tabela 4 mostra a alteração do APT durante a cicatrização óssea e
14 o peso de cada paciente.

15

Tabela 4. Peso de cada paciente e a respectivo alteração do APT durante a cicatrização óssea (continua...).

Animal	Peso (kg)	Alteração do APT durante a cicatrização óssea	Animal	Peso (kg)	Alteração do APT durante a cicatrização óssea
1	25,00	3,15	17	29,70	0,70
2	24,00	0,04	18	33,00	1,36
3	24,00	3,00	19	32,00	0,37
4	23,60	1,08	20	29,50	-0,65
5	30,00	2,94	21	46,00	4,67
6	37,00	4,99	22	39,00	0,90
7	45,40	4,29	23	35,30	5,32
8	29,50	1,13	24	20,80	1,32
9	26,20	1,01	25	21,50	-0,89
10	31,00	1,02	26	28,50	4,13
11	51,00	1,54	27	21,80	1,46

(continuação) Tabela 4. Peso de cada paciente e a respetivo alteração do APT durante a cicatrização óssea.

Animal	Peso (kg)	Alteração do APT durante a cicatrização óssea	Animal	Peso (kg)	Alteração do APT durante a cicatrização óssea
12	30,40	0,98	28	49,00	1,45
13	23,30	2,21	29	22,00	0,06
14	24,80	5,61	30	27,00	-0,90
15	28,50	-0,07	31	20,00	6,26
16	30,50	5,60	32	29,10	1,59

1

2 5. DISCUSSÃO

3

4 O efeito do APT sobre as tensões exercidas no LCCr foi identificado na medicina
5 humana em diversos estudos clínicos e experimentais. Os aumentos no APT foram
6 associados a elevações no deslocamento tibial anterior durante a postura sobre um único pé
7 (até 6 mm para cada incremento de 10° no APT) e, de modo inverso, a diminuição do APT
8 reduziu a sub luxação tibial anterior. A diminuição do APT, durante a osteotomia tibial, é
9 recomendável para proteção e restauração de lesões no ligamento cruzado anterior em
10 humanos. Do mesmo modo, foi documentada a importância da manutenção da inclinação
11 funcional do *plateau* tibial para a proteção de ambos os ligamentos cruzados contra tensões
12 excessivas após artroplastias (Dejour and Bonnin 1994; Giffin et al. 2001). De forma
13 análoga, a TPLO é recomendada para cães com rotura do LCCr, pois reduz a magnitude do
14 impulso tibial cranial (Slocum and Slocum 1993).

15 A técnica cirúrgica de TPLO depende da rotação do *plateau* tibial, de forma que a
16 deslocamento tibial cranial seja eliminada e convertida em deslocamento tibial caudal
17 (Slocum and Slocum 1993). Embora diversos fatores, como aspetos técnicos do
18 procedimento cirúrgico e posicionamento do paciente para radiografia do membro, possam
19 afetar o APT final, a medida pré-operatória inicial da inclinação do *plateau* tibial é
20 fundamental pois afeta diretamente o cálculo da quantidade de rotação a ser executada no
21 procedimento de TPLO.

22 Esta investigação avalia as alterações do APT desde o planeamento pré-operatório
23 (APT1) até à consolidação da osteotomia (APT3), passando pelo pós-operatório imediato
24 (APT2). Como a determinação do APT requer que o observador selecione subjetivamente
25 pontos de referência anatómica a partir de uma projeção radiográfica lateral do joelho e do
26 jarrete, a variabilidade pode ser introduzida.

27 Projeções radiográficas medio laterais precisas da articulação do joelho, com
28 sobreposição das cêndilos femorais, são necessárias para o correto planeamento cirúrgico
29 da TPLO (Reif et al. 2004). Flexão subtil, rotação ou variações sagitais no posicionamento

1 do joelho podem alterar as características radiográficas e a aparência dos pontos de
2 referência, necessários para a marcação das linhas do *plateau* tibial e do eixo mecânico da
3 tibia, potencializando ou criando fontes de erro de medição (Caylor et al. 2001). O
4 posicionamento cranial e proximal do membro em relação ao feixe radiográfico leva ao
5 aumento da estimacão do APT, enquanto o posicionamento caudal e distal leva à diminuicão
6 da estimacão do mesmo. O posicionamento lateral verdadeiro da tibia definido por
7 sobreposicão dos cõndilos femorais e tibiais deve ser usado para determinacão precisa do
8 APT antes da execuicão cirúrgica da TPLO (Reif et al. 2004). Segundo Fettig et al. (2003) um
9 grau máximo de 2mm de separacão condilar femoral na radiografia medio-lateral minimiza e
10 não interfere no efeito do posicionamento radiográfico e em qualquer variabilidade dos
11 observadores.

12 Todos os APTs foram medidos através de imagens digitais e programas
13 computacionais específicos a fim de melhorar a precisão das medidas. Medições repetidas
14 de APT usando imagens digitais e programas computacionais foram significativamente
15 menos variáveis entre os observadores do que os ATPs medidos em imagens impressas em
16 filmes radiográficos padrão. A radiografia digital e os programas de mediçãõ
17 computadorizados são eficazes para determinar o APT, permitindo menor variabilidade nas
18 medidas em comparaçãõ com radiografias impressas. A capacidade de manipular a imagem
19 pode permitir uma melhor identificaçãõ dos pontos de referência anatômicos (Unis et al.
20 2010).

21 Neste estudo não foram identificadas diferenças significativas nas medidas inter-
22 observadores, o que mostra que a experiênciã do observador não interferiu nos valores
23 obtidos. Um estudo feito por Fettig et al. (2003) não identificou diferença significativa
24 na medida do APT entre os três grupos de observadores quando separados por
25 experiênciã do observador, mas assumiram existir diferença na capacidade de
26 selecionar os pontos para medições em pacientes normais e cões clinicamente
27 afetados pela rotura do LCCr, pois estes têm graus variados de DAD. Por outro lado, Caylor
28 et al. (2001) ao avaliarem a variabilidade das medições intra e inter-observador das medidas
29 dos APTs em radiografias laterais de cões, observaram uma variabilidade intra-observador
30 de $\pm 3,4^\circ$ e inter-observador de $\pm 4,8^\circ$, sendo encontrada uma diferença significativa entre os
31 dois observadores experientes e o observador inexperiente.

32 Corroborando com o estudo de Fettig et al. (2003), a maioria da variabilidade inter-
33 observador foi atribuída à variabilidade na seleçãõ de pontos horizontais, tanto no aspeto
34 cranial quanto caudal da tibia, e de pontos verticais no aspeto caudal. Alterações
35 degenerativas obscurecem especificamente os pontos mais caudais do *plateau* tibial, sendo
36 responsáveis por grande parte da variaçãõ inter-observador (Fettig et al. 2003).

1 Os componentes mínimos de idade e tamanhos (peso) utilizados nos critérios de
2 inclusão/exclusão deste estudo de 1,5 anos e 20 kg, respetivamente, foram escolhidos
3 principalmente para selecionar cães mais comumente afetados pela rotura do LCCr e
4 frequentemente tratados por TPLO. A idade mínima de 1,5 anos também elimina deste
5 estudo cães imaturos e com linhas de crescimento abertas que podem confundir a avaliação
6 radiográfica da população estudada.

7 A inclinação do *plateau* tibial pré-cirúrgico dos animais com rotura do LCCr
8 avaliados variou de 15,88° a 31,70°, com média geral de 25,72°. Nossos resultados
9 assemelham-se àqueles encontrados no estudo de Cabrera et al. (2008), no qual o APT do
10 joelho de 48 cães com a rotura unilateral do LCCr variou de 20 a 36°, sendo a média 26,3°.
11 Outro estudo avaliou o exame radiográfico de 40 cães clinicamente afetados por rotura do
12 LCCr e encontrou uma variação de inclinação do *plateau* tibial de 22,6 a 30,0°, com média
13 de 24,0° (Fettig et al. 2003). Segundo Fettig et al. (2003) a medição do APT não foi afetada
14 pela idade ou peso do animal, mas a presença de DAD, principalmente no ponto caudal do
15 *plateau* tibial, teve correlação significativa com a variabilidade das medidas do APT inter e
16 intra-observador.

17 O propósito da TPLO é alterar o ângulo de inclinação do *plateau* tibial, através da
18 osteotomia da tibia proximal e rotação subsequente deste segmento, para atingir um ângulo
19 pós-operatório entre 5° (Slocum and Slocum 1993) e 6,5° (Warzee et al. 2001). Dos 32
20 casos avaliados em nosso trabalho apenas 9,3% (3 casos) atingiram um APT entre 5 e 6,5°
21 após TPLO, sendo a média dos APTs pós-operatórios imediatos de 7,9°, com variação de -
22 0,49° a 13,54°. Mesmo com uma ampla variação de graus de inclinação do *plateau* tibial,
23 todos foram suficientes para anular a deslocamento tibial cranial, estabilizar a articulação e
24 garantir bom retorno funcional do membro.

25 Segundo Warzee et al. (2001) a inclinação do *plateau* tibial alcançada após TPLO
26 pode afetar o resultado clínico e, apesar de atualmente recomendarem um APT pós-
27 operatório entre 5 e 6,5° para resolver o impulso tibial cranial e minimizar a tensão sobre o
28 LCCd, o APT “ideal” ainda não foi determinado. Foi demonstrado não haver diferença
29 estatística significativa entre APTs pós-operatórios variando de 0 a 14°, quando submetidos
30 a forças de reação ao solo (Robinson et al. 2006). Quando comparamos os nossos
31 resultados com o intervalo de 0 a 14°, observamos que 96,87% dos pacientes (31 casos)
32 estão dentro desse intervalo e que apenas um caso apresentou APT negativo (-0,49°) no
33 pós-operatório imediato. A rotação excessiva aumenta a deslocamento tibial caudal e a
34 tensão sobre o LCCd, podendo levar a lesão posterior nesse ligamento. Ao contrário, uma
35 rotação insuficiente do *plateau* tibial pode não eliminar a deslocamento tibial cranial e não
36 resolver a disfunção clínica (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002).

1 O APT atingido no pós-operatório imediato pode sofrer alterações até a
2 consolidação da osteotomia da TPLO, esse fenômeno tem sido denominado *Rock Back* do
3 *plateau* tibial (Bergh et al. 2008; Taylor et al. 2011). Em nosso estudo, a alteração no APT
4 durante a cicatrização óssea esteve presente com uma variação de $2,05^\circ \pm 3,05^\circ$ porém,
5 não foi estatisticamente significativo quando comparado com o APT atingido no pós-
6 operatório imediato. O tempo médio de verificação radiográfica foi de 128 dias (variando de
7 60 a 455 dias). Segundo Moeller et al. (2006) a alteração média do APT desde o pós-
8 operatório imediato até 46 dias (6,5 semanas) pós TPLO foi $1,5^\circ$, entretanto a mudança real
9 no APT pode ser superior pois apenas 73,2% dos pacientes avaliados apresentavam
10 consolidação óssea da osteotomia no momento da avaliação. Nos estudos de Conkling et al.
11 (2010) a alteração média do APT, foi de $1,9^\circ$, semelhante aos resultados encontrados nesse
12 estudo e ao encontrado por Moeller et al. (2006), porém o tempo médio de verificação
13 radiográfica foi de 60,5 dias (8,6 semanas), não sendo provável que ocorram alterações
14 adicionais.

15 Quando correlacionamos a alteração do APT durante a cicatrização óssea com o
16 APT pós-operatório imediato observamos uma baixa correlação positiva entre esses
17 parâmetros, o que mostra que mesmo com uma variação de $-0,49^\circ$ a $13,54^\circ$ do APT2, a
18 alteração do APT durante a cicatrização óssea não foi proporcional a uma maior ou menor
19 rotação do *plateau* tibial pela TPLO. Ao tentarmos perceber se a inclinação pré-cirúrgica do
20 APT poderia interferir ou predispor maior ou menor alteração no APT durante a cicatrização
21 óssea, obtivemos novamente uma correlação positiva baixa, o que significa que APTs pré-
22 operatórios de $15,88^\circ$ até $31,70^\circ$ não interferiram ou determinaram o maior retrocesso do
23 APT até à consolidação óssea. Mais estudos são necessários para tentar perceber se APTs
24 pré-operatórios mais elevados tem correlação determinante sobre a alteração do APT
25 durante a cicatrização óssea. Outro fator que poderia interferir na alteração da rotação do
26 *plateau* tibial pós TPLO, seria a carga exercida pelo peso do paciente sobre a articulação do
27 joelho, durante a fase de apoio da marcha, no período de consolidação óssea. A análise
28 estatística entre a alteração do APT durante a cicatrização óssea e o peso do paciente
29 mostrou uma baixa correlação positiva entre esses parâmetros, o que nos levou a concluir
30 que o peso do paciente, após uma estabilização rígida, não determinou o comprometimento
31 da rotação do *plateau* tibial e da estabilizada articular.

32 A causa desta complicação continua a ser investigada e estudos relatam que a
33 mudança no APT após a cirurgia, provavelmente ocorra devido a perda secundária de
34 redução ou pela fixação incorreta do implante (Conkling et al. 2010). Vários modelos de
35 placas foram desenvolvidos nos últimos anos para serem usados especificamente na TPLO.
36 Inicialmente, apesar de um modelo próprio para TPLO, as placas convencionais
37 necessitavam ser moldadas para se adequar perfeitamente à superfície óssea medial da

1 região proximal tíbia; no entanto, moldá-las de forma precisa nem sempre é possível devido
2 a contornos ósseos irregulares neste local. Sem um contorno perfeito, pode haver uma
3 perda primária de redução ao apertar o parafuso, o que causa desalinhamento subsequente
4 à medida que o osso é puxado em direção à superfície da placa. Além disso, há uma
5 possibilidade de perda secundária de redução com o tempo, o que leva a subsequente
6 desalinhamento e instabilidade da fixação. Isso pode ocorrer se existirem forças de atrito
7 insuficientes entre a placa e osso. Em seguida placas bloqueadas e dedicadas ao uso em
8 TPLO surgiram, minimizando essa complicação e a necessidade de contorno perfeito ao
9 osso, facilitando a aplicação e minimizando os erros de fixação (Leitner et al. 2008).

10 A estabilização inadequada da região proximal do *plateau* tibial, o posicionamento
11 inadequado da osteotomia ou uma incompatibilidade entre um implante rígido e um osso
12 relativamente macio (osso metafisário) podem estar correlacionados com a alteração do
13 APT (Schulz 2007). Segundo Bergh et al. (2008) e Taylor et al. (2011), a falha na fixação do
14 implante pode levar a uma alteração significativa do APT no pós-operatório. Se a
15 instabilidade articular e claudicação resultam do aumento do APT, pode ser necessária
16 estabilização adicional do joelho para melhorar a função do membro e o conforto do
17 paciente (Bergh and Peirone 2012).

18 Ao compararmos radiograficamente a posição dos implantes no pós-operatório
19 imediato com uma fase posterior na qual a osteotomia já se encontrava consolidada, não
20 observamos alterações de posicionamento, laxidões ou osteólise ao redor dos parafusos e
21 quebra de implantes. Em todos os casos, a consolidação óssea ocorreu sem complicações
22 maiores. Neste estudo todos os implantes utilizados possuíam bloqueio entre a placa e os
23 parafusos. Acredita-se que este possa ter ajudado a minimizar possíveis complicações.
24 Como resultado de uma perda primária de redução poderia haver uma mudança de posição
25 do fragmento do *plateau* tibial, como deslocamento medio-lateral do fragmento proximal
26 numa direção oposta a da placa, rotação em um plano axial ou inclinação no plano
27 horizontal (Wheeler et al. 2003; Leitner et al. 2008). Da mesma forma, uma perda
28 secundária da redução pode resultar em deformações angulares ou aumento do APT
29 (Wheeler et al. 2003; Leitner et al. 2008; Conkling et al. 2010). Todos esses dados sugerem
30 que o posicionamento ideal da placa de TPLO, a rotação precisa do *plateau* tibial e a
31 manutenção da redução pós-operatória, são pontos críticos para o sucesso da cirurgia e
32 bons resultados (Warzee et al. 2001; Reif et al. 2002; Wheeler et al. 2003; Kowaleski et al.
33 2005).

34 Segundo Kowaleski et al. (2013) o uso de placas bloqueadas de contorno
35 anatómico promove nivelamento e fixação precisos do *plateau* tibial, com excelente
36 confiabilidade, união óssea, mínima alteração no APT até à consolidação da osteotomia e
37 taxas de complicações mais baixas. Neste estudo todas as placas utilizadas foram

1 bloqueadas, variando entre modelos com bloqueio de rosca ou cônico. A estabilidade da
2 fixação da osteotomia resulta do bloqueio do parafuso na placa e das forças de atrito entre a
3 placa e o osso (Conkling et al. 2010). Conkling et al. (2010) também concluíram que a
4 utilização de placas e parafusos de bloqueio é um método aceitável de estabilização da
5 TPLO e que a utilização destes implantes resulta em melhor cicatrização radiográfica em 8
6 semanas pós TPLO bem como menor alteração do APT final quando comparado a utilização
7 de implantes não bloqueados. Uma vez que todas as placas utilizadas neste estudo
8 continham o sistema de bloqueio, os diferentes modelos de placas foram avaliados em
9 conjunto e apesar de não haver uma medida objetiva para a seleção da placa, o tamanho da
10 placa utilizada foi proporcional ao tamanho do osso. Nos 10 casos (31%) em que a
11 avaliação final do APT foi feita em um tempo superior a quatro meses (variando de 120 a
12 455 dias de pós-operatório) não foram observadas alterações dos implantes utilizados para
13 a estabilização da osteotomia, o que mostra que os implantes utilizados asseguraram
14 estabilidade suficiente por tempo prolongado.

15 Resultados satisfatórios de TPLOs com rotação insuficiente, indistinguíveis do
16 resultado de cães que tiveram APTs aceitável no pós-operatório, podem ser indicativos de
17 que a eliminação completa do impulso tibial cranial *in vivo* pode ser atingida em uma ampla
18 gama de ângulos (Piermattei et al. 2009). Os APTs ideais podem variar entre raças ou
19 mesmo entre cães. Joelhos afetados cronicamente podem não requer tanta rotação quanto
20 os joelhos com rotura aguda, pois a fibrose peri articular pode contribuir substancialmente
21 para a estabilidade articular (Piermattei et al. 2009). Alternativamente, a presença de
22 impulso tibial cranial residual pós TPLO pode não resultar em claudicação (Slocum and
23 Slocum 1993).

24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

III. EXECUÇÃO PRÁTICA DA OSTEOTOMIA DE NIVELAMENTO DO *PLATEAU* TIBIAL (TPLO) EM CADÁVER DE CÃO COMO COMPLEMENTO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O procedimento de TPLO é essencialmente uma osteotomia modificadora da tíbia proximal e para garantir que o procedimento seja reproduzível e executado de maneira precisa, os conceitos básicos de osteotomia, incluindo planeamento meticuloso pré-operatório, execução precisa do procedimento, robusta fixação e retorno precoce à função devem ser rigorosamente seguidos para mitigar complicações e maximizar o resultado (Kowaleski et al. 2018).

Como o procedimento de TPLO utiliza uma osteotomia radial, o centro da osteotomia determina o centro de rotação do segmento do *plateau* tibial. O centro da osteotomia pode estar em várias posições; no entanto, para simplificar, podem ser consideradas cinco posições em relação ao ponto proximal do eixo mecânico da tíbia (o ponto entre os tubérculos intercondilares), nomeadamente cranial, caudal, proximal, distal e centralizado nas eminências intercondilares tibial. A análise destas várias colocações da osteotomia e os efeitos da rotação subsequente revelam que as estruturas do segmento do *plateau* tibial seguem um arco determinado pela distância do centro da osteotomia até o centro da própria estrutura, denominada distância da excentricidade (Kowaleski and McCarthy 2004) (figura 13).

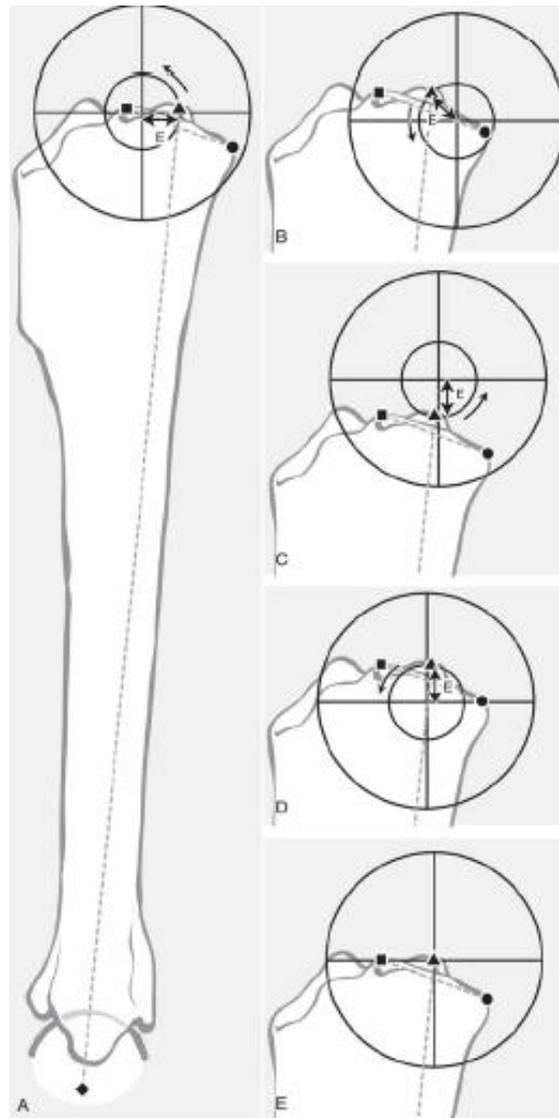


Figura 13. A tibia e os marcos anatômicos nas várias colocações da osteotomia (Kowaleski and McCarthy 2004). Os pontos de *plateau* tibial cranial (■) e caudal (●), bem como os pontos proximal (▲) e distal (◆) do eixo mecânico tibial, são mostrados, juntamente com as linhas do *plateau* tibial e do eixo mecânico tibial (linhas tracejadas). Os centros das cinco osteotomias são representados pela intersecção dos dois diâmetros: cranial (A), caudal (B), proximal (C), distal (D) e posição de osteotomia centralizada (E). O efeito da rotação sobre o ponto proximal do eixo mecânico da tibia é representado pela seta curva. A distância da excentricidade é representado como "E". Observe que a posição centralizada (E) não resulta em movimento do ponto proximal do eixo mecânico da tibia (Kowaleski and McCarthy 2004, p. 31).

1

2 Os pontos do *plateau* tibial e do eixo mecânico proximal da tibia estão todos
 3 contidos no segmento proximal osteotomizado, portanto eles movem-se em conjunto, sem
 4 movimentar um em relação ao outro. No entanto, os pontos proximal e distal do eixo
 5 mecânico da tibia estão em diferentes segmentos ósseos, fazendo com que eles se movam
 6 independentemente. A figura 13 ilustra os efeitos da rotação no ponto proximal do eixo
 7 mecânico da tibia com cada uma das colocações da osteotomia. É visível que, a menos que
 8 a osteotomia esteja centrada no ponto do eixo mecânico proximal da tibia, esse ponto
 9 mudará de posição após a rotação do *plateau* tibial, causando um deslocamento do eixo

1 mecânico da tíbia. Cada uma das outras quatro colocações da osteotomia tem um efeito
2 diferente no ponto do eixo mecânico proximal da tíbia após rotação.

3 Kowaleski et al. (2005) avaliaram, através de um estudo biomecânico, o efeito da
4 posição da osteotomia e concluíram que a posição centralizada foi mais eficaz do que a
5 posição distal na neutralização do impulso tibial cranial e apresentou um nivelamento do
6 *plateau* tibial mais preciso. Tal precisão está na rotação rigorosa do segmento tibial proximal
7 em torno da interseção da linha do *plateau* tibial com a linha do eixo mecânico da tíbia, ou
8 seja, em torno dos tubérculos intercondilares. Clinicamente, é difícil ser tão acertivo na
9 localização da osteotomia, porém essa posição permite quantidade óssea suficiente no
10 segmento do *plateau* tibial para aplicação confortável da placa óssea, enquanto mantém-se
11 a precisão geométrica adequada (Kowalwski et al. 2018).

12 A magnitude da rotação pode ser usada para calcular a posição final do segmento
13 do *plateau* tibial (Talaat et al. 2006). Como o segmento do *plateau* fornece suporte para a
14 tuberosidade da tíbia, Talaat et al. (2006) sugeriram que o *plateau* poderia ser rodado, com
15 segurança, até ao ponto de co prevalência com a fixação do ligamento patelar na
16 tuberosidade da tíbia. Se a rotação do *plateau* resultasse numa posição distal a este ponto,
17 seria recomendável que a TPLO fosse associada a uma osteotomia cranial em cunha da
18 tíbia (CWO) (Talaat et al. 2006).

19 A precisão da osteotomia também pode ser regida por referências anatómicas
20 previamente medidas no planeamento pré-operatório. Essas medidas, representadas por
21 D1, D2 e D3, facilitam e auxiliam o correto posicionamento da lâmina semicircular durante a
22 osteotomia. No intraoperatório, essas medidas são repetidas e marcadas na tíbia com
23 auxílio de eletrocaltério. A lâmina de serra semicircular é então aplicada à tíbia medial em
24 contato com essas marcas para aumentar a precisão da osteotomia planeada no pré-
25 operatório. O ângulo de saída da lâmina da serra na tíbia, a forma e a largura da
26 tuberosidade tibial devem ser verificadas antes do início da osteotomia.

27 A magnitude de rotação do *plateau* tibial é baseada na medição pré-cirúrgica do
28 APT. O ângulo de inclinação do *plateau* tibial pode ser convertido em “comprimento de arco”,
29 dependendo do raio da lâmina da serra, pela seguinte fórmula: $C = 2R (\text{sen}[\alpha/2])$, sendo C o
30 comprimento do arco correspondente ao ângulo α (ângulo de inclinação do *plateau* tibial) e
31 R o raio da lâmina da serra usada (figura 14) (Vasseur 2007).

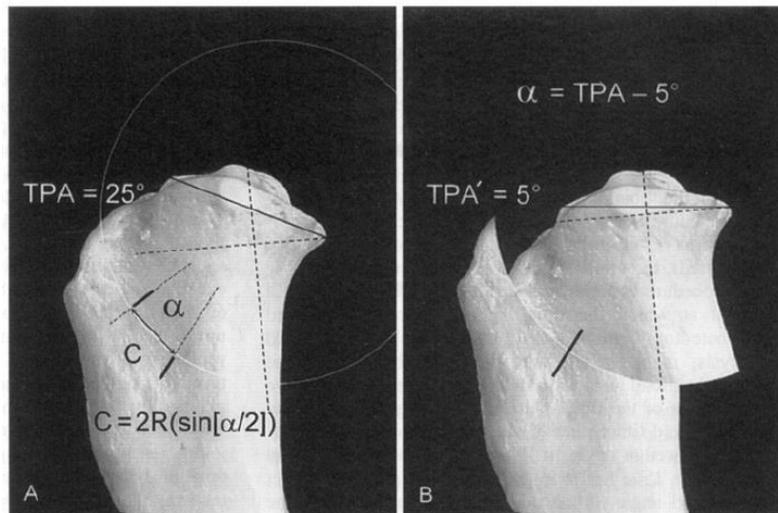


Figura 14. Determinação da rotação do *plateau* tibial. (A) medição da magnitude de rotação do *plateau* tibial; (B) após a osteotomia o *plateau* tibial é rodado até as marcas de referência estarem alinhadas (Vasseur 2007).

1

2 Dentre os vários fatores de risco que aumentam as taxas de complicações das
 3 TPLOs estão a rotura pré-operatória completa do LCCr, a realização de artrotomia
 4 parapatelar, o aumento da idade do paciente e do peso corporal, os procedimentos
 5 cirúrgicos bilaterais de sessão única, o elevado APT pré-operatório, a meniscectomia medial,
 6 a posição da osteotomia, a crista da tibia fina, o nível de experiência do cirurgião, a técnica
 7 ciúrgica utilizada, a equipa de apoio e os implantes utilizados (Bergh et al. 2008; Cook
 8 2010c; Fitzpatrick and Solano 2010; Gattineau et al. 2011). Certamente, o cirurgião tem
 9 controle sobre alguns desses fatores e outros não. Enquanto algumas complicações
 10 parecem ser principalmente devido a erros na execução da técnica cirúrgica, outras
 11 complicações subjacentes são menos claras, como a alteração do APT durante a
 12 cicatrização óssea e “*Pivot Shift*” (Bergh and Peirone 2012). A melhoria em técnica e
 13 implantes combinada com a crescente experiência individual do cirurgião pode ser
 14 amplamente responsável para a diminuição de complicações da TPLO (Priddy et al. 2003;
 15 Fitzpatrick and Solano 2010; Gattineau et al. 2011)

16 Apesar da frequência de complicações associadas a TPLO, apenas 2 a 6% os
 17 procedimentos requerem uma cirurgia de revisão (Fitzpatrick and Solano 2010; Gattineau et
 18 al. 2011). A maioria das complicações parecem ser satisfatoriamente abordada, com donos
 19 e cirurgiões relatando bom a excelente resultado, quando as complicações são identificadas
 20 precocemente e tratadas adequadamente (Priddy et al. 2003; Barnhart 2003; Fitzpatrick and
 21 Solano 2010; Gattineau et al. 2011). Embora a causa exata de fatores de risco de algumas
 22 complicações permaneçam pouco claras, as complicações da TPLO podem ser reduzidas
 23 com o aumento da experiência do cirurgião, planeamento cirúrgico cuidadoso e precisão da
 24 execução do procedimento cirúrgico. A identificação de fatores de risco conhecidos ou

1 suspeitos e erros técnicos intra-operatórios permitem agir antecipadamente para diminuir a
2 morbidade pós-operatória. Contínua avaliação crítica, relatórios e dados consistentes e
3 desenvolvimento de novas técnicas ou de implantes podem continuar a reduzir a taxa de
4 complicações e melhorar os resultados após cirurgia de TPLO (Bergh and Peirone 2012).

6 **2. OBJETIVO**

8 Obter formação prática no planeamento e execução da técnica cirúrgica de TPLO.

10 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

12 Foram utilizados 9 cadáveres de cão, acima de 20kg, machos e fêmeas, com raças
13 variadas. A idade e a causa do óbito eram desconhecidas e todos os animais apresentavam
14 integridade bilateral do LCCr. A técnica de TPLO foi realizada em ambos os joelhos de cada
15 cão segundo planeamento cirúrgico descrito a seguir. Os animais foram identificados como
16 N01, N02 sucessivamente até N10, sendo que o N08 foi excluído do treinamento por ter
17 peso inferior a 20Kg. A ordem de execução da TPLO não respeitou a ordem numérica de
18 identificação dos animais, pois a quantidade de implantes disponível não permitia que
19 animais do mesmo porte e com mesma conformação tibial fossem operados no mesmo dia.
20 Foram realizadas quatro TPLOs por dia (dois cadáveres) e ao final do dia, após o término do
21 expediente do Hospital Escolar, os mesmos foram radiografados e os implantes removidos
22 para serem reutilizados no dia seguinte. Todos os procedimentos foram realizados da
23 mesma maneira, com o auxílio de dois ou três estudantes de Mestrado do Serviço de
24 Ortopedia e Neurocirurgia da UNESP.

25 Em todos os casos realizaram-se radiografias latero-laterais e craniocaudas antes
26 e após cada procedimento; antes para a realização do planeamento cirúrgico e após para
27 análise crítica da técnica cirúrgica executada. Em todos os casos realizou-se miniartrotomia
28 parapatelar medial com o propósito de romper o LCCr íntegro e causar instabilidade
29 articular, confirmada pelos testes de gaveta e compressão tibial positivos.

30 Os implantes utilizados no treinamento foram fornecidos pela empresa brasileira
31 Cão Médica Ortopedia Veterinária e constaram de placas bloqueadas de 2,7mm direita e
32 esquerda, placas bloqueadas de 3,5mm (tamanhos P, M, G) direita e esquerda, parafusos
33 corticais e de bloqueio para as respectivas placas, pinos lisos de Steiman de 1,5mm, 2,5mm
34 e 3mm. Os instrumentais específicos utilizados foram: explorador de joelho, probe de
35 exploração meniscal, pinça ponto-a-ponto, gelpi, hohmann, brocas de 2,0mm e 2,5mm,
36 guias de perfuração, especímetro castroviejo, perfuradora cirúrgica e serra circular (figura
37 16).

1

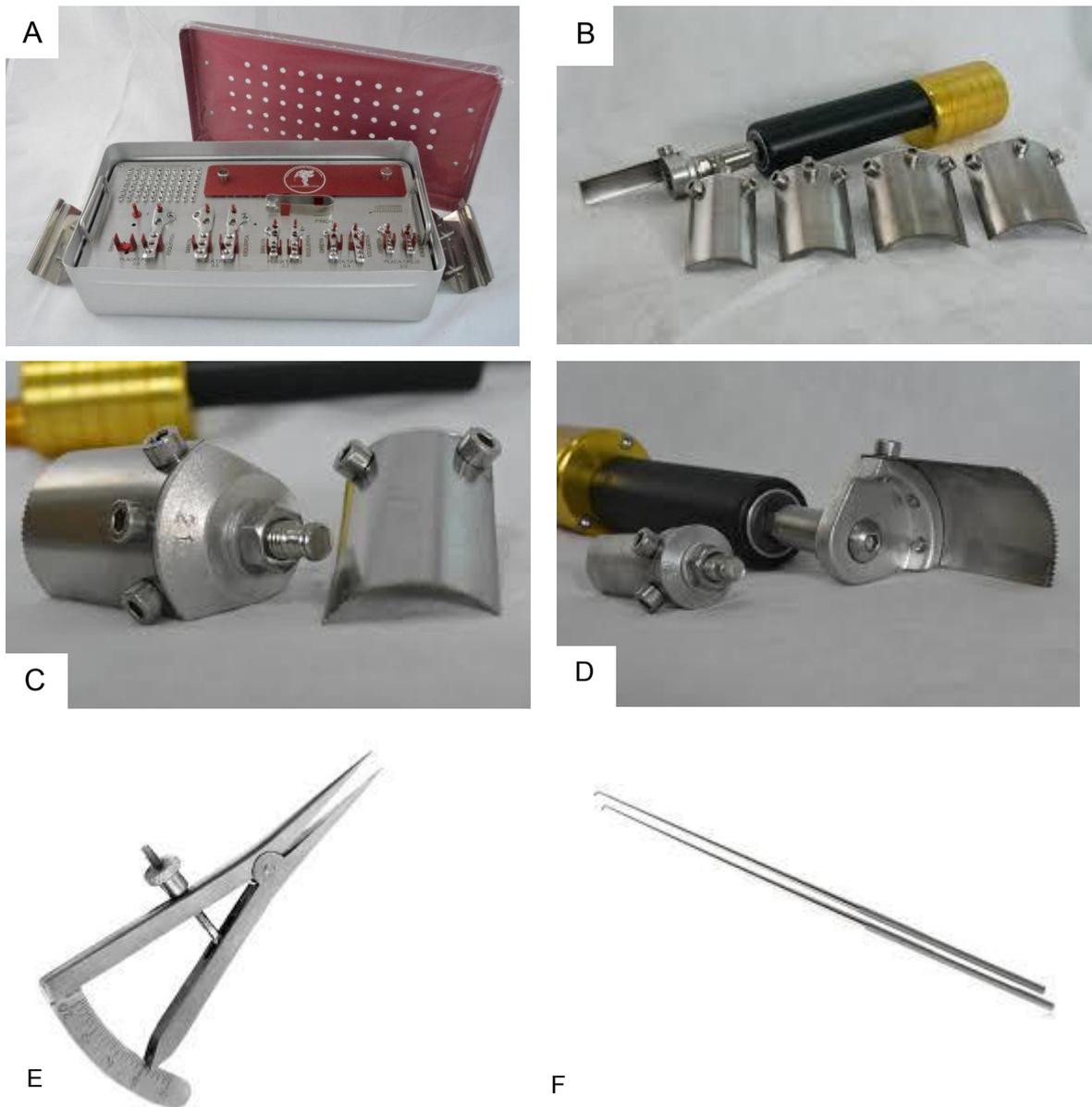


Figura 15. Implantes e instrumental específico para uso em TPLO (fotos da autora). A: placas e parafusos; B, C e D: serra semicircular com os varios tamanhos de serra; E: especímetro de Castroviejo; F: probe de exploração meniscal (foto da autora 2019).

2

3

3.1. Planeamento Pré-Operatório

4

5

6

7

8

9

10

O planeamento pré-operatório, feito através da radiografia medio-lateral, consistiu na determinação do APT, do tamanho apropriado da lâmina da serra, da identificação do local adequado da osteotomia (através das medidas D1, D2 e D3) e quantificação da magnitude da rotação necessária do *plateau* tibial. Imagens radiográficas mediolaterais bem posicionadas da tibia, incluindo as articulações de joelhos e jarretes, são necessárias para o correto planeamento pré-operatório.

1 Na visão medio-lateral, as articulações do joelho e tarsocrural foram fletidas em um
2 ângulo de 90° enquanto a tíbia foi mantida paralela à cassete radiográfica sem rotação
3 femoral ou tibial (figura 16A). Na imagem radiografica ideal, os côndilos femorais e tibiais
4 são perfeitamente sobrepostos (figura 16B). O feixe radiográfico foi centralizado na
5 articulação do joelho para minimizar artefatos e proporcionar maior correspondência entre o
6 APT medido radiograficamente e o APT medido anatomicamente em cadáveres (Reif et al.
7 2004).
8

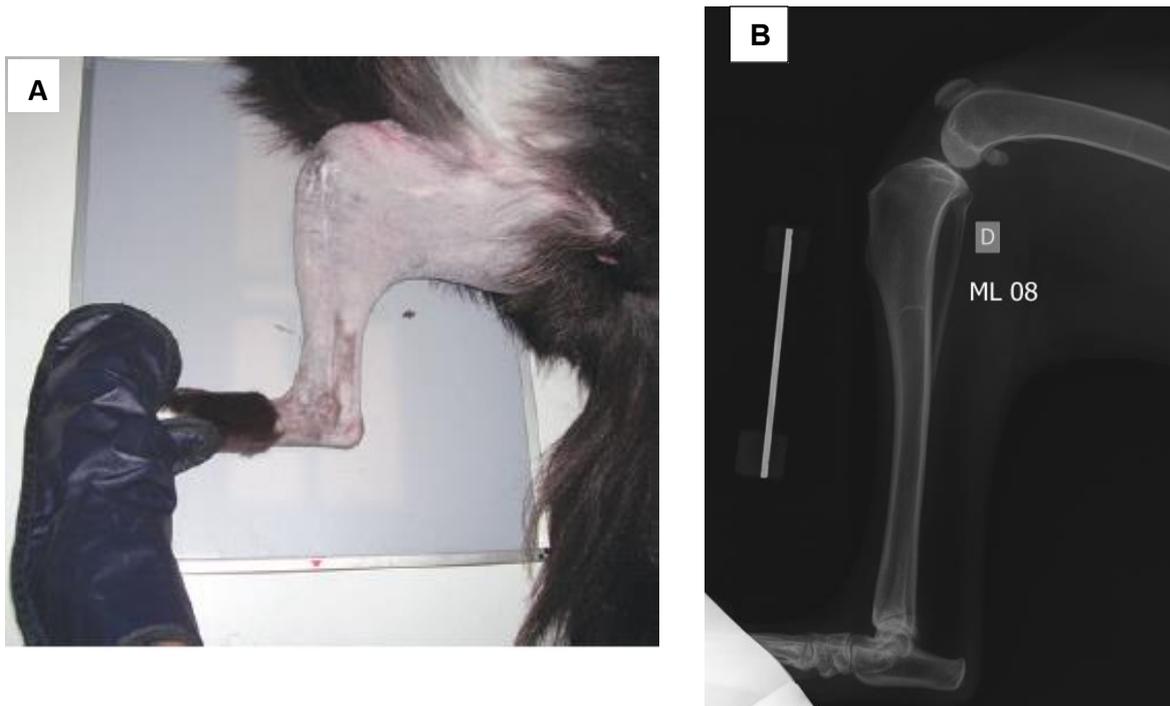


Figura 16. Posicionamento radiográfico pré-operatório para planeamento pré-cirúrgico da TPLO. (A) posicionamento do paciente na mesa radiográfica com as articulações tibiofemoral e tibiotalar a 90° de flexão e a tíbia paralela a cassete radiográfica (Schulz 2019, p. 1238 versão digital); (B) imagem radiográfica mostrando o sobreposicionamento dos côndilos femorais e tibiais obtidos após correto posicionamento do paciente na mesa radiográfica (foto da autora 2019).

9
10 Para a determinação do APT foram traçadas duas linhas: a linha (a), que liga as
11 extensões cranial e caudal do côndilo tibial media, determina o eixo do *plateau* tibial; a linha
12 (b), que liga o ponto que divide os tubérculos intercondilares da tíbia (centro da eminência
13 intercondilar tibial) e o centro de rotação do tálus, determina o eixo mecânico da tíbia no
14 plano sagital (figura 17A). O APT é medido na interseção da linha do *plateau* tibial com a
15 linha do eixo mecânico da tíbia (figura 17B) (Dismukes et al. 2008).
16

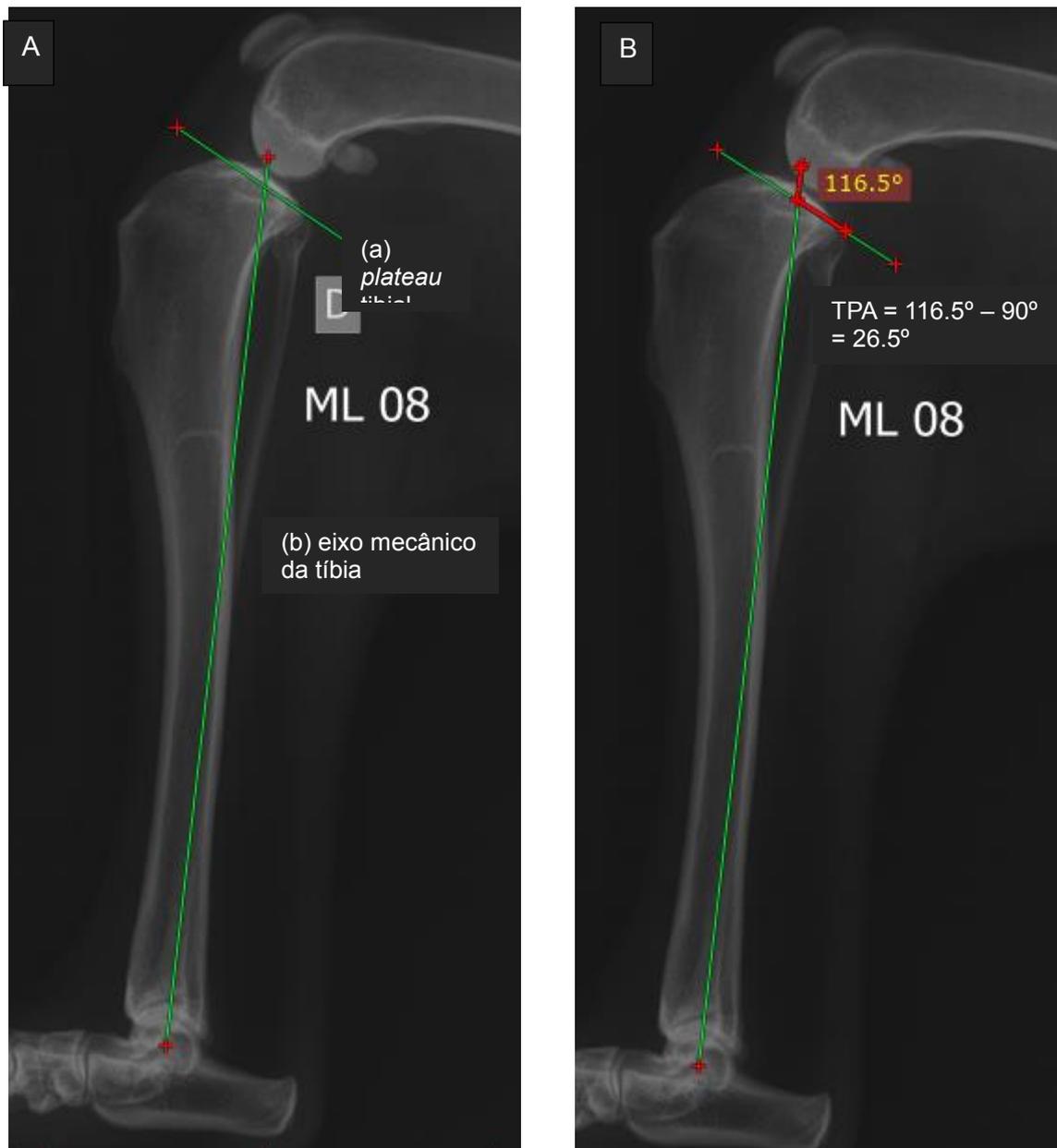
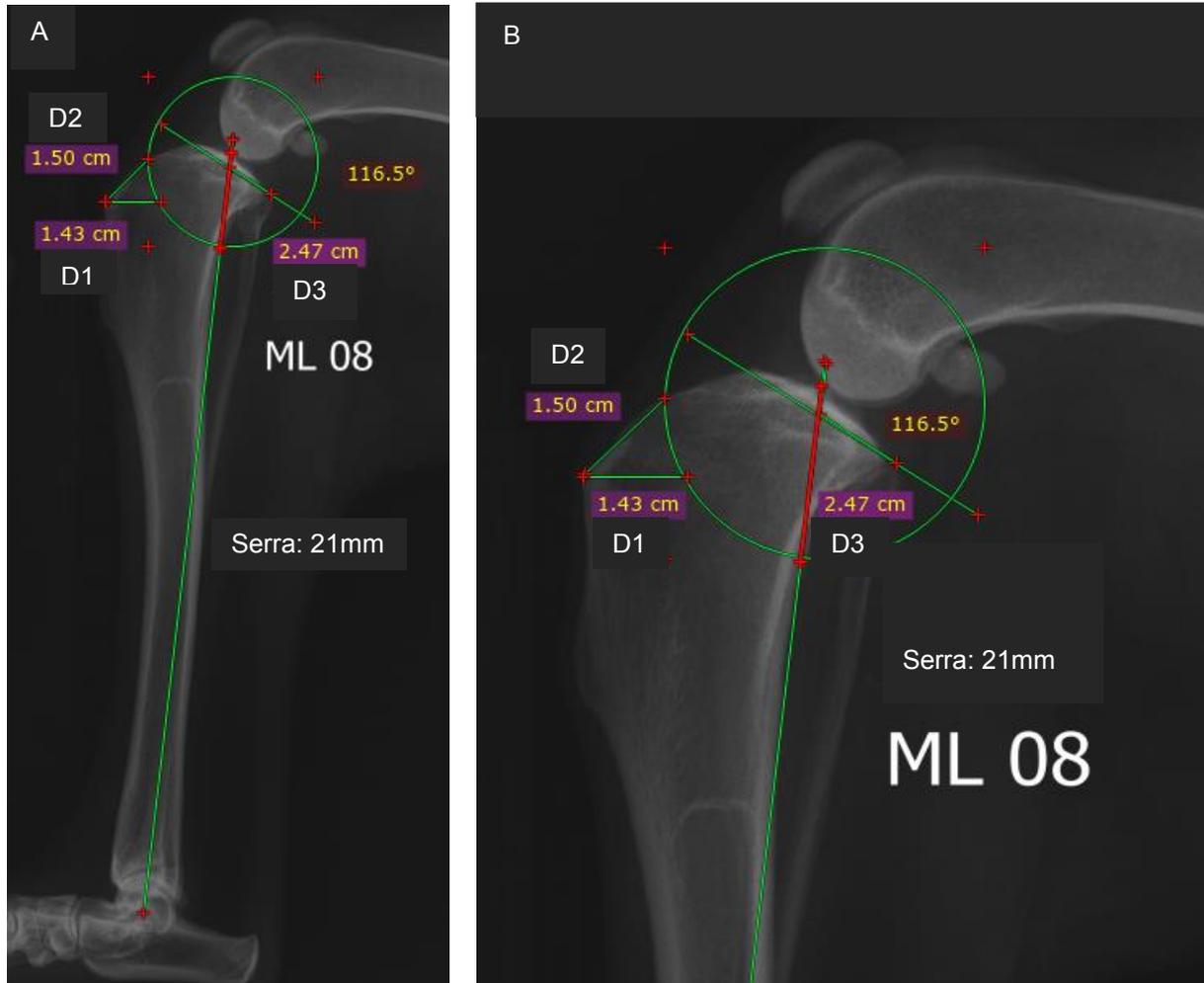


Figura 17. Determinação do APT no planeamento pré-operatório da TPLO. A: demarcação da linha do *plateau* tibial (a) e do eixo mecânico da tibia (b); B: medição do ângulo de inclinação do *plateau* tibial (foto da autora 2019).

1
 2 Após medição do APT pré-operatório determinou-se o raio da lâmina de serra ideal
 3 para a osteotomia desejada. A osteotomia do *plateau* tibial deve permitir adequada fixação
 4 da placa no segmento ósseo ligado ao *plateau* tibial ao mesmo tempo em que mantém
 5 quantidade óssea adequado para não fragilizar a crista da tibia. O posicionamento
 6 intraoperatório da lâmina de serra na tibia torna-se facilitado pelo método geométrico que
 7 determina as distâncias D1, D2 e D3 (figura 18). As distâncias D1 e D2 são medidas a partir
 8 do ponto de fixação do ligamento patelar na tuberosidade da tibia, sendo este o ponto de
 9 referência. D1 é medida ao longo de uma linha perpendicular à margem cranial da tibia e é a
 10 distância do ligamento patelar à osteotomia. D2 é medida ao longo da margem

1 crânioproximal da tíbia, sendo uma linha que vai do ponto de inserção do ligamento patelar
2 até onde a osteotomia sai da tíbia. Uma terceira medida, D3, vai desde a superfície articular
3 (centro da serra semi circular) até a saída da osteotomia na região caudal do córtex tibial
4 (figura 18).

5



6
7 **Figura 18. Medidas geométricas, realizadas no planeamento pré-operatório, que auxiliam no**
8 **posicionamento da serra semi-circular no transoperatório.** (A) D1=1,43cm; D2=1,50cm; D3=2,47cm
9 (linha vermelha); APT=26,5° (116,5° - 90°); raio da serra semicircular=21mm. (B): Ampliação do *plateau* tibial para
10 melhor visualização dos pontos de referência anatômico (foto da autora 2019).

6

7 É importante que as radiografias contenham um marcador de magnitude com
8 tamanho conhecido para que possamos avaliar a imagem em tamanho real e escolher a
9 serra e a placa apropriadas. Neste trabalho utilizamos um pino liso de Steiman de 10cm de
10 comprimento, colocado à mesma altura e paralelo à tíbia (figura 19).

11

12

13

14

1

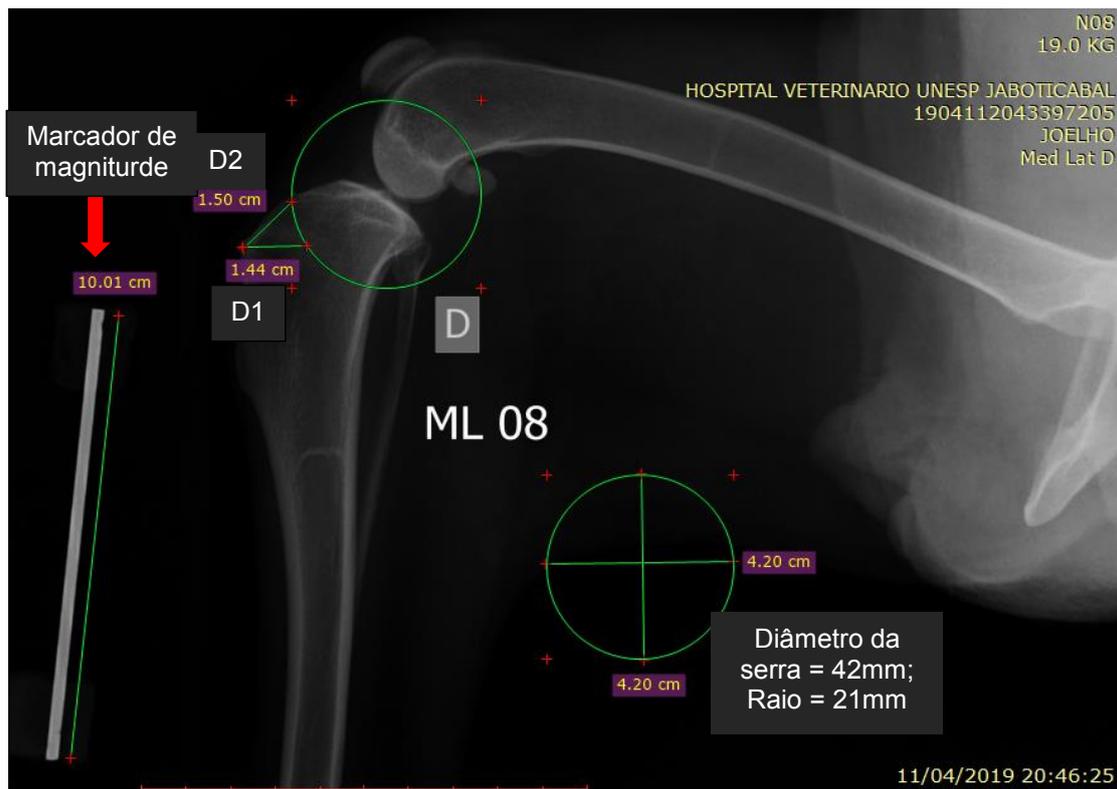


Figura 19. Marcador de magnitude representado pela barra radiopaca paralela a tíbia com tamanho conhecido de 10cm (seta vermelha). O tamanho da serra, a escolha da placa e as medidas D1, D2 e D3 são determinados através da imagem radiográfica médio lateral da tíbia, dimensionada em seu tamanho real ou o mais próximo do real (foto da autora 2019).

2

3 A placa foi selecionada durante o planejamento pré-operatório mediante uso de
4 modelo apropriado, o qual foi colocado sobre a imagem radiográfica medio-lateral da tíbia
5 em tamanho real. Dessa forma foi possível pré-determinar o implante mais adequado à
6 osteotomia em questão (figura 20).

7

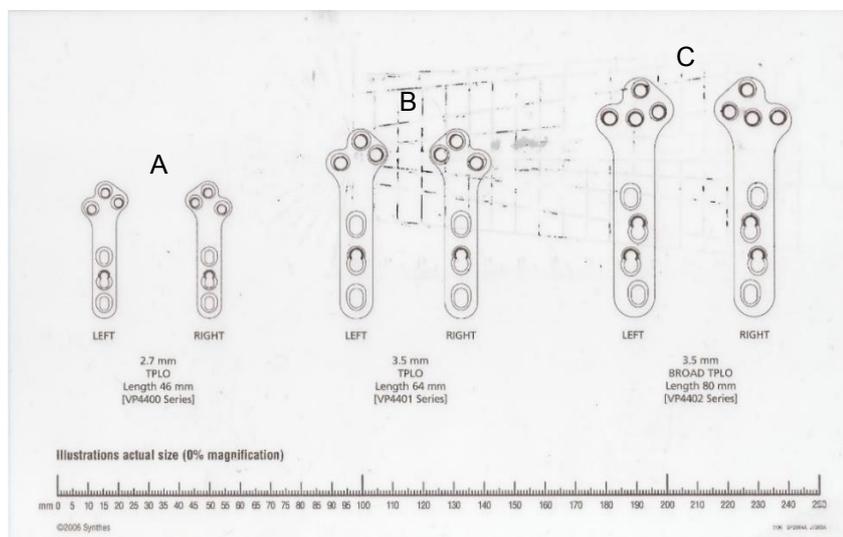


Figura 20. Modelo utilizado na escolha do implante ilustrando os diferentes tamanhos

de placas disponíveis. (A): placas 2.7mm; (B): placas 3.5mm estreita; (C): placas 3.5mm reforçada. Todas com orientação para membro direito ou esquerdo (Arquivo passoaal 2019).

Após determinação do APT e do raio da lâmina de serra, determinou-se a magnitude da rotação do *plateau* tibial necessária para atingir um ângulo de *plateau* tibial pós-operatório de 5° (figura 21).

PREOPERATIVE TIBIAL PLATEAU ANGLE (TPA)

	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	
Rotation (mm) — Provides Resultant 5° TPA																											
12 mm	2.0	2.2	2.4	2.6	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.8	7.0	
15 mm	2.6	2.8	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	5.1	5.4	5.6	5.9	6.1	6.4	6.6	6.9	7.1	7.4	7.6	7.9	8.1	8.4	8.6	8.8	
18 mm	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.6	8.9	9.2	9.5	9.8	10.1	10.3	10.6	
21 mm	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4	5.8	6.1	6.5	6.8	7.2	7.5	7.9	8.3	8.6	9.0	9.3	9.7	10.0	10.4	10.7	11.1	11.4	11.8	12.1	12.4	
24 mm	4.1	4.5	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1	13.5	13.9	14.3	
27 mm	4.7	5.1	5.6	6.0	6.5	7.0	7.4	7.9	8.4	8.8	9.3	9.7	10.2	10.6	11.1	11.6	12.0	12.5	12.9	13.4	13.8	14.3	14.7	15.2	15.6	16.1	
30 mm	5.2	5.7	6.2	6.7	7.2	7.8	8.3	8.8	9.3	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.3	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9	

Figura 21. Magnitude da rotação do *plateau* tibial, em milímetros, determinada a partir do APT pré-operatório e do raio da serra, projetado para atingir um ângulo de *plateau* tibial pós-operatório de 5° no pós-operatório (DePuySynthes).

3.2. Técnica Cirúrgica

3.2.1. Miniartrotomia, abordagem medial da articulação do joelho

Com o animal em decúbito dorsal e o membro pélvico levemente fletido, após tricotomia da região a ser trabalhada, foi feita uma incisão de pele craniomedial, centralizada na região parapatelar, com aproximadamente 2 a 3 cm de extensão. O tecido subcutâneo ao longo da mesma linha foi incisado para expor o retináculo medial parapatelar. O retináculo medial e a cápsula articular foram incisados adjacentes ao sulco medial do tendão patelar. Com o auxílio de um explorador colocado na fossa intercondilar femoral e no *plateau* tibial (fora da superfície cartilágnea e longe da origem e inserção dos LCCr e LCCd) a articulação do joelho foi distendida para visualização dos ligamentos cruzados e do menisco medial. O LCCr foi seccionado próximo a sua inserção no *plateau* tibial com auxílio de uma lâmina de bisturi nº11. Na sequência foram realizados os testes de gaveta e compressão tibial para confirmação da instabilidade articular.

1

2

3.2.2. Osteotomia de Nivelamento do *Plateau* Tibial (TPLO)

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

Na sequência da miniartrotomia foi feita uma incisão cutânea medial, centralizada na região proximal da tíbia, iniciando 3 cm proximal ao *plateau* tibial e continuando distalmente, 5 cm abaixo da crista da tíbia. O tecido subcutâneo ao longo da mesma linha foi incisado com lâmina de bisturi nº10 para visualizar a inserção da cabeça lateral do sartório. A inserção do sartório foi incisada e o músculo rebatido caudalmente para visualizar o ligamento colateral medial e o aspecto caudal da tíbia proximal. Incisou-se a origem do músculo poplíteo pontualmente, a partir do aspecto caudomedial da tíbia. Dissecou-se a origem do músculo com um instrumento rombo, do aspecto caudal da tíbia até à margem lateral, para proteger o músculo, a artéria e a veia poplíteas durante a osteotomia. Entre o músculo poplíteo e o osso foi colocado um elevador de Hohman para prevenir a lesão da artéria e veia poplíteas durante a osteotomia (figura 22, seta amarela). Opcionalmente pode ser utilizada uma compressa humedecida.

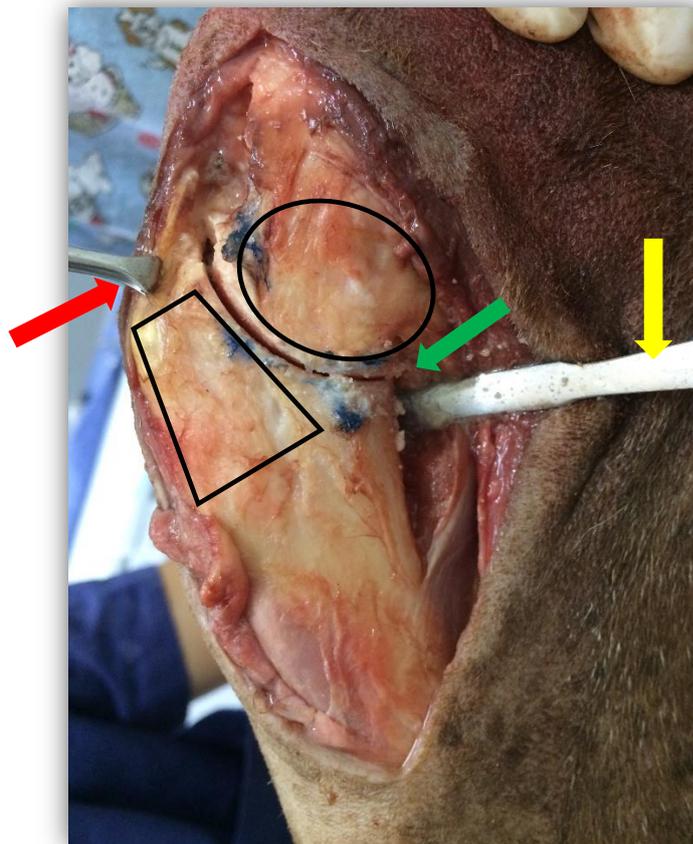


Figura 22. Osteotomia do *plateau* tibial. Proteção do ligamento patela com uma pinça Allis apreendendo e tracionando o tecido peri ligamentar (seta vermelha); espessura adequada da crista da tíbia (trapézio); área disponível para a fixação da placa óssea no segmento proximal da osteotomia (elipse); ângulo de saída da serra no aspecto caudal da tíbia, idealmente deve sair a 90° com a tíbia (seta verde); elevador de Hohman protegendo a veia e a artéria poplíteas (seta amarela) (foto da autora 2019).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Com auxílio de um marcador tecidual (idealmente bisturi elétrico) as distâncias D1, D2 e D3 foram marcadas na superfície da tíbia. A serra semi-circular selecionada no planeamento pré-operatório foi colocada sobre a superfície óssea medial proximal da tíbia, de maneira que a superfície da lâmina passasse através das demarcações D1 e D2 e saísse caudalmente, perpendicular ao osso, respeitando a medida D3. A osteotomia deve preservar a crista da tíbia e permitir um espaço amplo para a colocação da placa óssea.

Na maioria dos casos, o aspeto distal da serra cruzou o aspeto distal da inserção do ligamento colateral medial. O ligamento patelar foi protegido com o auxílio de um afastador de Hohman ou pinça Allis, posicionado caudal ao ligamento. A osteotomia foi realizada perpendicularmente ao osso, inicialmente com um corte superficial para avaliar a posição da osteotomia, a espessura da crista da tíbia, a área disponível para a placa óssea e o ângulo de saída osteotomia no aspeto caudal da tíbia. Após a confirmação da posição correta da osteotomia, a mesma foi concluída (figura 22).

Em uma situação real deve-se irrigar a lâmina da serra com solução fisiológica arrefecida para evitar a necrose térmica. Com o auxílio de um especímetro de Castroviejo e de um osteótomo marcou-se, em ambos os lados da osteotomia, a medida determinada para a rotação adequada. Após essa marcação concluiu-se a osteotomia.

A próxima etapa envolveu a colocação de um pino liso de Steinman no aspeto cranial proximal medial do segmento ósseo proximal (pino de rotação). O diâmetro do pino é proporcional ao tamanho da tíbia operada (2,5mm ou 3,0mm) e o mesmo foi direcionado distal, caudal e lateralmente. O segmento do *plateau* tibial foi rotacionado distal e caudalmente, até que as marcas da medida de rotação fossem alinhadas. Nesta fase é importante não imprimir um movimento de deslocamento no segmento proximal, medialmente, para alinhar os córtices, pois isso pode contribuir para o mal alinhamento do membro (figura 23).

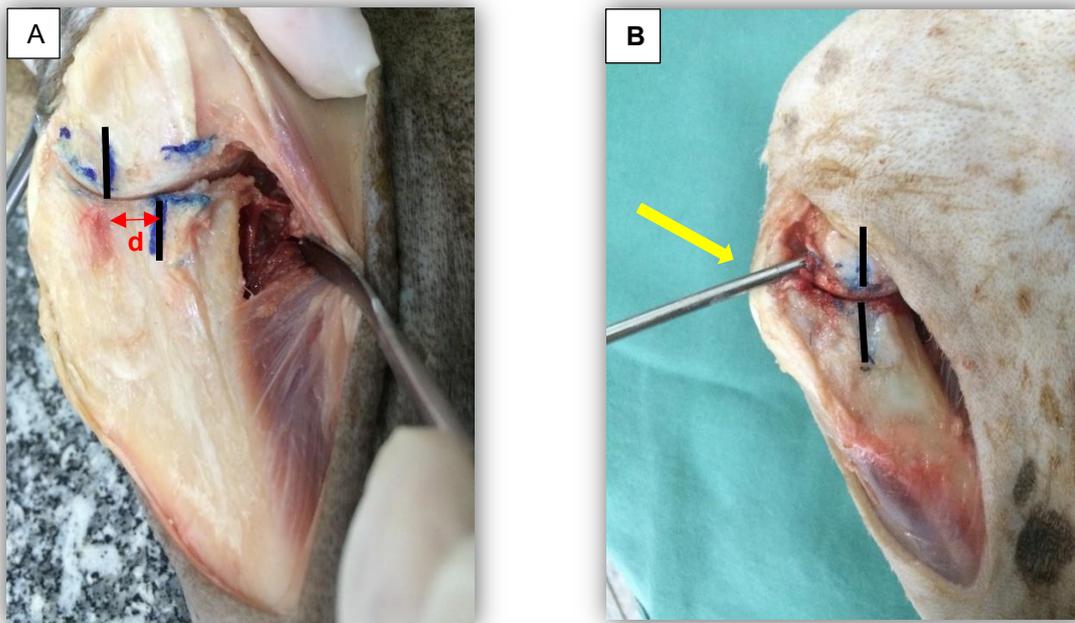


Figura 23. Demarcação das linhas de orientação da rotação do *plateau* tibial. (A) magnitude da rotação do *plateau* tibial representada pela distância “d” e pelas linhas em preto em cada segmento ósseo;. (B) alinhamento das linhas e conclusão da rotação do *plateau* tibial. Observar ponto de colocação do pino de rotação (seta amarela) (foto da autora 2019).

1
 2 Após completa rotação do *plateau* tibial inseriu-se um fio de Kirschner de 1,5mm
 3 de diâmetro, através da crista da tibia (próximo à inserção das fibras de charpey) em direção
 4 ao fragmento proximal da osteotomia, com a finalidade de fixar os dois fragmentos ósseos
 5 na nova posição. Com os fragmentos devidamente fixados, realizou-se o teste de
 6 compressão tibial para certificar a anulação do deslocamento tibial. É importante avaliar a
 7 compressão tibial antes da fixação da placa óssea para assim assegurar que a compressão
 8 tibial foi eliminada. Ajustes ao grau de rotação podem ser necessários se ainda houver
 9 compressão tibial positiva nessa fase do procedimento. A distância de rotação pode ser
 10 aferida neste momento, medindo-se a superfície de osteotomia exposta no aspeto caudal da
 11 tibia.

12 Com os fragmentos ósseos corretamente posicionados, fixou-se a placa óssea de
 13 tamanho adequado seguindo a ordem exata da colocação dos parafusos: 1º) primeiro
 14 parafuso do segmento distal, parafuso cortical compressivo, inserir e deixar solto; 2º)
 15 parafuso do seguimento proximal mais próximo ao *plateau* tibial, bloqueado, inserir e
 16 bloquear; 3º e 4º) demais parafusos do segmento proximal; antes de colocar o 5º e o 6º
 17 parafusos apertar o parafuso compressivo (1º parafuso) e então colocar os dois ultimos
 18 parafusos bloqueados do segmento distal. O contorno da placa óssea pode ser realizado de
 19 forma mais simples, pela remoção do excesso de tecido fibroso do aspeto medial da
 20 articulação do joelho (extirpação do reforço medial). O primeiro parafuso do segmento distal

1 da placa deve ser utilizado para comprimir a linha de osteotomia. Ao utilizar parafusos
2 bloqueados, aplicar primeiro o parafuso não bloqueado, para que haja contato entre placa e
3 osso (figura 24).

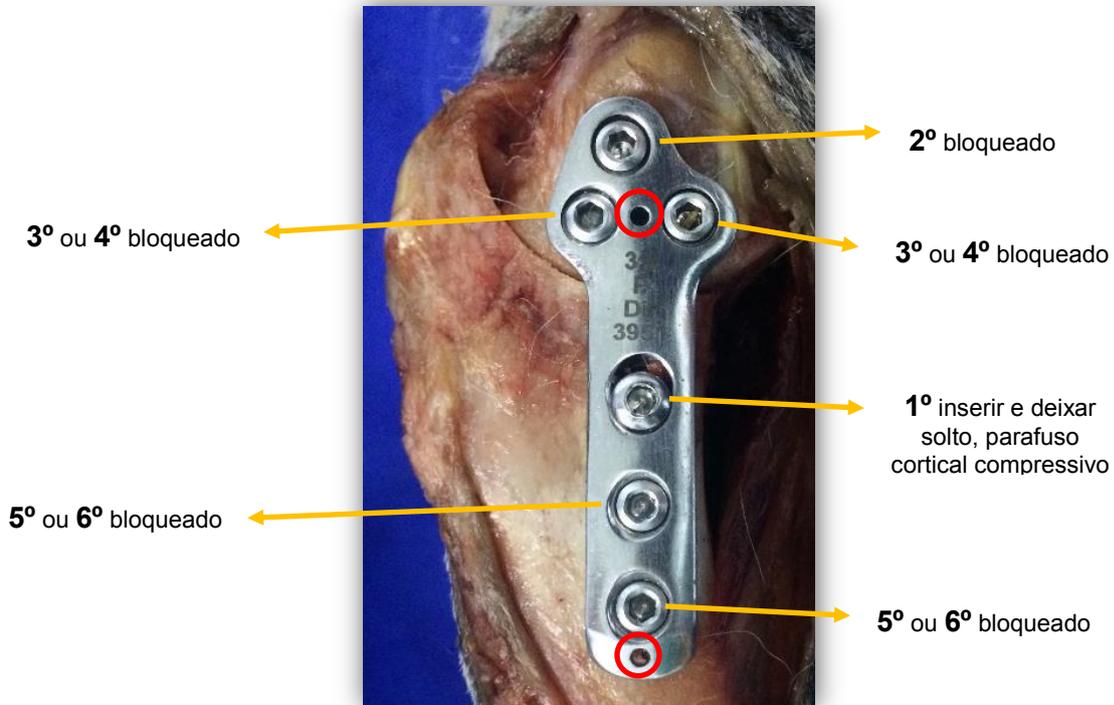


Figura 24. Ordem da colocação dos parafusos na fixação da placa de TPLO. Os círculos vermelhos indicam dois pequenos orifícios que podem ser utilizados para pré fixar a placa ao osso até a colocação dos parafusos. Estes orifícios estão preparados para receber um pino liso de 1,5mm, o qual é removido após a colocação dos parafusos. A ordem de colocação dos parafusos esta representada na figura como 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º (setas amarelas) (foto da autora 2019).

4

5 Após fixação de todos os implantes, deve-se suturar a inserção da cabeça cranial
6 do músculo sartório à fascia profunda da tíbia, a fásia superficial e os tecidos subcutâneos
7 com fio absorvível com padrão contínuo. A seguir, suturar a pele com fio não absorvível em
8 padrão simples interrompido ou com agrafos cutâneos.

9

10 3.3. Avaliação pós-operatória

11

12 Após a realização da TPLO, os joelhos foram novamente radiografados de acordo
13 com a técnica radiográfica descrita no planeamento pré-operatório. Foram avaliados: (a)
14 APT pós-operatório; (b) posicionamento da osteotomia (espessura da crista da tíbia -
15 medidas D1 e D2) e (c): posicionamento dos implantes.

16

17

18

1
2
3
4
5
6
7
8

4. RESULTADOS

Os valores dos APT, das medidas D1, D2 e D3, do raio da serra e os valores das rotações dos *plateaus* tibiais obtidos, para cada caso, no planeamento radiográfico pré-operatório, bem como os valores alcançados após a TPLO, estão representados na tabela 5.

Tabela 5. Valores de APT, D1, D2, D3, Raio da Serra e Rotação obtidos no planeamento pré-operatório e os respectivos resultados após TPLO (continua...).

TPLO	Momento da avaliação	APT	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Raio da Serra (mm)	Rotação (mm)
Caso 1 (N03 MPE)	Pré-operatório	27,1°	1,57	1,53	1,97	18	6,80
	Pós-operatório	16,2°	1,50	1,46	-	-	-
Caso 2 (N03 MPD)	Pré-operatório	26,7°	1,60	1,60	1,85	18	6,80
	Pós-operatório	6,7°	1,69	1,53	-	-	-
Caso 3 (N04 MPD)	Pré-operatório	29,8°	1,67	1,81	2,26	21	9,00
	Pós-operatório	6,7°	1,53	2,02	-	-	-
Caso 4 (N04 MPE)	Pré-operatório	29,0°	1,50	1,83	2,33	21	8,60
	Pós-operatório	6,7°	1,69	1,53	-	-	-
Caso 5 (N05 MPD)	Pré-operatório	30,0°	1,25	1,48	2,33	24	10,30
	Pós-operatório	7,2°	1,52	2,12	-	-	-
Caso 6 (N05 MPE)	Pré-operatório	25,4°	1,42	1,42	2,13	24	8,20
	Pós-operatório	6,1°	1,46	2,06	-	-	-
Caso 7 (N07 MPD)	Pré-operatório	18,5°	1,34	1,41	1,90	18	4,30
	Pós-operatório	14,1°	1,42	1,63	-	-	-
Caso 8 (N07 MPE)	Pré-operatório	15,8°	1,04	1,24	2,10	18	3,40
	Pós-operatório	5,7°	1,51	1,39	-	-	-
Caso 9 (N02 MPD)	Pré-operatório	27,7°	1,42	1,56	2,30	21	8,30
	Pós-operatório	- 6,8°	1,21	1,28	-	-	-
Caso 10 (N02 MPE)	Pré-operatório	26,2°	1,47	1,56	2,34	21	7,50
	Pós-operatório	2,2°	1,45	1,28	-	-	-
Caso 11 (N09 MPD)	Pré-operatório	24,2°	1,04	1,21	2,65	24	7,80
	Pós-operatório	10,0°	0,66	1,29	-	-	-
Caso 12 (N09 MPE)	Pré-operatório	25,0°	1,21	1,41	2,38	24	8,20
	Pós-operatório	2,3°	1,05	1,49	-	-	-
Caso 13 (N01 MPE)	Pré-operatório	22,0°	1,53	1,84	2,56	24	7,00
	Pós-operatório	- 1,9°	1,11	1,59	-	-	-
Caso 14 (N01 MPD)	Pré-operatório	26,2°	1,57	2,01	2,63	24	8,60
	Pós-operatório	1,3°	1,66	2,45	-	-	-

TPLO: osteotomia de nivelamento do *plateau* tibial; APT: ângulo do *plateau* tibial; D1, D2 e D3: medidas de orientação para a osteotomia; N01, N02 etc: identificação do animal; MPD: membro pélvico direito; MPE: membro pélvico esquerdo.

1

(continuação) Tabela 5. Valores de APT, D1, D2, D3, Raio da Serra e Rotação obtidos no planejamento pré-operatório e os respectivos resultados após TPLO.

TPLO	Momento da avaliação	APT	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Raio da Serra (mm)	Rotação (mm)
Caso 15 (N06 MPD)	Pré-operatório	24,4°	1,17	1,32	2,55	24	7,80
	Pós-operatório	5,4°	1,18	1,74	-	-	-
Caso 16 (N06 MPE)	Pré-operatório	22,1°	1,34	1,36	2,59	24	7,00
	Pós-operatório	1,3°	1,34	1,63	-	-	-
Caso 17 (N10 MPD)	Pré-operatório	19,8°	1,12	1,42	2,47	24	6,20
	Pós-operatório	8,4°	1,14	1,51	-	-	-
Caso 18 (N10 MPE)	Pré-operatório	18,6°	1,07	1,38	2,63	24	5,80
	Pós-operatório	7,7°	1,21	1,65	-	-	-

TPLO: osteotomia de nivelamento do *plateau* tibial; APT: ângulo do *plateau* tibial; D1, D2 e D3: medidas de orientação para a osteotomia; N01, N02 etc: identificação do animal; MPD: membro pélvico direito; MPE: membro pélvico esquerdo.

2

3

4

5

6

7

A curva de aprendizagem para o APT pode ser visualizada no gráfico 1 e a comparação entre as medidas D1 e D2 planejadas e obtidas após a TPLO pode ser visualizada nos gráficos 2 e 3, respectivamente.

Gráfico 1. Curva de aprendizagem para o APT.

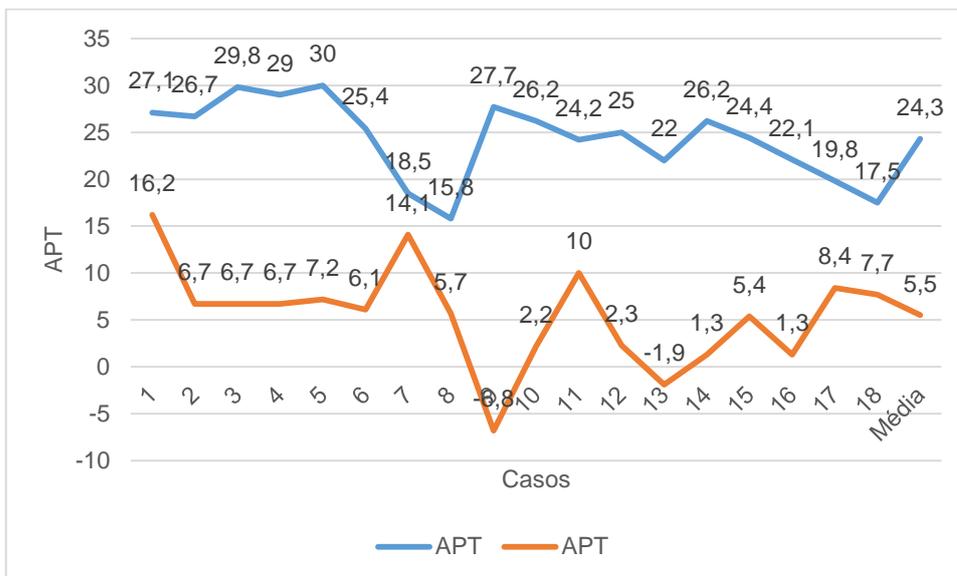


Gráfico 2. Comparação entre as medidas D1 planeadas e obtidas após TPLO.

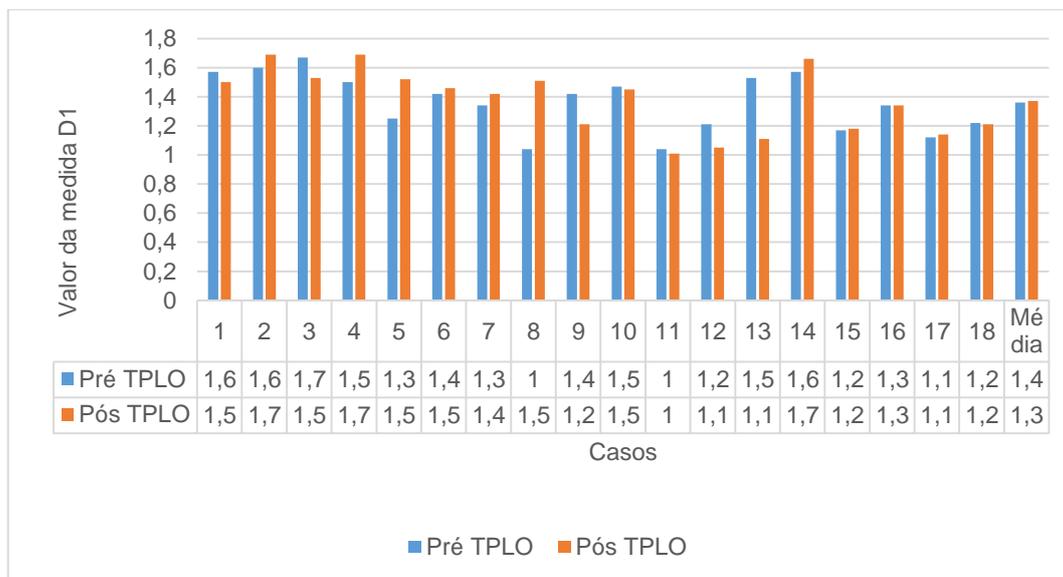
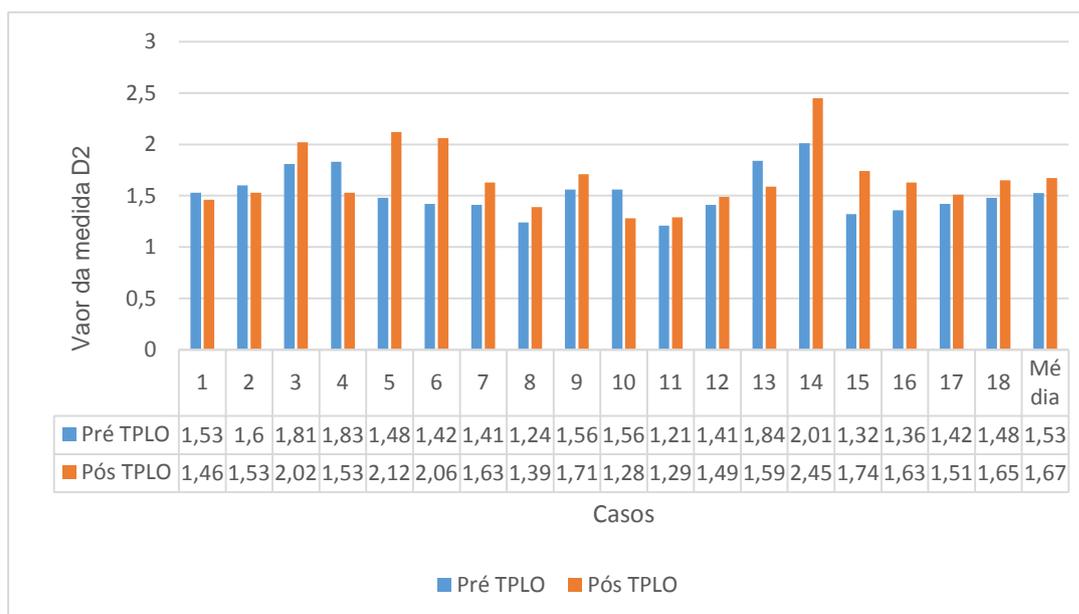


Gráfico 3. Comparação entre as medidas D2 planeadas e obtidas após TPLO.



1
2
3
4
5
6
7
8
9

As imagens radiográficas pré e pós-operatórias de cada caso encontram-se nos anexos de 1 a 18 e os casos são identificados como N01 MPD; N01 MPE; N02 MPD; N02 MPE sucessivamente até ao 18º caso (N10 MPE). As siglas MPE e MPD representam, respetivamente, membro pélvico esquerdo e membro pélvico direito; ML (medio-lateral) e CrCd (cranio-caudal) designam o posicionamento radiográfico. Os casos estão colocados na ordem de execução das TPLOs. Os casos 4, 5, 8 e 18 apresentaram parafusos proximais intra-articulares.

1

2 5. DISCUSSÃO

3

4 O principal objetivo da TPLO é modificar a inclinação do *plateau* tibial de maneira
5 que o APT pós-operatório fique, idealmente, entre os 5° (Slocum and Slocum 1993) e 6,5°
6 (Warzee et al. 2001). Este foi um dos principais pontos analisados durante a fase de
7 formação e, dos 18 casos de TPLO realizados, atingiu-se um APT ideal em apenas 22,22%
8 dos casos (casos 2, 6, 8 e 15). A média dos APTs pós-operatórios foi de 5,5°, com variação
9 de -6,8° a 16,2°. Mais uma vez observou-se que mesmo com uma grande variação do APT
10 pós-operatório, o teste de compressão tibial foi negativo, corroborando com estudo feito por
11 Robinson et al. (2006) que, ao submeter Labradores a testes de força de reação ao solo pós
12 TPLO, concluíram não haver diferença estatística significativa na função do membro para
13 APT de 0° a 14°. Resultados semelhantes aos nossos foram encontrados por Priddy et al.
14 (2003) ao avaliarem, retrospectivamente, 193 casos de TPLO, os quais apresentaram APT
15 pós-operatório médio de 6,5° com variação de -7° a 24°.

16 Cuidado especial deve ser tomado com rotações excessivas do *plateau* tibial, pois
17 estas levam a APTs negativos, alteram a deslocamento tibial de cranial para caudal e
18 aumentam a tensão sobre o LCCd, podendo predispor a sua lesão (Warzee et al. 2001; Reif
19 et al. 2002). Priddy et al. (2003) sugerem que os cães podem compensar APTs que não são
20 ideais e em seu trabalho, nem mesmo o cão com APT pós-operatório de -7°, desenvolveu
21 ruptura do LCCd. Dois ângulos negativos, 11,11% dos casos (casos 9 e 13), foram obtidos
22 durante esta formação e, apesar desse resultado não ser favorável, as radiografias médio-
23 laterais de ambos (caso 9 com APT de -6,8° e caso 13 com APT de -1,9°) mostram que, por
24 mais que a rotação tenha sido excessiva, não ultrapassou o limite da inserção do ligamento
25 patelar na tuberosidade da tíbia (anexos 9B e 13B). Como o segmento do *plateau* tibial
26 fornece suporte para a tuberosidade da tíbia é importante que a rotação do *plateau* não
27 ultrapasse o ponto de co prevalência com a fixação do ligamento patelar na tíbia, evitando
28 assim fraturas por avulsão da tuberosidade da tíbia (Talaat et al. 2006). Talaat et al. (2006)
29 recomendam que, caso seja previsto que a rotação do *plateau* tibial ultrapasse esse ponto, a
30 TPLO seja associada com uma CWO.

31 A fratura por avulsão da tuberosidade da tíbia é uma das principais complicações
32 da TPLO e do aumento de morbidade do paciente no pós-operatório, representando cerca
33 de 3 a 9% de todas as complicações (Priddy et al. 2003). Dentre as causas associadas à
34 fratura da tuberosidade da tíbia estão o posicionamento da osteotomia, a realização de
35 TPLOs bilaterais simultâneas, o aumento do APT no pós-operatório (Bergh et al. 2008;
36 Collins et al. 2013), “gap” no local da osteotomia, localização na do pino de fixação na

1 tuberosidade da tíbia e diminuição da largura da crista tibial no ponto de inserção do
2 ligamento patelar (Collins et al. 2013).

3 Segundo o estudo realizado por Bergh et al. (2008), a prevalência destas fraturas
4 pode ser efetivamente diminuída quando tais fatores predisponentes são levados em
5 consideração. Portanto, a osteotomia deve ser realizada de forma a permitir não só um
6 espaço adequado para a fixação proximal da placa óssea, mas também de forma a
7 preservar a crista da tíbia e assim prevenir fraturas (Schulz 2007). A largura da tuberosidade
8 da tíbia deve ser no mínimo de 10 mm e, valores inferiores a este para cães com peso
9 corporal médio de 40 kg, representam um fator de risco para fraturas da tuberosidade tibial
10 (Bergh et al. 2008). No entanto, a espessura ideal a ser mantida depende do tamanho do
11 paciente e da anatomia individual da tíbia. Em cães de raça gigante a largura é geralmente
12 maior e de raças pequenas deve ser menor (Collins et al. 2013).

13 A precisão do posicionamento da osteotomia pode ser avaliada repetindo-se, no
14 trans e pós-operatório, as medidas D1 e D2 obtidas no planeamento pré-operatório. A
15 osteotomia planeada no pré-operatório e a obtida no pós-operatório, utilizando a técnica de
16 medição D1 e D2, foi comparada com a técnica que utiliza D1, D2 e uma terceira medida,
17 D3, que vai do centro da articulação à saída da osteotomia na região caudal do córtex tibial
18 (Mossman et al. 2013). Esse estudo, de Mossman et al. (2015), mostrou não haver diferença
19 significativa na localização da osteotomia quando se utiliza também a medida D3. Quando
20 comparamos as medidas D1 e D2, planeadas e obtidas no pós-operatório ao final desta
21 formação, observamos dois casos com maior imprecisão da osteotomia. Um caso em que o
22 planeamento determinava uma medida D1 de 1,04cm e a obtida foi de 1,51cm (caso 8) e
23 outro, no qual D2 planeada era de 2,01cm e a obtida foi de 2,45cm (caso 14) (gráficos 2 e
24 3). Segundo Collins et al. (2003), o planeamento pré-operatório e intra-operatório rigorosos
25 tem demonstrado aumentar a precisão da osteotomia, favorecendo o posicionamento mais
26 centralizado da osteotomia e reduzindo o risco de fratura da tuberosidade da tíbia.

27 A fixação da osteotomia foi realizada com placa bloqueada. No segmento proximal
28 da placa todos os parafusos são de bloqueio, no segmento distal o parafuso proximal é
29 cortical, podendo ser colocado de maneira neutra ou compressiva, e os demais são de
30 bloqueio. Em todos os casos deste trabalho utilizou-se o parafuso cortical de maneira
31 compressiva. Dentre as principais complicações da TPLO estão a colocação de parafusos
32 intra-articulares (Priddy et al. 2003, Fitzpatrick and Solano 2010). Dos 18 casos de TPLO
33 realizados, quatro (22,22%) apresentaram parafusos intra-articulares (anexos 4, 5, 8 e 18).
34 Nessas situações deve-se substituir imediatamente o parafuso intra-articular por um parafuso
35 menor, monocortical (Priddy et al. 2003, Conkling et al. 2010). Segundo Leitner et al. (2008),
36 moldar a placa de TPLO durante a cirurgia é impraticável visto que a região proximal
37 metafisária da tíbia possui contornos ósseos irregulares.

1 A alteração da conformação da placa pode resultar em uma mudança na posição
2 do fragmento do *plateau* tibial, como a deslocamento medio-lateral do fragmento proximal
3 em direção à placa ou para o lado oposto da placa ou a rotação em um plano axial (Leitner
4 et al. 2008). As placas bloqueadas pré-moldadas ao formato anatómico ósseo têm a
5 vantagem de terem a angulação do parafuso predeterminada em sua base, ou seja, na
6 rosca efetuada na placa já na origem de sua coinfecção pelo fabricante. Dessa forma, os
7 parafusos mais proximais podem ser afastados da superfície articular. Moldar essas placas
8 reduz essa vantagem. O contorno deve se restringir ao eixo da placa (Kowaleski et al.
9 2013).

10 As placas bloqueadas apresentam vários benefícios quando comparadas as placas
11 não bloqueadas e isso inclui a diminuição das perdas primárias e secundárias de redução;
12 como perda primária é evidenciada uma menor alteração da posição do *plateau* tibial; como
13 perdas secundárias, menor alteração no APT durante a cicatrização óssea e melhor
14 cicatrização óssea (Leitner et al. 2008).

15 Durante a TPLO, depois da osteotomia, o *plateau* tibial é rotacionado e fixado com
16 placa óssea apropriada (Slocum and Slocum 1993). A orientação cranio-caudal e proximo-
17 distal da osteotomia, que deve ser paralela em relação à superfície articular, é de suma
18 importância para evitar o mal alinhamento. A redução dos fragmentos ósseos é necessária
19 para se obter a máxima estabilidade e evitar desalinhamento do membro (Wheeler et al.
20 2003). O desalinhamento do membro também pode ser evitado com o uso do “*Jig*”. O “*Jig*” é
21 fixado com dois pinos ósseos, antes da osteotomia, à região proximal e a extremidade distal
22 da tíbia. É removido após a rotação e fixação do segmento proximal. O uso do “*Jig*” destina-
23 se a prevenir ou limitar o desalinhamento varos ou valgo e a torção tibial (Dejardin 2007). As
24 TPLOs executadas nesta formação não foram realizadas com auxílio do sistema “*Jig*”, visto
25 que seu uso não melhora a precisão da cirurgia de TPLO (Bell and Ness 2007). Schmerbach
26 et al. (2007) avaliaram a influência do uso do “*Jig*” na anatomia tibial pós-operatória e
27 concluíram que o “*Jig*” não é essencial para orientação da osteotomia, rotação do *plateau*
28 tibial ou redução do fragmento. Segundo Bell and Ness (2007), não houve diferenças
29 significativas no APT pós-operatório, na espessura da crista da tíbia, no desalinhamento
30 varos ou valgo e na torção tibial entre as TPLOs realizadas com ou sem “*Jig*”. O mesmo
31 autor afirma que a localização da osteotomia foi significativamente mais distal quando o
32 sistema “*Jig*” foi utilizado.

33 Sem o “*Jig*” o tempo da cirurgia diminui, torna-se mais fácil o posicionamento da
34 osteotomia próximo a posição ideal (perto do centro articular sem o impedimento do pino
35 proximal do sistema “*Jig*”) e a rotação do fragmento proximal pode ser mais fácil. No
36 entanto, sem o “*Jig*”, a prevalência e gravidade do desalinhamento varos ou valgo e torção
37 tibial podem aumentar (Bell and Ness 2007). A realização de TPLO sem o uso de um “*Jig*”

1 além de reduzir o trauma e tempo cirúrgico, reduz custos (Bell and Ness 2007; Schmerbach
2 et al. 2007) e permite o posicionamento livre da osteotomia (Bell and Ness 2007).

3 Embora os fatores de risco para muitas complicações não tenham sido totalmente
4 avaliados, a melhor evidência disponível sugere que as complicações da TPLO podem ser
5 reduzidas com maior experiência do cirurgião, cuidadoso planeamento cirúrgico e execução
6 precisa da técnica. Identificação de fatores de risco conhecidos ou suspeitos ou até mesmo
7 erros técnicos no intraoperatório, permitem que subseqüentes ações sejam tomadas com o
8 objetivo de diminuir morbidade pós-operatória. Aproximadamente 2 a 4% das cirurgias
9 requerem revisão para resolver algum tipo de complicação (Bergh and Peirone 2012).

10 11 **IV. CONCLUSÕES**

12 A alteração do APT durante a cicatrização óssea, apesar de presente não foi
13 determinado pelos APTs pré-operatório e pós-operatório imediato bem como pelo peso do
14 paciente, o que nos leva a concluir que a intensidade da alteração do APT durante a
15 cicatrização óssea não é determinada pela inclinação prévia do *plateau* tibial, por uma maior
16 ou menor rotação do *plateau* tibial pela TPLO e que a carga exercida pelo peso do paciente
17 sobre o joelho, após estabilização rígida por TPLO, não determina o comprometimento da
18 rotação do *plateau* tibial e da estabilidade articular. Mais estudos avaliando a alteração do
19 APT durante a cicatrização óssea precisam ser efetuados.

20 A formação em cadáver foi essencial para a percepção das dificuldades da execução
21 da TPLO, bem como para melhorar a destreza cirúrgica e para a realização do procedimento
22 “*in vivo*”. É necessário que a formação seja rigorosa e vise aperfeiçoar o manuseamento
23 com a serra oscilatória, o posicionamento preciso da osteotomia e a execução do
24 planeamento pré e trans-cirúrgico.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman RD, Hochberg MC, Moskowitz RW. 2000. Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee. *Arthritis Rheum.* 43(9):1905-1915.
- Apelt D, Kowaleski MP, Boudrieau RJ. 2007. Effect of Avanço da Tuberosidade Tibial on cranial tibial subluxation in canine cranial cruciate-deficient stifle joints: an in vitro experimental study. *Vet Surg.* 36:170-177.
- Arthrex Vet Systems, Naples, FL. Acessado em 19 de Dezembro de 2019. <https://www.arthrexvetsystems.com/small-animal/tightrope-fixation-system/related-science>.
- Barnhart MD. 2003. Results of single-session bilateral tibial *plateau* leveling osteotomies as a treatment for bilaterally ruptured cranial cruciate ligaments in dogs: 25 cases (2000–2001). *J Am Anim Hosp Assoc.* 39:573-578.
- Bell JC, Ness MG. 2007. Does use of a jig influence the precision of tibial *plateau* leveling osteotomy surgery? *Vet Surg.* 36:228-233.
- Bennett D, Tennant B, Lewis DG, Baughan J, May C, Carter S. 1988. A reappraisal of anterior cruciate ligament disease in the dog. *J Small Anim Pract.* 29:275-297.
- Bergh MS, Peirone B. Complications of tibial *plateau* levelling osteotomy in dogs. 2012. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 25:349-358.
- Bergh MS, Rajala-Schultz P, Johnson KA. 2008. Risk Factors for Tibial Tuberosity Fracture After TPLO in Dogs. *Vet Surg.* 37:374-382.
- Boudrieau RJ. 2009. Tibial *plateau* leveling osteotomy or Avanço da Tuberosidade Tibial? *Vet Surg.* 38:1–22.
- Briggs KK. 2004. The Canine Meniscus: Injury and Treatment. *Compendium The Center for Specialized Veterinary Care Westbury, New York.* 687-697.
- Brown NP, Bertocci GE, Marcellin-Little DJ. 2015. Canine stifle biomechanics associated with Avanço da Tuberosidade Tibial predicted using a computer model. *Vet Surg.* 44:866-873.
- Cabrera SY, Owen TJ, Mueller MG, Kass PH. 2008. Comparison of tibial *plateau* angles in dogs with unilateral versus bilateral cranial cruciate ligament rupture: 150 cases (2000–2006). *JAVMA.* 232(6):889-892.
- Caylor KB, Zumpano CA, Evans LM, Moore RW. 2001. Intra and Interobserver Measurement Variability of Tibial *Plateau* Slope From Lateral Radiographs in Dogs. *Am Anim Hosp Assoc.* 37:263-268.
- Collins JE, Degner DA, Hauptman JG, DeCamp C. 2013. Benefits of pre- and intraoperative planning for tibial *plateau* leveling osteotomy. *Vet Surg.* 43:142-149.
- Conkling AL, Fagin B, Daye RM. 2010. Comparison of tibial *plateau* angle changes after tibial *plateau* leveling osteotomy fixation with conventional or locking screw technology. *Vet*

1 Surg. 39:475-481.
2
3 Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, Horstman CL, Hoefle WD, Nieves
4 MA, Wagner SD. 2005. Effect of surgical technique on limb function after surgery for
5 rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. J Am Vet Med Assoc. 226(2):232-236.
6
7 Cook CR. 2010a. Extracapsular Stabilization. In: Advances in The Canine Cranial Cruciate
8 Ligament. 1ed. Iowa, USA: ACVS Foundation. p. 163-168.
9
10 Cook CR. 2010b. Stifle Ultrasonography. In: Advances in The Canine Cranial Cruciate
11 Ligament. Iowa, USA: ACVS Foundation. p. 17-121.
12
13 Cook JL. 2010c. Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs: Biology versus Biomechanics.
14 Vet Surg. 39:270–277.
15
16 Cook JL, Luther JK, Beetem J, Karnes J, Cook, CR. 2010d. Clinical comparison of a novel
17 extracapsular stabilization procedure and tibial *Plateau* leveling osteotomy for
18 treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. Vet Surg. 39:315-323.
19
20 DeCamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL. 2016. The Stifle Joint. In: Brinker,
21 Piermattei, and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair.
22 5ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders. p. 606-678.
23
24 DeCamp CE, Riggs CM, Olivier NB, Hauptman JG, Hottinger HA, Soutas-Little RW. 1996.
25 Kinematic evaluation of gait in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Am J Vet
26 Res. 57:120-126.
27
28 Dejardin LM. 2007. Osteotomia com Nivelamento do *Plateau* Tibial. In: Manual de Cirurgia
29 de Pequenos Animais, Slatter D. 3ed. Barueri, SP:Manole. 2:2133-2143.
30
31 Dejour H, Bonnin M. 1994. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two
32 radiological tests compared. J Bone Joint Surg Br. 76:745-749.
33
34 Dismukes DI, Tomlinson JL, Fox DB, Cook JL, Witsberger TH. 2008. Radiographic
35 measurement of canine tibial angles in the sagittal plane. Vet Surg. 37:300-305.
36
37 Doverspike M, Vasseur PB, Harb MF, Walls CM. 1993. Contralateral cranial cruciate ligament
38 rupture: incidence in 114 dogs. J Am Anim Hosp Assoc. 29:167-170.
39
40 Eithne C. 2010. Stifle Morphology. In: Advances in The Canine Cranial Cruciate Ligament,
41 Muir P. Iowa, USA: ACVS Foundation. p. 65-70.
42
43 Ferreira MP. 2013. Comparação das técnicas de osteotomia para avanço da tuberosidade
44 tibial (TTA) e nivelamento do *plateau* tibial (TPLO) para correção da roturade
45 ligamento cruzado cranial em cães com o sistema de baropodometria. Tese
46 apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária
47 da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
48 para obtenção do título de Doutor em Ciências.
49
50 Ferrigno CRA, Cunha O, Mariani TC, Izquierdo D, Nina MID, Ito KC, Ferraz VCM, Romano L.
51 2009. Avanço da Tuberosidade Tibial (TTA): o que é esta nova técnica para
52 tratamento da roturado ligamento cruzado cranial em cães. Revista da Anclivepa,
53 São Paulo. 21(63):21-23.
54

- 1
2
3 Fischer C, Cherres M, Grevel V, Oechtering G, Bottcher P. 2010. Effects of attachment sites
4 and joint angle at the time of lateral suture fixation on tension in the suture for
5 stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle in dogs. *Vet Surg.* 39:334-
6 342.
7
8 Fitzpatrick N, Solano M. 2010. Predictive variables for complications after tibial *plateau*
9 leveling osteotomy with stifle inspection by arthrotomy in 1000 consecutive dogs. *Vet*
10 *Surg.* 39:460-474.
11
12 Fettig AA, Rand WM, Sato AF, Solano M, McCarthy RJ, Boudrieau RJ. 2003. Observer
13 Variability of Tibial *Plateau* Slope Measurement in 40 Dogs With Cranial Cruciate
14 Ligament-Deficient Stifle Joints. *Vet Surg.* 32:471-478.
15
16 Gatineau M, Dupuis J, Planté J, Moreau M. 2011. Retrospective study of 476 tibial *plateau*
17 levelling osteotomy procedures. Rate of subsequent 'pivot shift', meniscal tear and
18 other complications. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 24:333-341.
19
20 Gielen I, Saunders J, Ryssen BV, Bree HV. 2010. Computed Tomography of the Stifle. In:
21 *Advances in the canine cranial cruciate ligament*, Muir P. Iowa, USA: ACVS
22 Foundation. p. 123-133.
23
24 Giffin JR, J. Vogrin TM, Zantop T, Woo SLY, Harner CD. 2001. Effect of increasing tibial
25 slope on the biomechanics of the knee. *Am J of Sports Medicine.* 32(2):376-382.
26
27 Gordon WJ, Conzemius MG, Riedesel E, Besancon MF, Evans R, Wilke V, Ritter MJ. 2003.
28 The relationship between limb function and radiographic osteoarthritis in dogs with
29 stifle osteoarthritis. *Vet Surg.* 32:451-454.
30
31 Guerrero TG, Geyer H, Hässig M, Montavon PM. 2007. Effect of conformation of the distal
32 portion of the femur and proximal portion of the tibia on the pathogenesis of cranial
33 cruciate ligament disease in dogs. *Am J Vet Res.* 68(12):1332-1337.
34
35 Guerrero TG, Pozzi A, Dunbar N, Kipfer NBS, Haessig M, Horodyski MB, Montavon PM.
36 2011. Effect of Avanço da Tuberosidade Tibial on the Contact Mechanics and the
37 Alignment of the Patellofemoral and Femorotibial Joints. *Veterinary Surgery.* 40:839-
38 848.
39
40 Hoffmann DE, Miller JM, Ober CP, Lanz OI, Martin RA, Shireset PK. 2006. Avanço da
41 Tuberosidade Tibial in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 9:219-227.
42
43 Hulse D, Hyman W, Beale B, Saunders B, Peycke I, Hosgoodet G. 2010. Determination of
44 isometric points for placement of a lateral suture in treatment of the cranial cruciate
45 ligament deficient stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 23:163-165.
46
47 Jaeger GH, Budsberg S. 2010. Medical Therapy for Stifle Arthritis. In: *Advances in the canine*
48 *cranial cruciate ligament*, Muir P. Iowa, USA: ACVS Foundation. p. 241-247.
49
50 Kergosien DH, Barnhart MD, Kees CE, Danielson BG, Brouman JD, DeHoff WD, Schertel
51 ER. 2004. Radiographic and clinical changes of the tibial tuberosity after tibial *plateau*
52 leveling osteotomy. *Vet Surg.* 33:468-474.
53
54 Kim SE, Pozzi A, Banks SA, Conrad BP, Lewis DD. 2009. Effect of Avanço da Tuberosidade
55 Tibial on Femorotibial Contact Mechanics and Stifle Kinematics. *Vet Surg.* 38:33-39.

- 1
2 Kim SE, Pozzi A, Kowaleski MP, Lewis DD. 2008. Tibial Osteotomies for Cranial Cruciate
3 Ligament Insufficiency in Dogs. *Veterinary Surgery*. 37(2):111-125.
- 4 Kipfer NM, Tepic S, Damur DM, Guerrero T, Hässig M, Montavon PM. 2008. Effect of Avanço
5 da Tuberosidade Tibial on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles, an in
6 vitro study. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 21(5):385-390.
- 7
- 8 Korvick DL, Pijanowski GJ, Schaeffer DJ. 1994. Three-dimensional kinematics of the intact
9 and cranial cruciate ligament deficient stifle of dogs. *Journal of Biomechanics*.
10 27(10):77-87.
- 11
- 12 Kowaleski MP, Apelt D, Mattoon JS, Litsky AS. 2005. The effect of tibial *plateau* leveling
13 osteotomy position on cranial tibial subluxation: an in vitro study. *Vet Surg*. 34:332-
14 336.
- 15
- 16 Kowaleski MP, Boudrieau RJ, Beale BS, Piras A, Hulse D, Johnson KA. 2013. Radiographic
17 Outcome and Complications of Tibial *Plateau* Leveling Osteotomy Stabilized with an
18 Anatomically Contoured Locking Bone Plate. *Vet Surgery*. 42:847-852.
- 19
- 20 Kowaleski MP, Boudrieau RJ, Pozzi A. 2018. Stifle Joint. In: *Veterinary Surgery Small*
21 *Animals*, Johnston SA, Tobia KM. 2ed, St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders.
22 61:906-998.
- 23
- 24 Kowaleski MP, McCarthy RJ. 2004. Geometric analysis evaluating the effect of tibial *plateau*
25 leveling osteotomy position on postoperative tibial *plateau* slope. *Vet Comp Orthop*
26 *Traumatol*. 17:30-34.
- 27
- 28 Kramer M, Stengel H, Gerwing M, Schimke E, Sheppard C. 1999. Sonography of the canine
29 stifle. *Vet Radiol Ultrasound*. 40(3):282-293.
- 30
- 31 Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, Taylor RA, Boudrieau RJ. 2007. Avanço da Tuberosidade
32 Tibial for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint:
33 Surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Vet Surg*. 36:573-
34 586.
- 35
- 36 Lazar TP, Berry CR, deHaan JJ, Peck JN, Correa M. 2005. Long-term radiographic
37 comparison of tibial *plateau* leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for
38 cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Surg*. 34:133-141.
- 39
- 40 Leitner M, Pearce SG, Windolf M, Schwieger K, Zeiter S, Schawaldler P, Johnson KA. 2008.
41 Comparison of locking and conventional screws for maintenance of tibial *plateau*
42 positioning and biomechanical stability after locking tibial *plateau* leveling osteotomy
43 plate fixation. *Vet Surg*. 37:357-365.
- 44
- 45 Little JP, Bleedorn JA, Sutherland BJ, Sullivan R, Kalscheur VL, Ramaker MA, Schaefer SL,
46 Hao Z, Muir P. 2014. Arthroscopic Assessment of Stifle Synovitis in Dogs with Cranial
47 Cruciate Ligament Rupture. *PLoS ONE* 9(6):e97329. doi:10.1371/journal.pone.
48 0097329.
- 49
- 50 Mattern KL, Berry CR, Peck JN, Herr LG, Monette S. 2006. Radiographic and
51 ultrasonographic evaluation of the patellar ligament following tibial *plateau* leveling
52 osteotomy. *Vet Radiol Ultrasound*. 47:185-191.
- 53
- 54 Moeller EM, Allen DA, Wilson ER, Lineberger JA, Lehenbauer T. 2010. Long-term outcomes
55 of thigh circumference, stifle range of motion, and lameness after unilateral tibial

1 *plateau* leveling osteotomy. Vet Comp Orthop Traumatol. 23:37-42.
2
3 Moeller EM, Cross AR, Rapoff AJ. 2006. Change in tibial *plateau* angle after tibial *plateau*
4 leveling osteotomy in dogs. Vet Surg. 35:460-464.
5
6
7 Montavon PM, Damur DM, Tepic S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of
8 cranial cruciate deficient canine stifle. 2002. Proceedings of the 1st World
9 Orthopaedic Veterinary Congress. 2002. Munich Germany. P. 152.
10
11 Moore KW, Read RA. 1995. Cranial cruciate ligament rupture in the dog - a retrospective
12 study comparing surgical techniques. Aust Vet J. 72(8):281-285.
13
14 Moores AP, Beck AL, Jespers KJ, Wilson AM. 2006. Mechanical evaluation of two loop
15 tensioning methods for crimp clamp extracapsular stabilization of the cranial cruciate
16 ligament-deficient canine stifle. Vet Surg. 35:476-479.
17
18 Morris E, Lipowitz AJ. 2001. Comparison of tibial *plateau* angles in dogs with and without
19 cranial cruciate ligament injuries. J Am Vet Med Assoc. 218(3):363-366.
20
21 Mossman H, von Pfeil DJF, Nicholson M, Phelps H, Morris E, Bradley R, Taylor J,
22 Langenbach A. 2015. Accuracy of three pre- and intraoperative measurement
23 techniques for osteotomy positioning in the tibial *plateau* levelling procedure. Vet
24 Comp Orthop Traumatol. 28:250.
25
26 Muir P. 2010. Advances in The Canine Cranial Cruciate Ligament. 1ed. Iowa, USA: ACVS
27 Foundation.
28
29 Piermattei DL, Flo GL, DeCampi CE. 2009. Ortopedia e Tratamento de Fraturas de
30 Pequenos Animais. 4ed. Barueri:Manole. p. 661-699.
31
32 Pozzi A, Cook JL. 2010. Meniscal Structure and Function. In: Advances in the canine cranial
33 cruciate ligament, Muir P. Iowa, USA: ACVS Foundation. p. 29-35.
34
35 Pozzi A, Samii V, Horodyski MB. 2011. Evaluation of vascular trauma after tibial *plateau*
36 levelling osteotomy with or without gauze protection. A cadaveric angiographic study.
37 Vet Comp Orthop Traumatol. 24:266-271.
38
39 Priddy NH, Tomlinson JL, Dodam JR, Hornbostel JE. 2003. Complications with and owner
40 assessment of the outcome of tibial *plateau* leveling osteotomy for treatment of
41 cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997–2001). J Am Vet Med
42 Assoc. 222(12):1726-1732.
43
44 Rayward RM, Thomson DG, Davies JV, Innes JF, Whitelock RG. 2004. Progression of
45 osteoarthritis following TPLO surgery: a prospective radiographic study of 40 dogs. J
46 Small Anim Pract. 45:92-97.
47
48 Reif U, Dejardin LM, Probst CW, Decamp CE, Flo GL, Johnson AL. 2004. Influence of limb
49 positioning and observation method on the measurement of the tibial *plateau* angle.
50 Vet Surg. 33:368-375.
51
52 Reif U, Hulse DA, Hauptman JG. 2002. Effect of tibial *plateau* leveling on stability of the
53 canine cranial cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study. Vet Surg. 31:147-154.
54

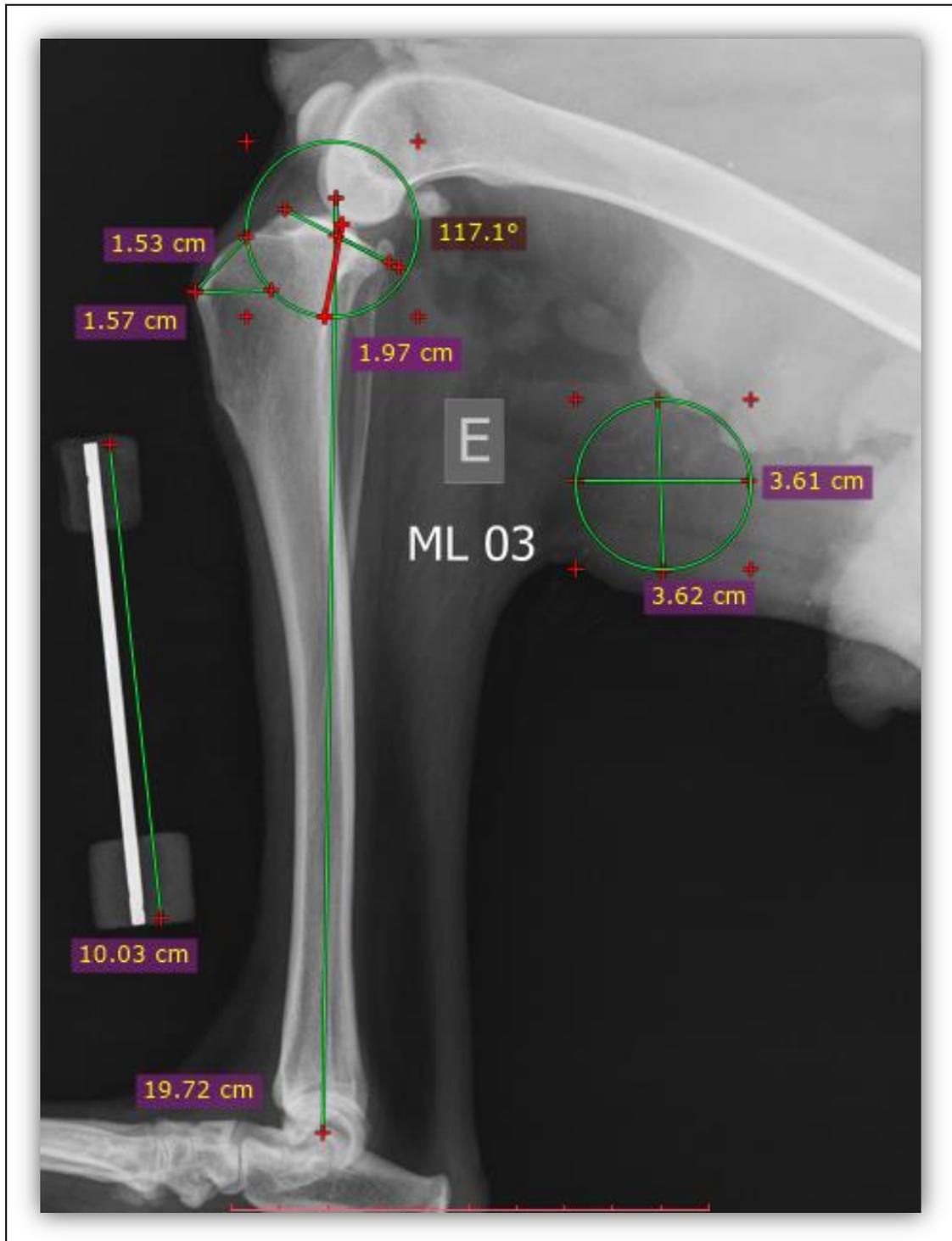
- 1 Robinson DA, Mason DR, Evans R, Conzemius MG. 2006. The effect of tibial *plateau* angle
2 on ground reaction forces 4–17 months after tibial *plateau* leveling osteotomy in
3 labrador retrievers. *Vet Surg.* 35:294-299.
4
- 5 Roe SC, Kue J, Gemma J. 2008. Isometry of potential suture attachment sites for the cranial
6 cruciate ligament deficient canine stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 21(3):215-220.
7 Rooster H, Bruin T, Bree HV. 2010. Morphology and Function of the Cruciate Ligaments. In:
8 Advances in the canine cranial cruciate ligament, Muir P. Iowa, USA: ACVS
9 Foundation. p. 5-12.
10
- 11 Rooster H, Ryssen BV, Bree HV. 1998. Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs
12 by tibial compression radiography. *Veterinary Record.* 142:366-368.
13
- 14 Schmerbach KI, Konrad C, Boeltzig M, Reif U, Wieser JC, Keller T, Grevel V. 2007. In vitro
15 comparison of tibial *plateau* leveling osteotomy with and without use of a tibial *plateau*
16 leveling jig. *Vet Surg.* 36:156-163.
17
- 18 Schulz SK. Afecções Articulares. In: Cirurgia de Pequenos Animais, Fossum TW, Hedlund
19 CS, Johnson AL, Schulz KS, Seim HB, Willard MD, Bahr A, Carroll GL. 3ed, Rio de
20 Janeiro: Mosby, Elsevier, 2007. Capítulo 33, p1254-1276.
21
- 22 Schulz SK, Hayashi k, Fossum TW. 2019 Diseases of the Joints. In: Small Animal Surgery.
23 5ed, Philadelphia, PA:Elsevier. 2019. 34:1227-1248.
24
- 25 Schwandt CS, Bohorquez-Vanelli A, Tepic S, Hässig M, Dennler R, Vezzoni A, Mantovani
26 PM. 2006. Angle between the patellar ligament and tibial *plateau* in dogs with partial
27 rupture of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res.* 67(11):1855-1860.
28
- 29 Scrivani PV. 2010. Magnetic Resonance Imaging of the Stifle. In: Advances in the canine
30 cranial cruciate ligament, Muir P. Iowa, USA: ACVS Foundation. 2010. p. 135-142.
31
- 32 Selmi AL, Padilha Filho JG. 2001. Rupture of the cranial cruciate ligament associated with
33 deformity of the proximal tibia in five dogs. *J Small Anim Pract.* 42:390-393.
34
- 35 Slauterbeck JR, Pankratz K, Xu KT, Bozeman SC, Hardy DM. 2004. Canine
36 ovariohysterectomy and orchiectomy increase the prevalence of ACL injury. *Clin*
37 *Orthop Relat Res.* (429):301-305.
38
- 39 Slocum B, Slocum TD. 1993. Tibial *plateau* leveling osteotomy for repair of cranial cruciate
40 ligament rupture in the canine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal*
41 *Practice.* 23(4):777-795.
42
- 43 Stein S, Schmoekel H. 2008. Short-term and eight to 12 months results of a Avanço da
44 Tuberosidade Tibial as treatment of canine cranial cruciate ligament damage. *J*
45 *Small Anim Pract.* 49:398-404.
46
- 47 Steinberg EJ, Prata RG, Palazzini K, Brown DC. 2011. Avanço da Tuberosidade Tibial for
48 treatment of CrCL injury: Complications and owner satisfaction. *J Am Anim Hosp*
49 *Assoc.* 47(4):250-257.
50
- 51 Talaat MB, Kowaleski MP, Boudrieau RJ. 2006. Combination tibial *plateau* leveling osteotomy
52 and cranial closing wedge osteotomy of the tibia for the treatment of cranial cruciate
53 ligament-deficient stifles with excessive tibial *plateau* angle. *Vet Surg.* 35(8): 729-
54 739.

1
2 Tashman S, Anderst W, Kolowich P, Havstad S, Arnoczky S. 2004. Kinematics of the ACL-
3 deficient canine knee during gait: serial changes over two years. J Orthop Res.
4 22:931-941.
5 Taylor J, Langenbach A, Marcellin-Little DJ. 2011. Risk factors for fibular fracture after TPLO.
6 Vet Surg. 40:687-693.
7
8 Tepic S, Damur DM, Montavon PM. 2002. Biomechanics of the stifle joint. In: Proceedings of
9 the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress. Munich Germany. 2002. p. 189–190.
10
11 Thompson AM, Bergh MS, Wells KL, Wells K. 2011. Tibial *plateau* levelling osteotomy
12 implant removal: A retrospective analysis of 129 cases. Vet Comp Orthop Traumatol.
13 24:450-456.
14
15 Tonks CA, Lewis DD, Pozzi A. 2011. A review of extra-articular prosthetic stabilization of the
16 cranial cruciate ligament-deficient stifle. Vet Comp Orthop Traumatol. 3:167-177.
17
18 Tonks CA, Pozzi A, Ling HY, Lewis DD. 2010. The effects of extra-articular suture tension on
19 contact mechanics of the lateral compartment of cadaveric stifles treated with the
20 TightRope CCL® or Lateral Suture Technique. Vet Surg. 39:343-349.
21
22 Unis MD, Johnson AL, Griffon DJ, Schaeffer DJ, Ragetly GR, Hoffer MJ, Ragetly CA. 2010.
23 Evaluation of Intra- and Interobserver Variability and Repeatability of Tibial *Plateau*
24 Angle Measurements with Digital Radiography Using a Novel Digital Radiographic
25 Program. Vet Surg. 39:187-194.
26
27 Vasseur PB. 2007. Articulação do Joelho. In: Manual de Cirurgia de Pequenos Animais. 3ed,
28 Barueri, SP:Manole. 2007. 2:2090-2133.
29
30 Voss K, Damur DM, Guerrero T, Häessig M, Montavon PM. 2008. Force plate gait analysis to
31 assess limb function after Avanço da Tuberosidade Tibial in dogs with cranial
32 cruciate ligament disease. Vet Comp Orthop Traumatol. 21(3):243-249.
33
34 Warzee CC, Dejardin LM, Arnoczky SP, Perry RL. 2001. Effect of tibial *plateau* leveling on
35 cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate-deficient stifles: an in vitro
36 experimental study. Vet Surg. 30:278-286.
37
38 Wheeler JL, Cross AR, Gingrich W. 2003. In vitro effects of osteotomy angle and osteotomy
39 reduction on tibial angulation and rotation during the tibial *plateau* leveling
40 osteotomy procedure. Vet Surg. 32:371-377.
41
42 Whitehair JG, Vasseur PB, Willits NH. 1993. Epidemiology of cranial cruciate ligament
43 rupture in dogs. J Am Vet Med Assoc. 7(203):1016-1019.
44
45 Wingfield C, Amis AA, Stead AC, Law HT. 2000. Comparison of the biomechanical properties
46 of Rottweiler and racing greyhound cranial cruciate ligaments. J Small Anim Pract.
47 41:303-307.

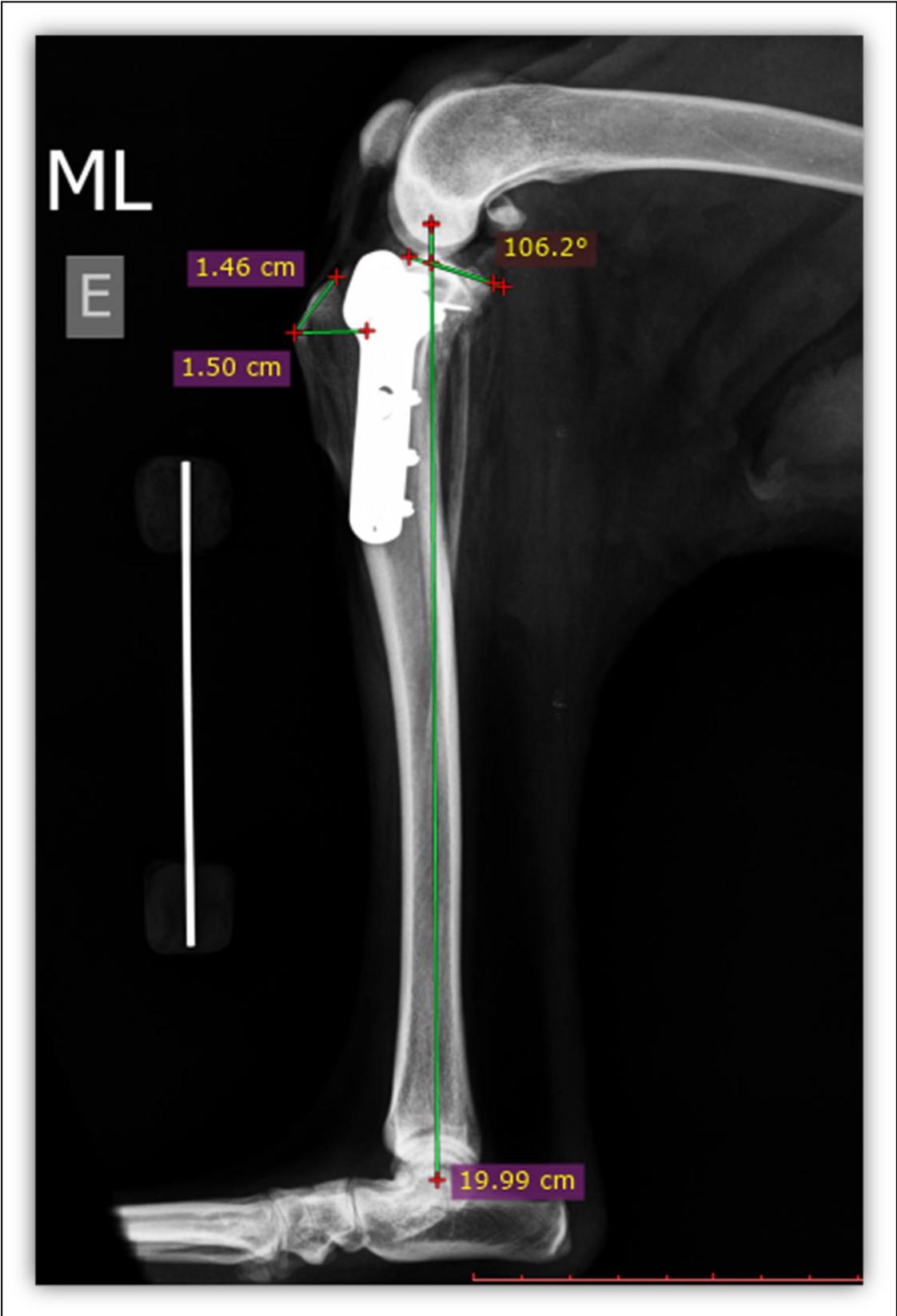
VII. ANEXOS

Anexo 1 (Caso 1 – N03, cão sem raça definida, 20,5kg, TPLO MPE)

A. Planeamento: APT: 27,1°; D1: 1,57cm; D2: 1,53cm; D3: 1,97cm; Raio da Serra: 18mm; Rotação: 6,8mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 16,2°; D1: 1,50cm; D2: 1,46cm.

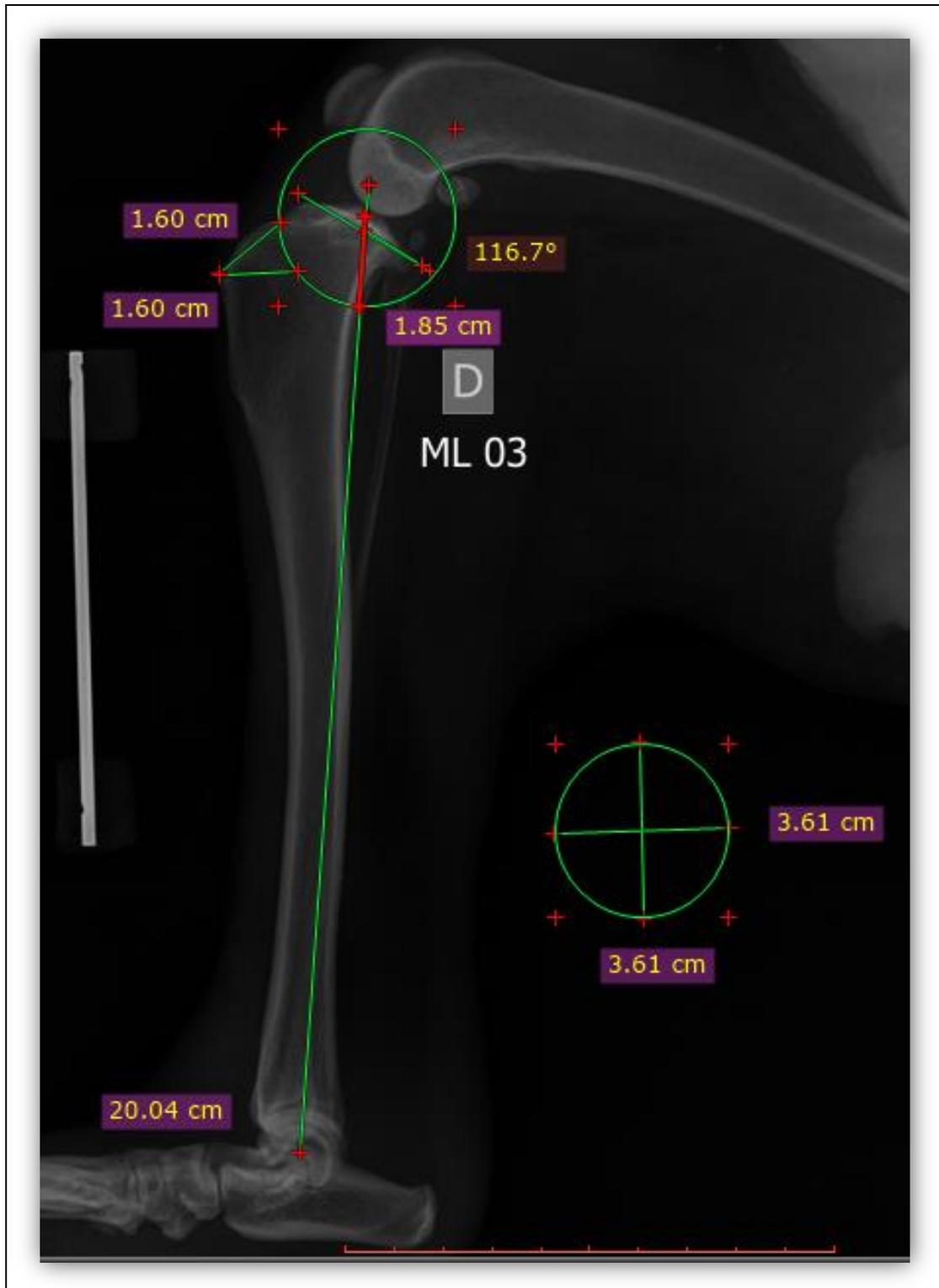


C. Pós-operatório CrCd/MPE: parafusos proximais curtos.

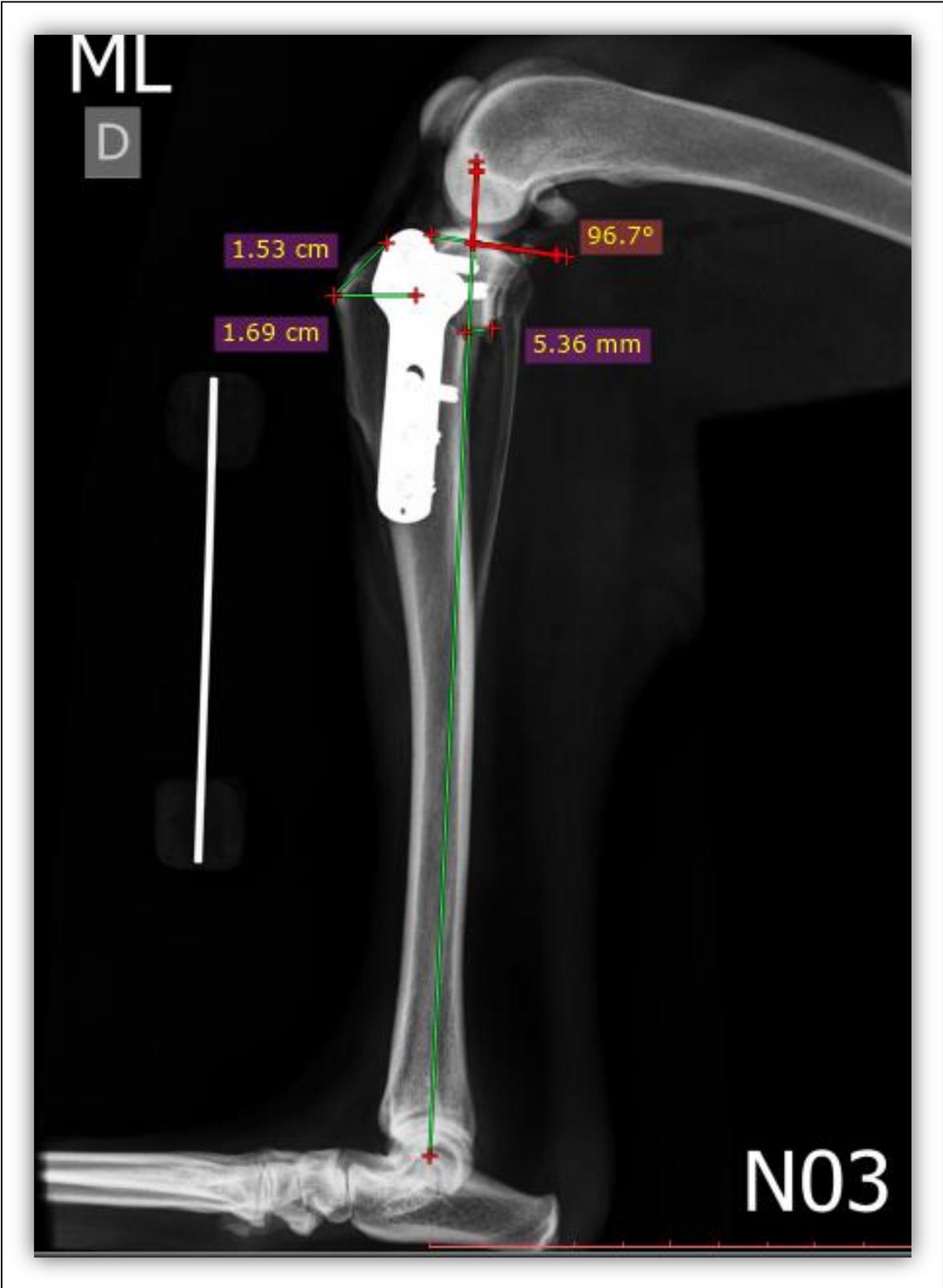


Anexo 2 (Caso 2 – N03, cão sem raça definida, 20,5kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 26,7°; D1: 1,60cm; D2: 1,60cm; D3: 1,85cm; Raio da Serra: 18mm; Rotação: 6,8mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 6,7°; D1: 1,69cm; D2: 1,53cm.

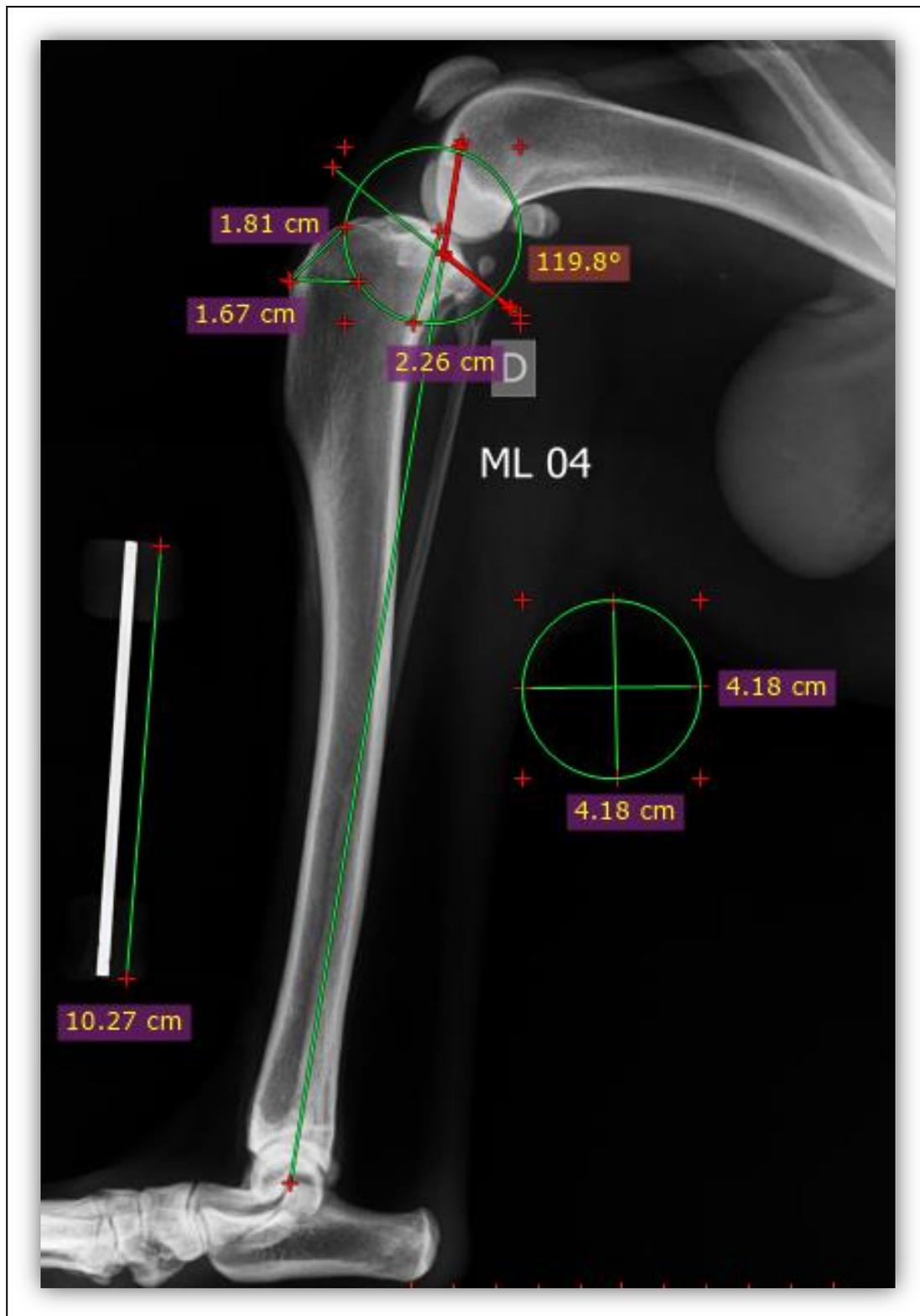


C. Pós-operatório CrCd/MPD: tamanho e posicionamento adequado dos parafusos.

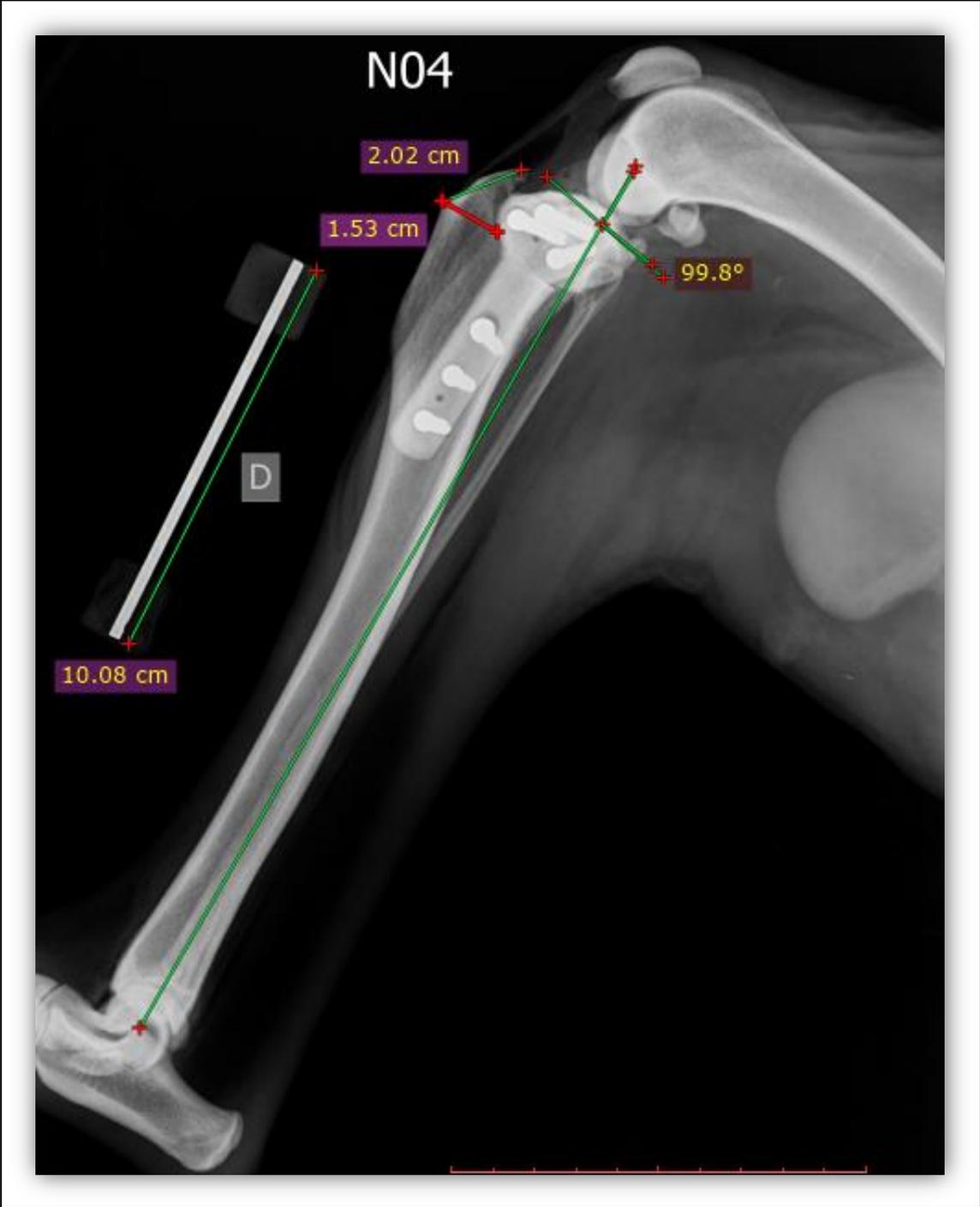


Anexo 3 (Caso 3 – N04, Pastor Alemão, 25,3kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 29,8°; D1: 1,67cm; D2: 1,81cm; D3: 2,26cm; Raio da Serra: 21mm; Rotação: 9mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 6,7°; D1: 1,69cm; D2: 1,53cm.

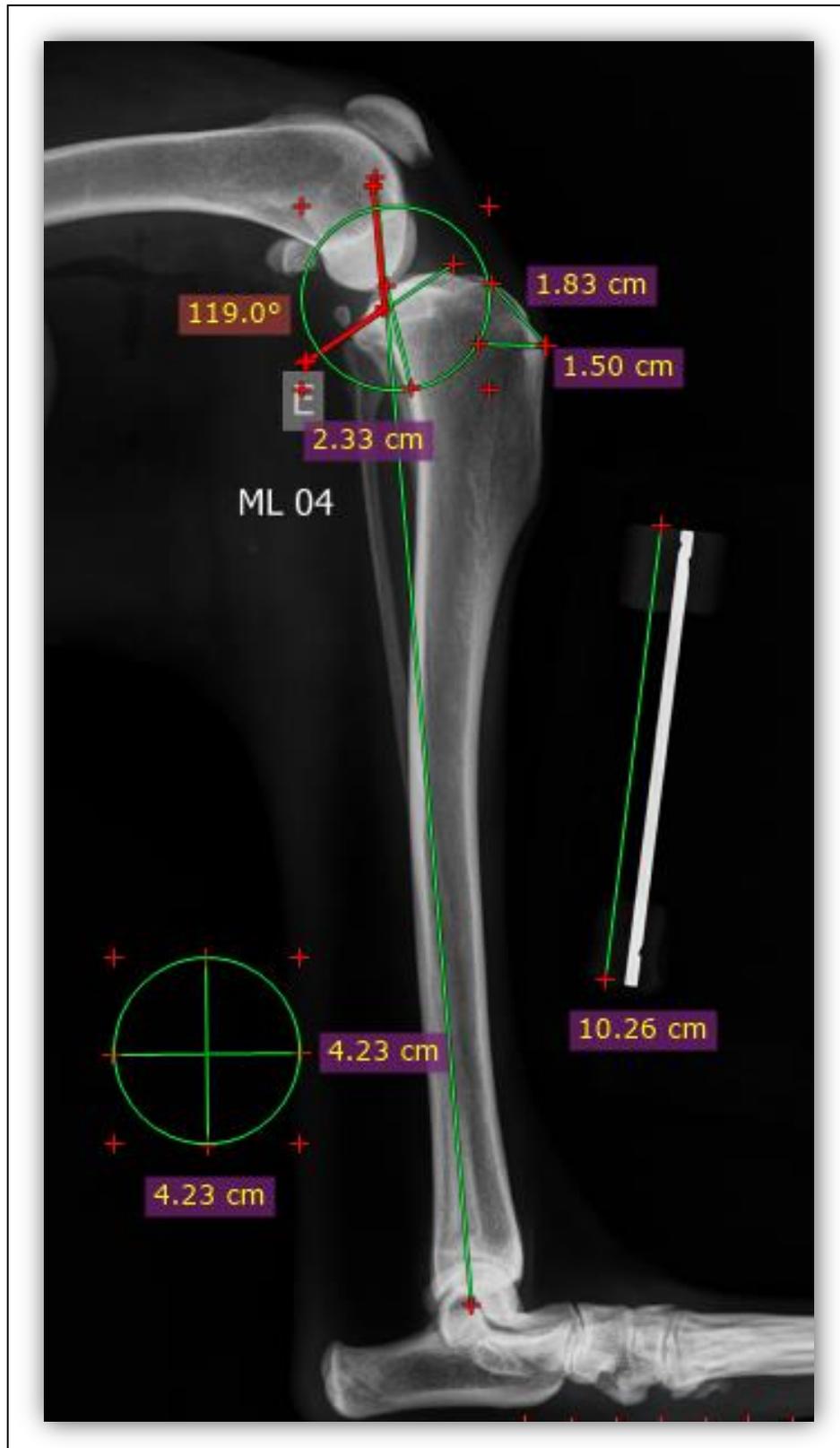


C. Pós-operatório CrCd/MPD: tamanho e posicionamento adequado dos parafusos no segmento proximal; dois ultimos parafusos do segmento distal curtos.



Anexo 4 (Caso 4 – N04, Pastor Alemão, 25,3kg, TPLO MPE)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 29,0°; D1: 1,50cm; D2: 1,83cm; D3: 2,33cm; Raio da Serra: 21mm; Rotação: 8,6mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 6,7°; D1: 1,69cm; D2: 1,53cm.

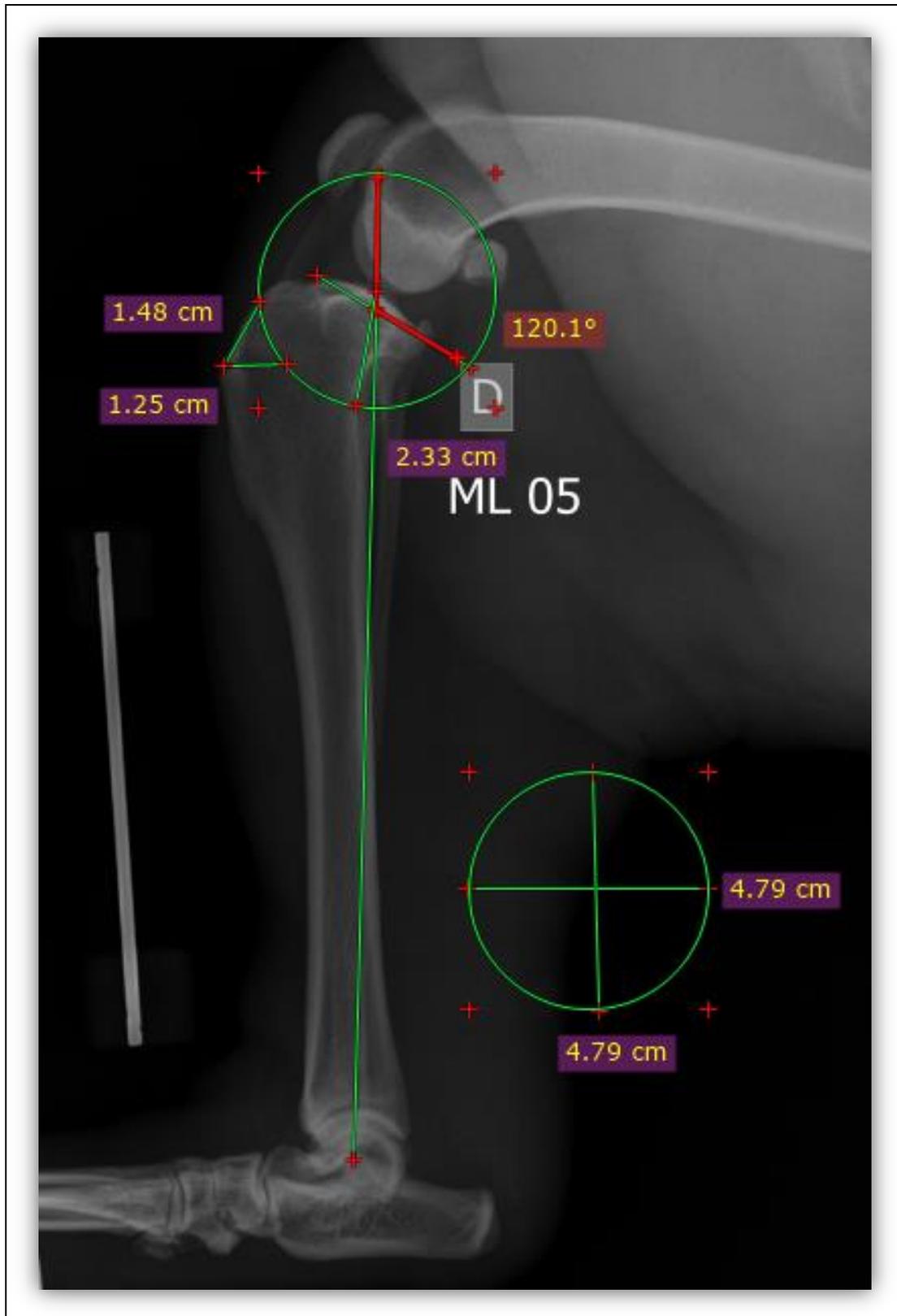


C. Pós-operatório CrCd/MPE: primeiro parafuso proximal intraarticular; dois ultimos parafusos do segmento distal curtos.

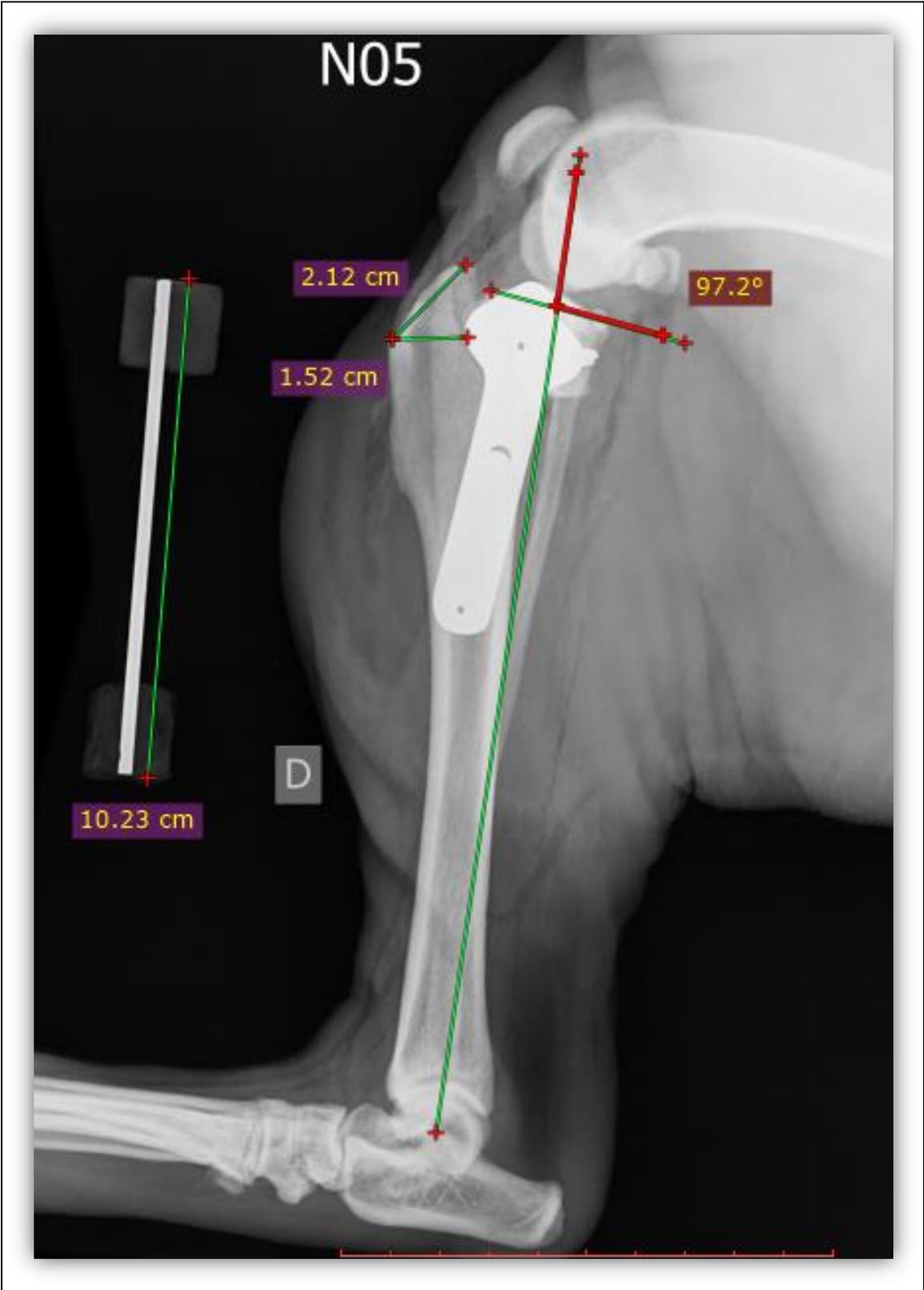


Anexo 5 (Caso 5 – N05, PitBull, 27kg, TPLO MPD)

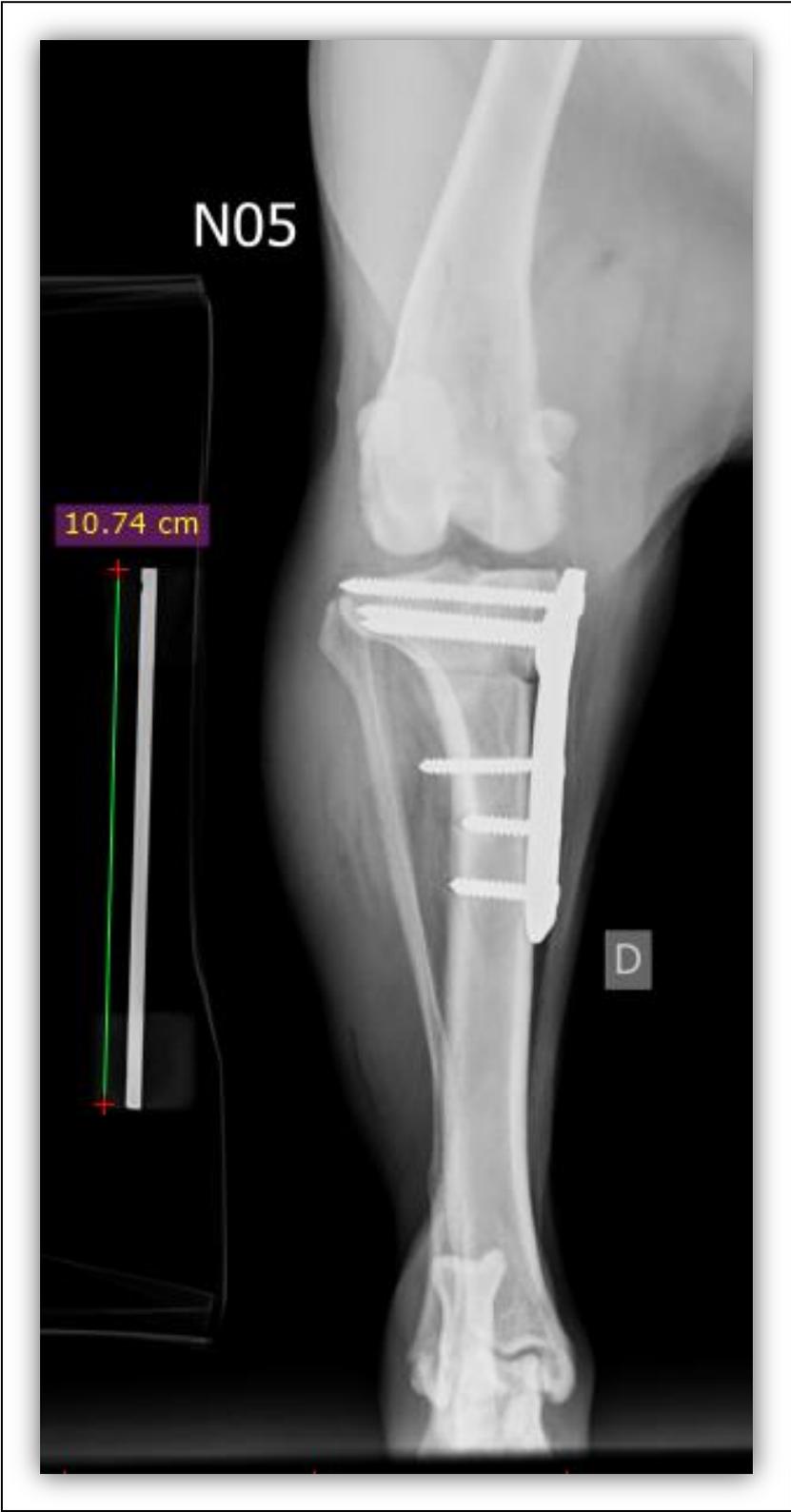
A. Planeamento: APT: 30°; D1: 1,25cm; D2: 1,48cm; D3: 2,33cm; Raio da Serra: 24mm;
Rotação: 10,3mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 7,2°; D1: 1,52cm; D2: 2,12cm.

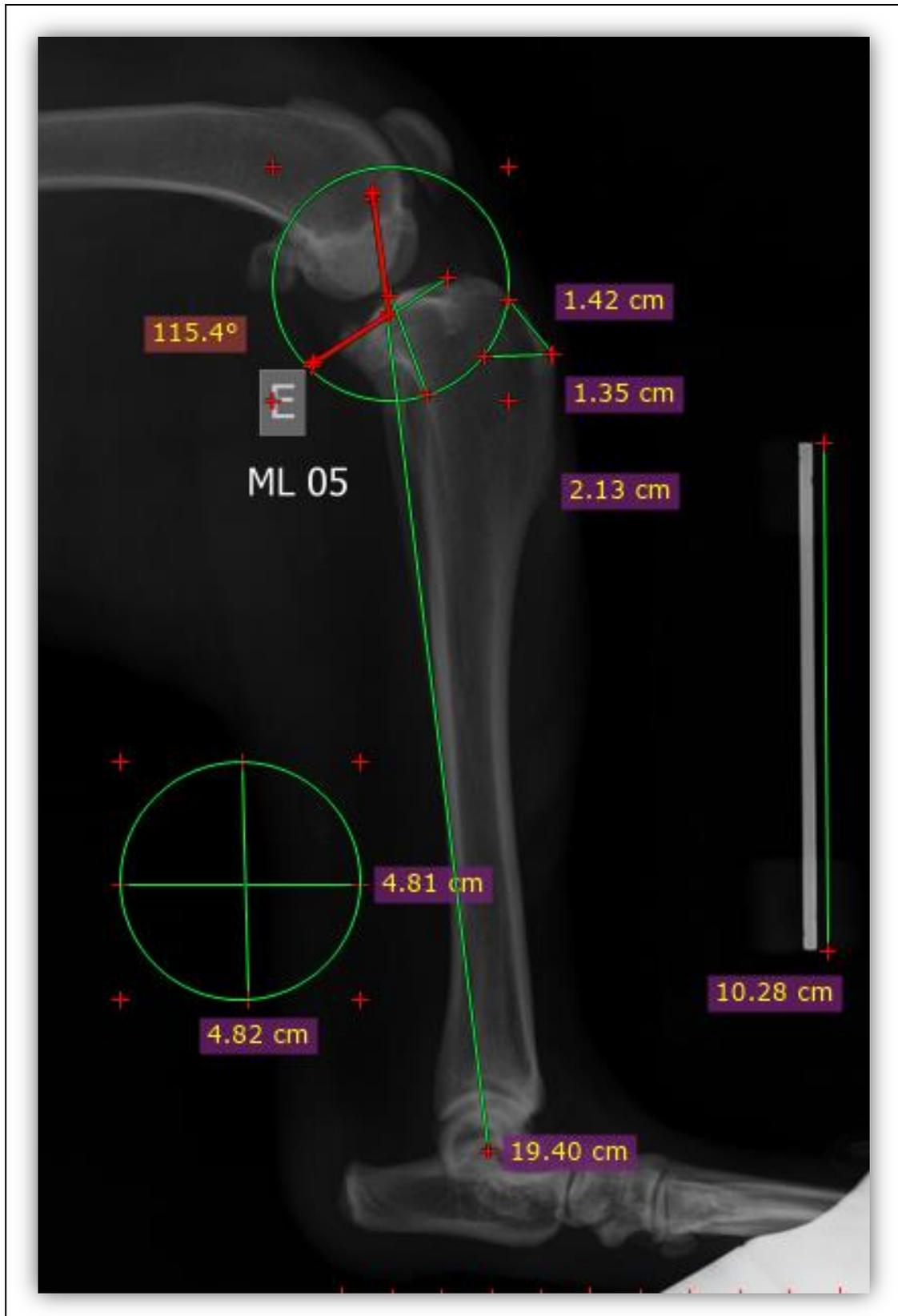


C. Pós-operatório CrCd/MPD: parafuso proximal intra articular; primeiro parafuso distal longo, segundo parafuso distal curto.

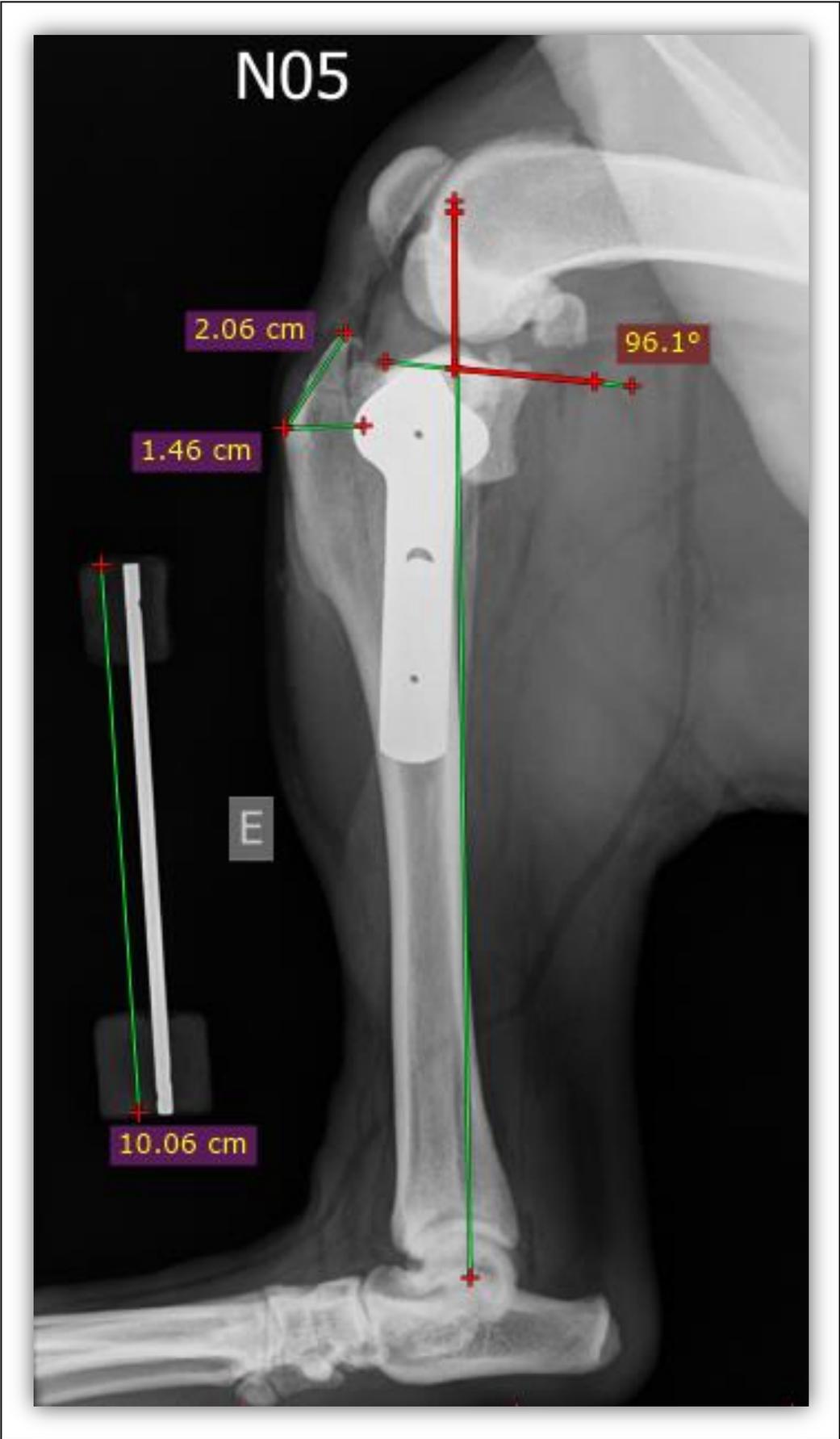


Anexo 6 (Caso 6 – N05, PitBull, 27kg, TPLO MPE)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 25,4°; D1: 1,35cm; D2: 1,42cm; D3: 2,13cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 8,2mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 6,1°; D1: 1,46cm; D2: 2,06cm.

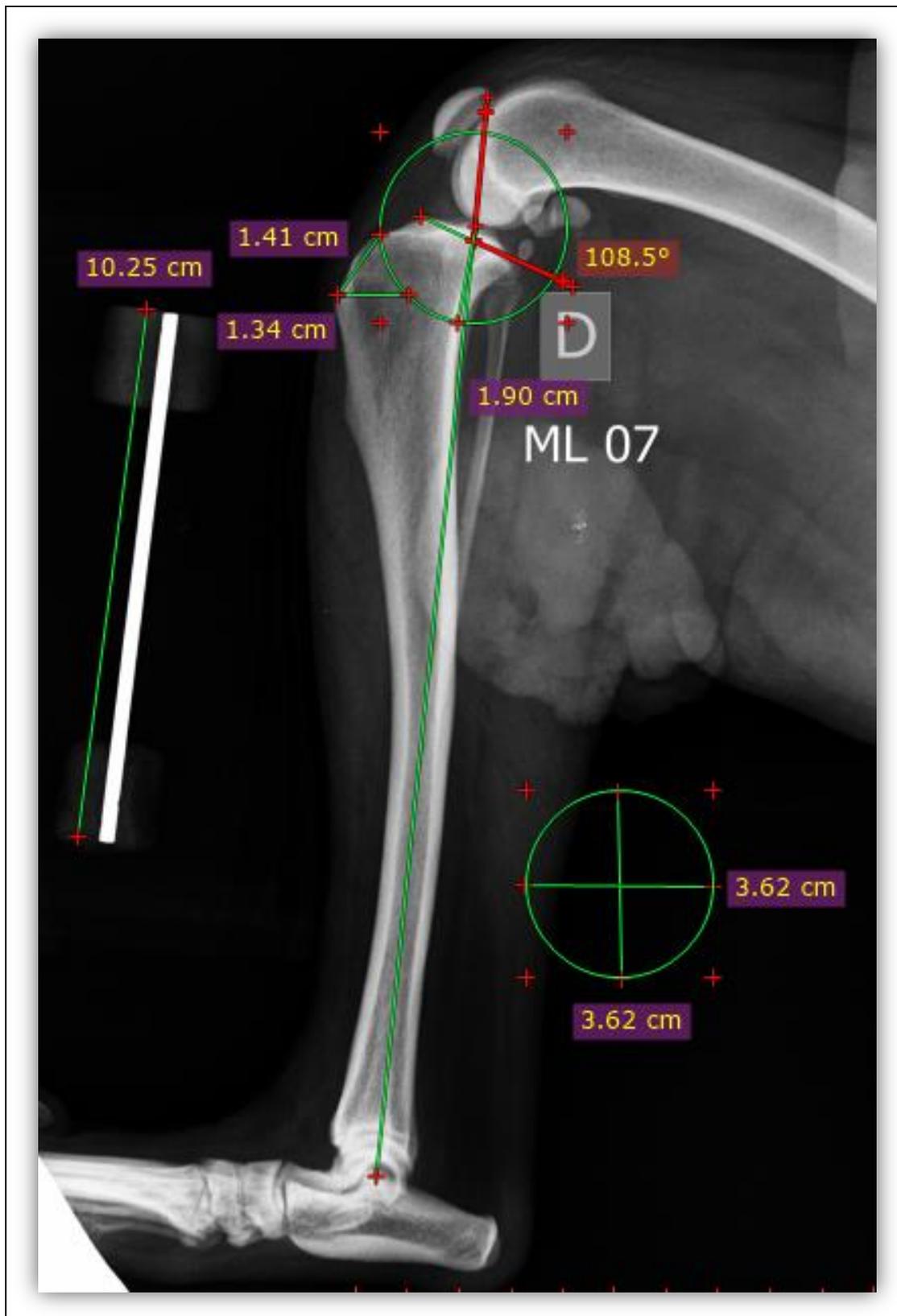


C. Pós-operatório CrCd/MPE: primeiro parafuso distal longo.

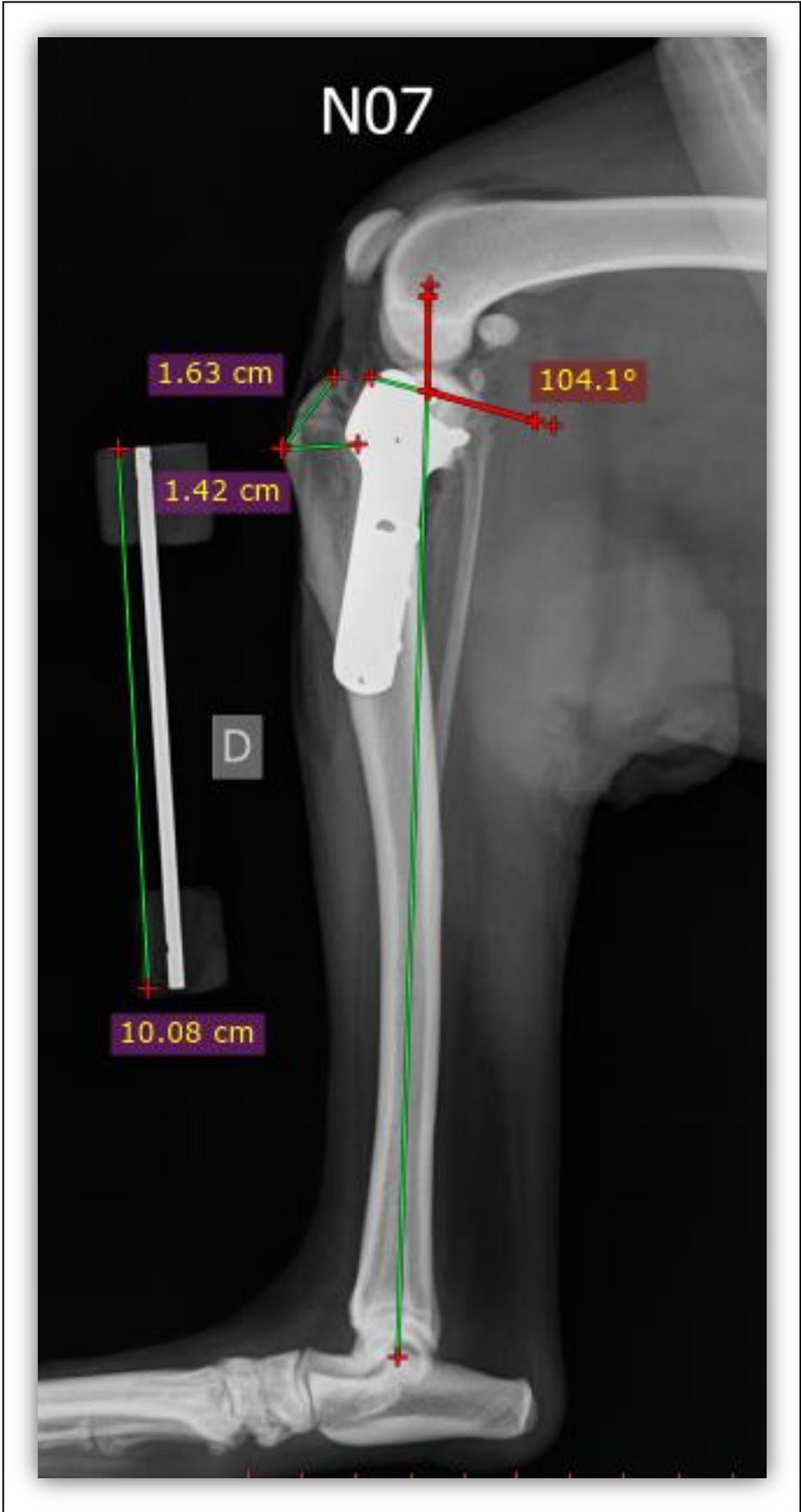


Anexo 7 (Caso 7 – N07, sem raça determinada, 20,5kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 18,5°; D1: 1,34cm; D2: 1,41cm; D3: 1,90cm; Raio da Serra: 18mm; Rotação: 4,3mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 14,1°; D1: 1,42cm; D2: 1,63cm.

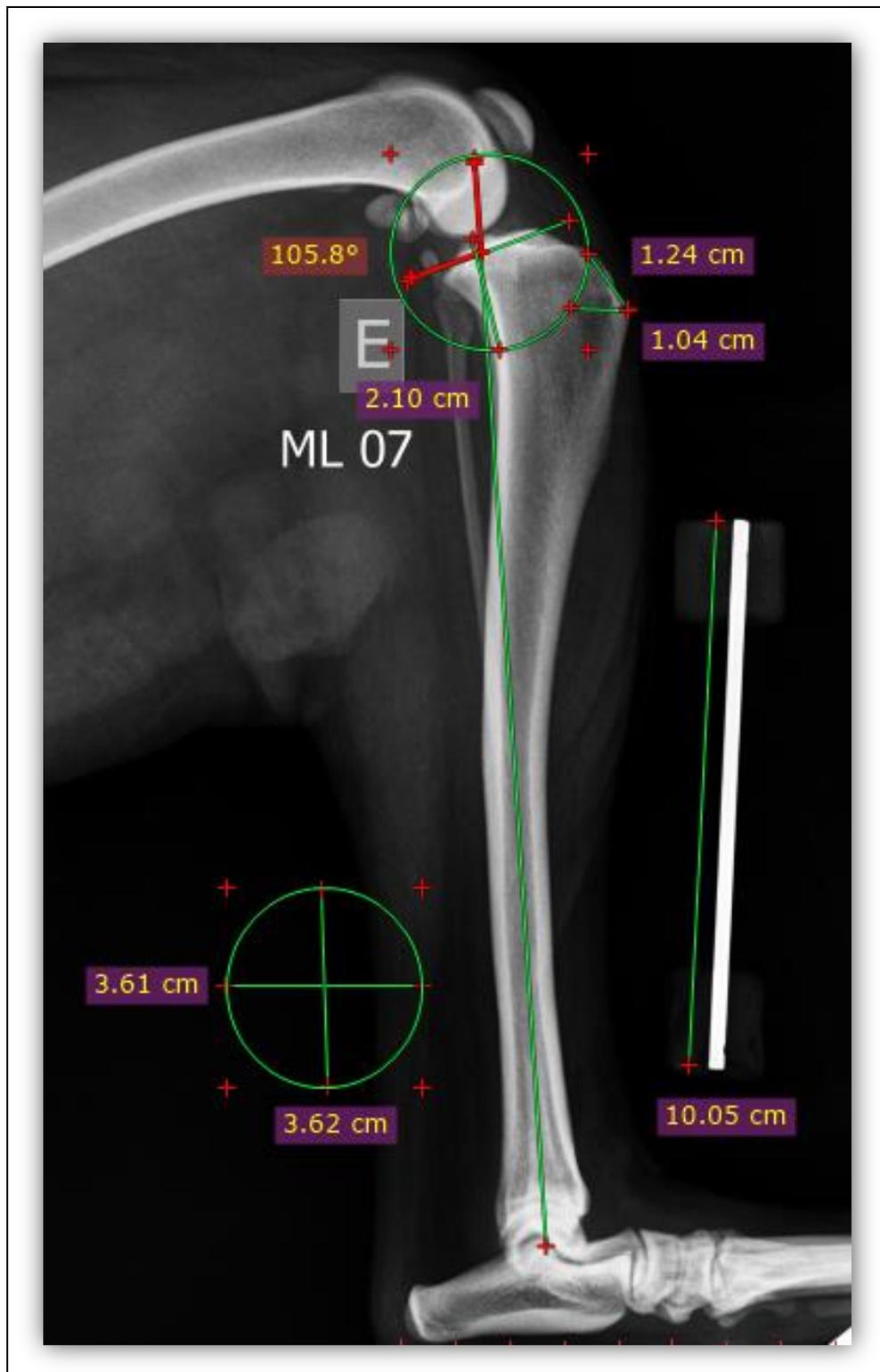


C. Pós-operatório CrCd/MPD: parafusos proximal curto; parafusos distais longos.



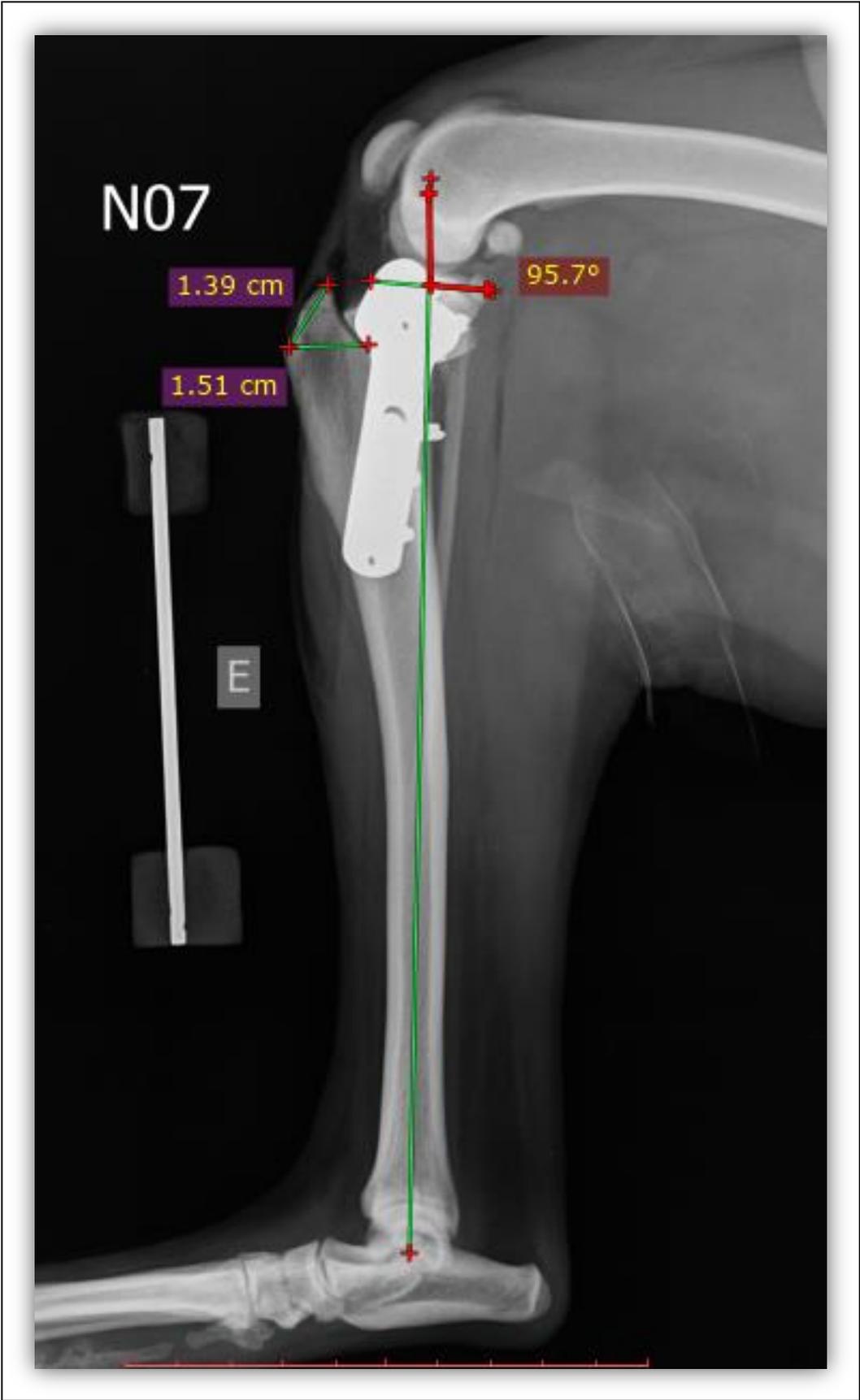
Anexo 8 (Caso 8 – N07, sem raça determinada, 20,5kg, TPLO MPE)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 15,8°; D1: 1,04cm; D2: 1,24cm; D3: 2,10cm; Raio da Serra: 18mm; Rotação: 3,4mm.



B.

B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 5,7; D1: 1,51cm; D2: 1,39cm.

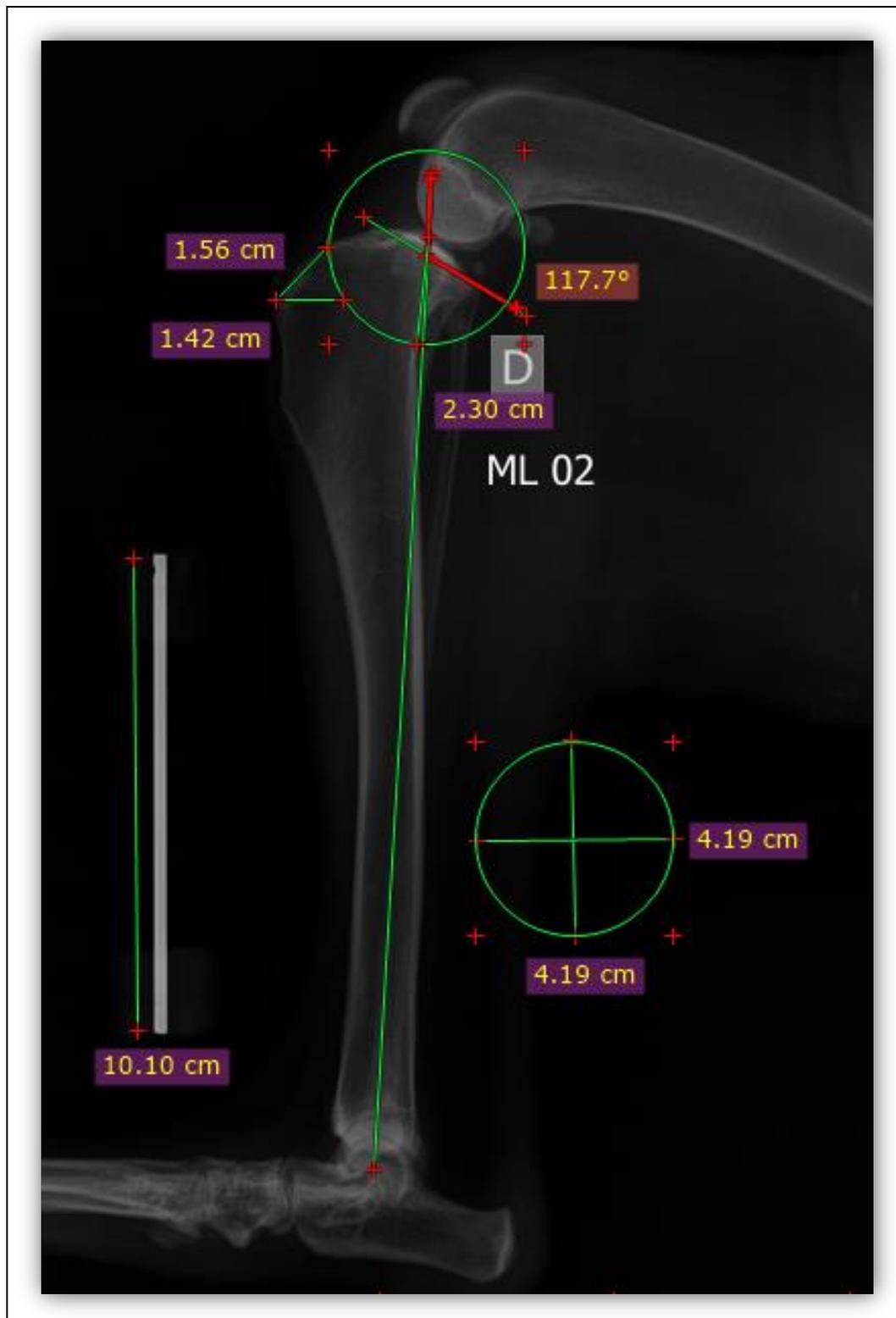


C. Pós-operatório CrCd/MPE: parafuso proximal intra articular.

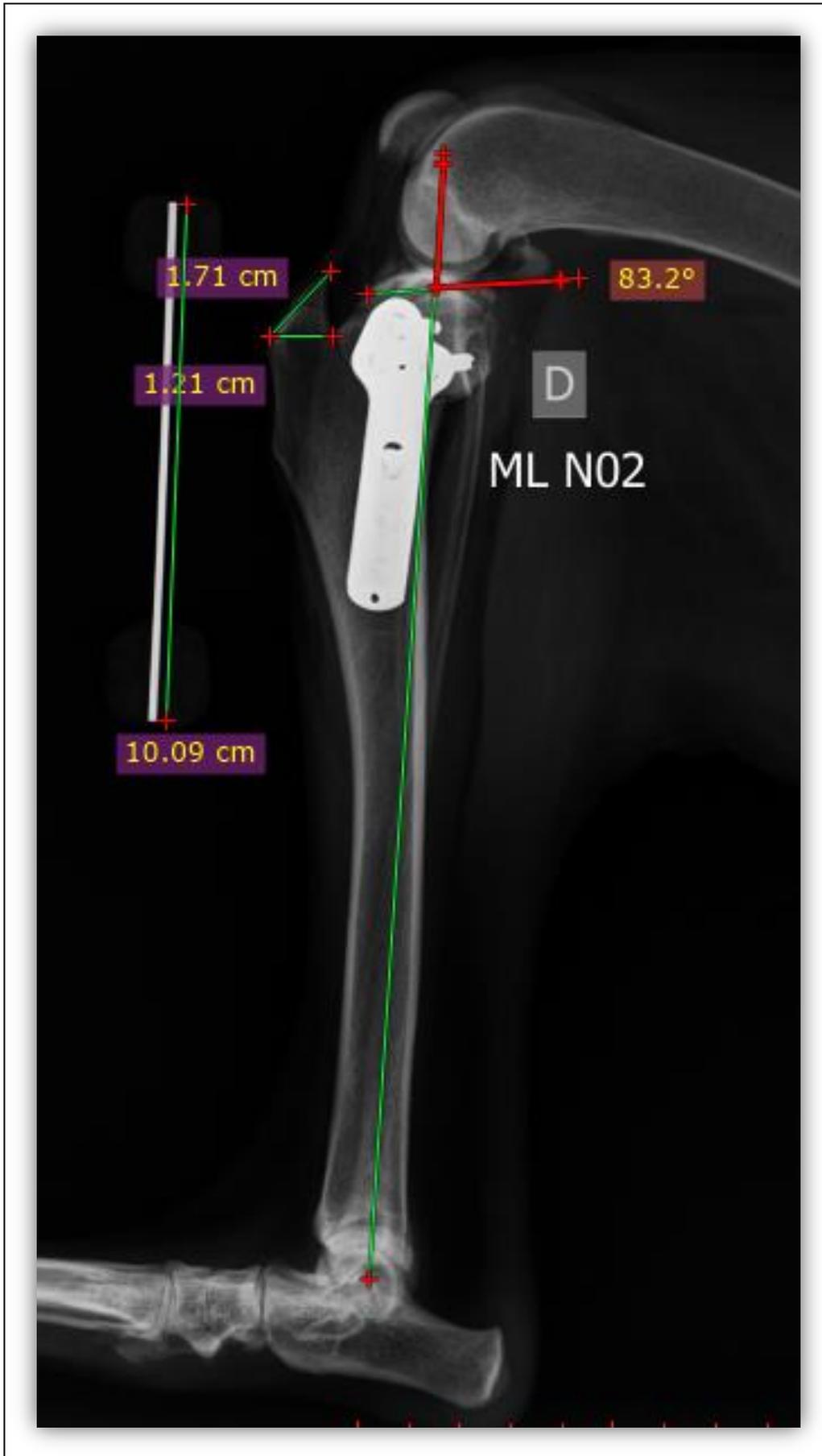


Anexo 9 (Caso 9 – N02, Pastor Alemão, 20kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 27,7°; D1: 1,42cm; D2: 1,56cm; D3: 2,30cm; Raio da Serra: 21mm; Rotação: 8,3mm.



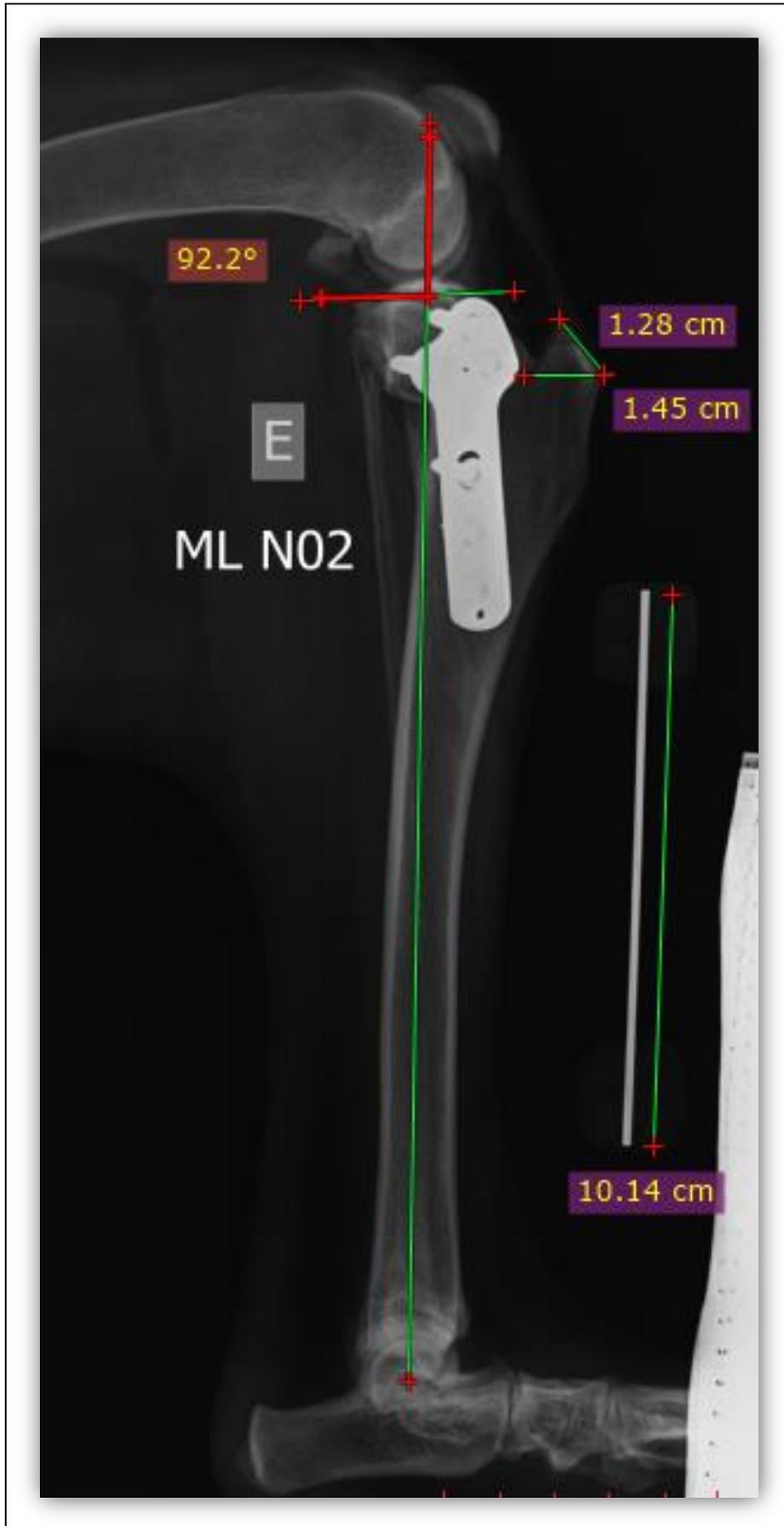
B. Pós-operatório ML/MPD: APT: - 6,8°; D1: 1,21cm; D2: 1,71cm.



C. Pós operatório CrCd/MPD:



Anexo 10 (Caso 10 – N02, Pastor Alemão, 20kg, TPLO MPE)

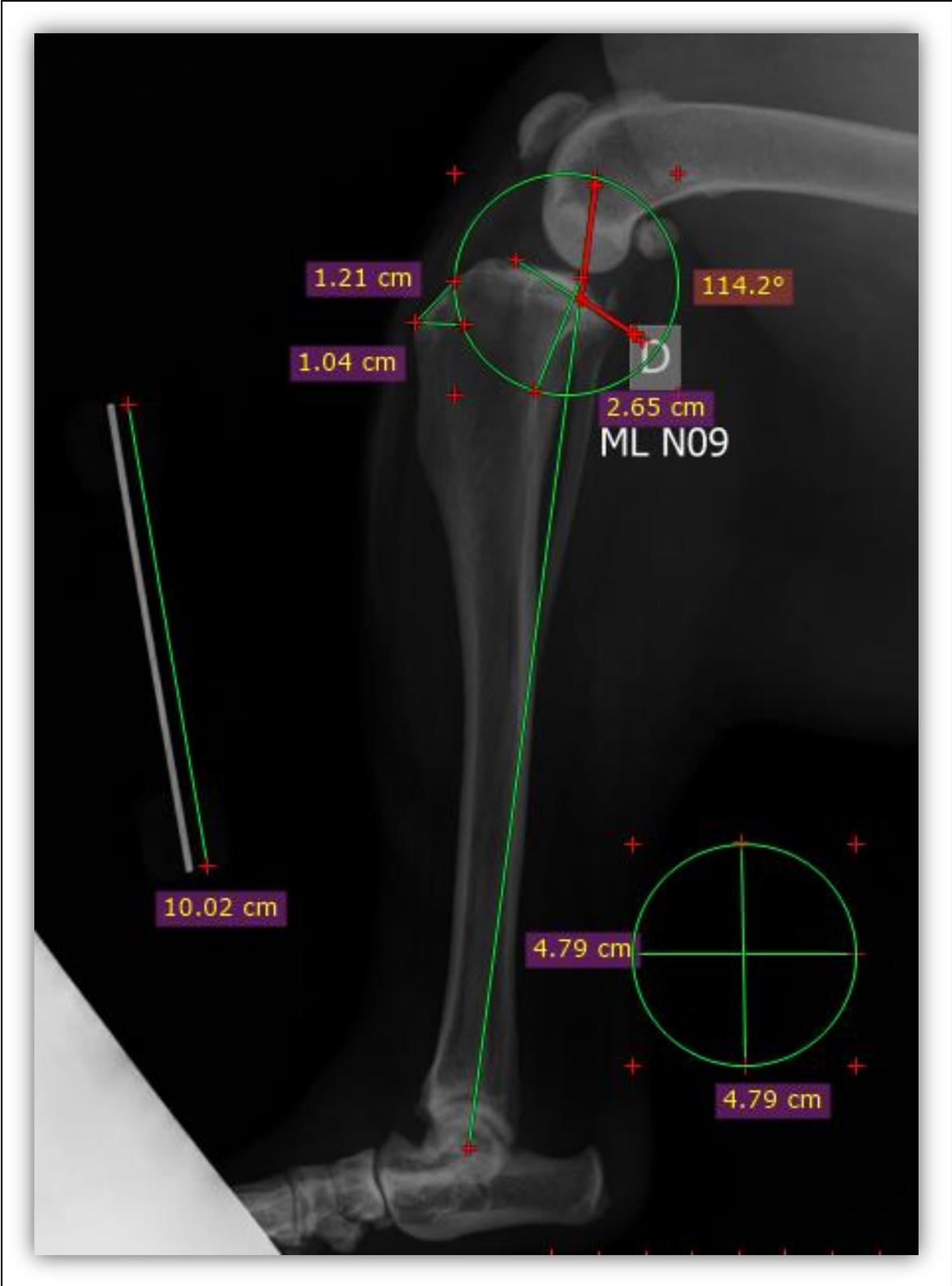


C. Pós operatório CrCd/MPE:

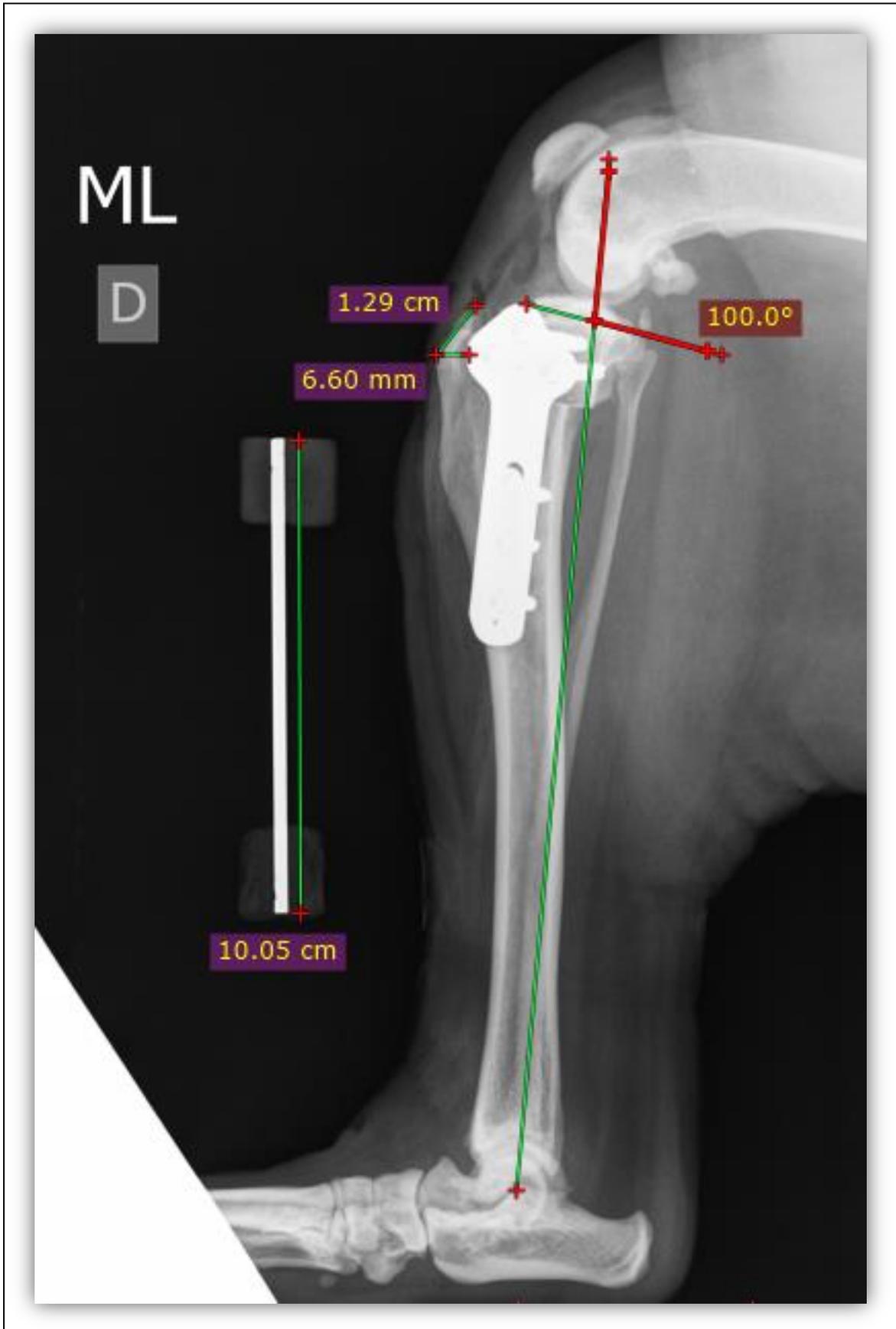


Anexo 11 (Caso 11 – N09, PitBull, 38,3kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 24,2°; D1: 1,04cm; D2: 1,21cm; D3: 2,65cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 7,8mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 10°; D1: 0,66cm; D2: 1,29cm.

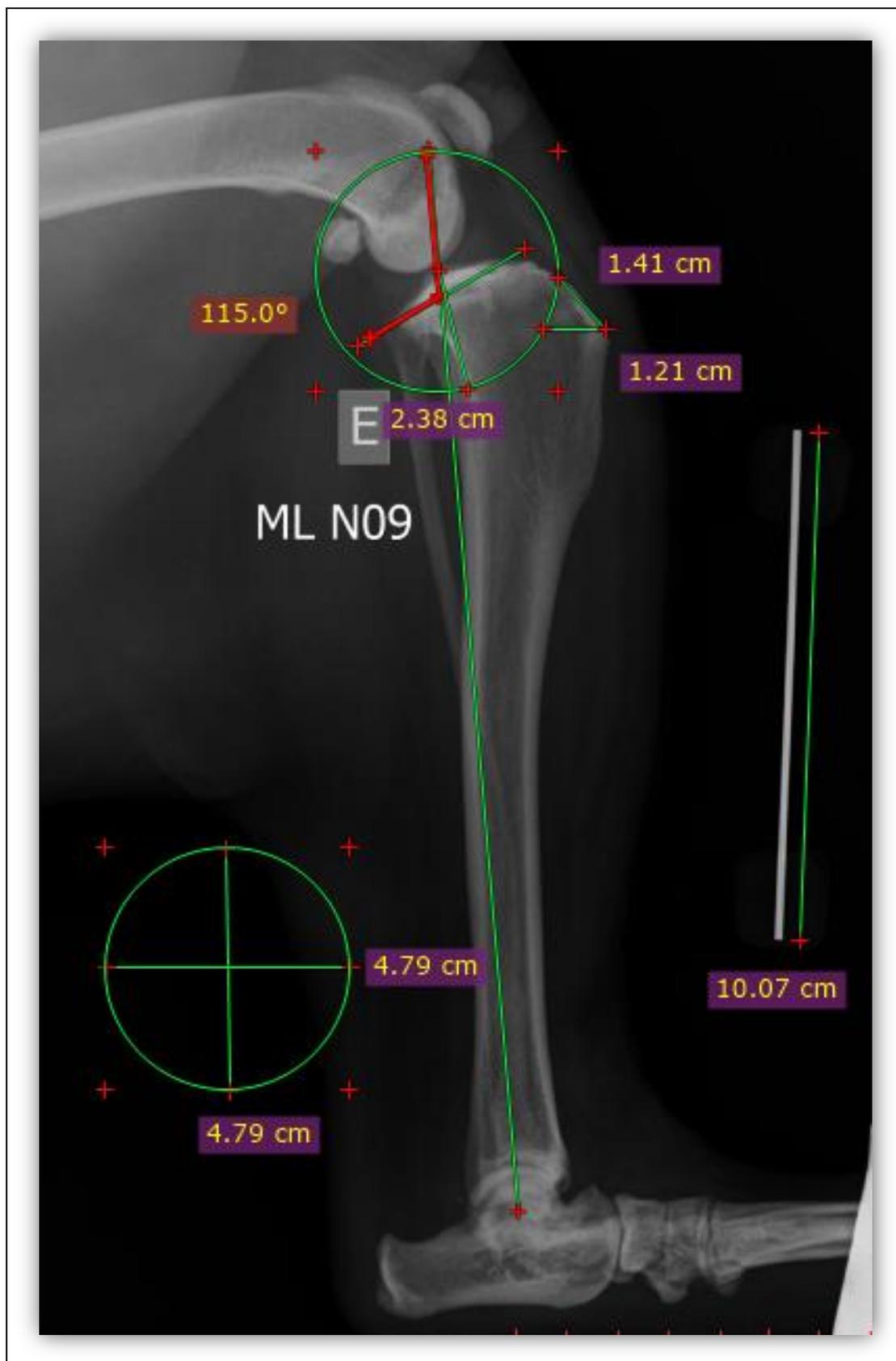


C. Pós operatório CrCd:

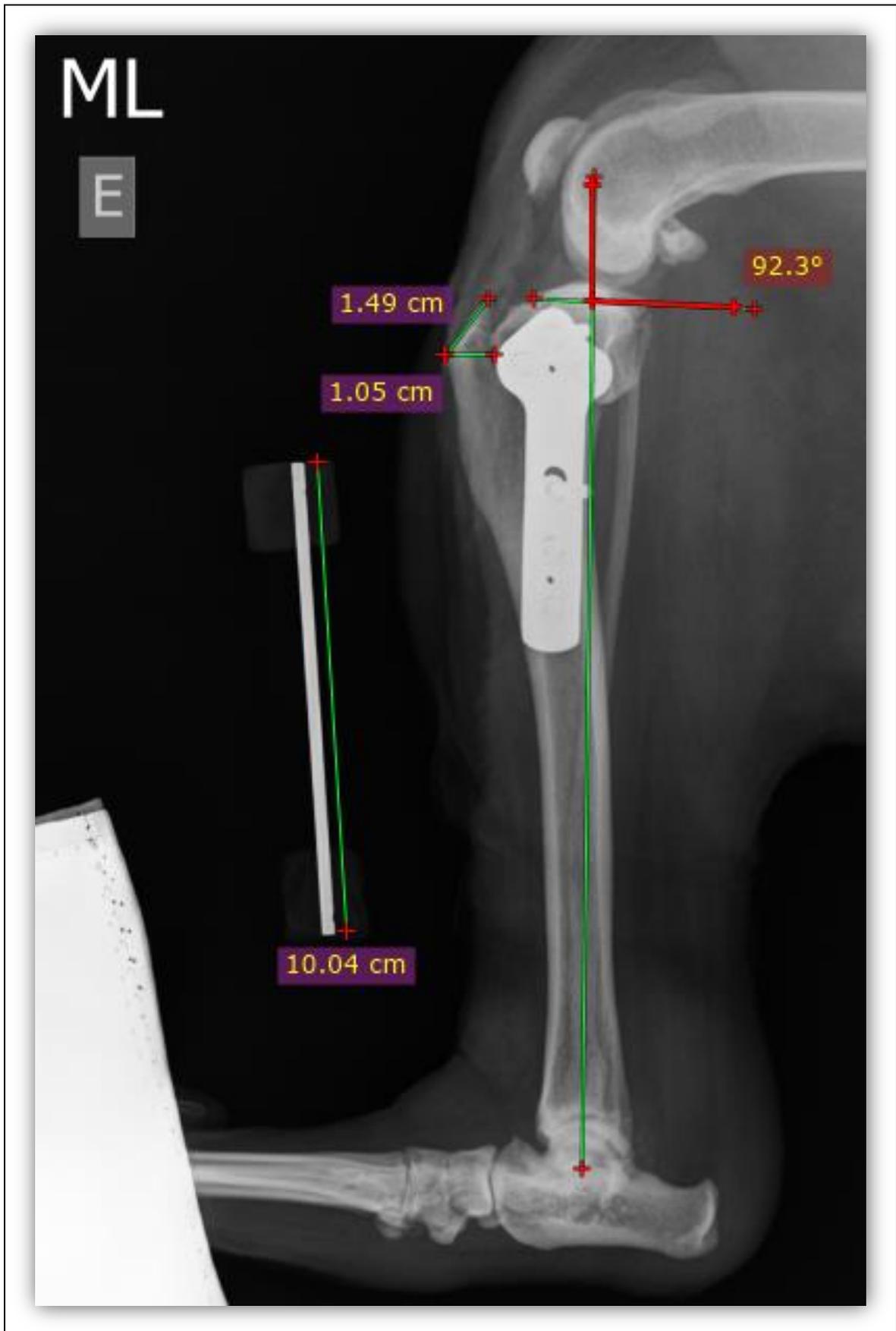


Anexo 12 (Caso 12 – N09, PitBull, 38,3kg, TPLO MPE)

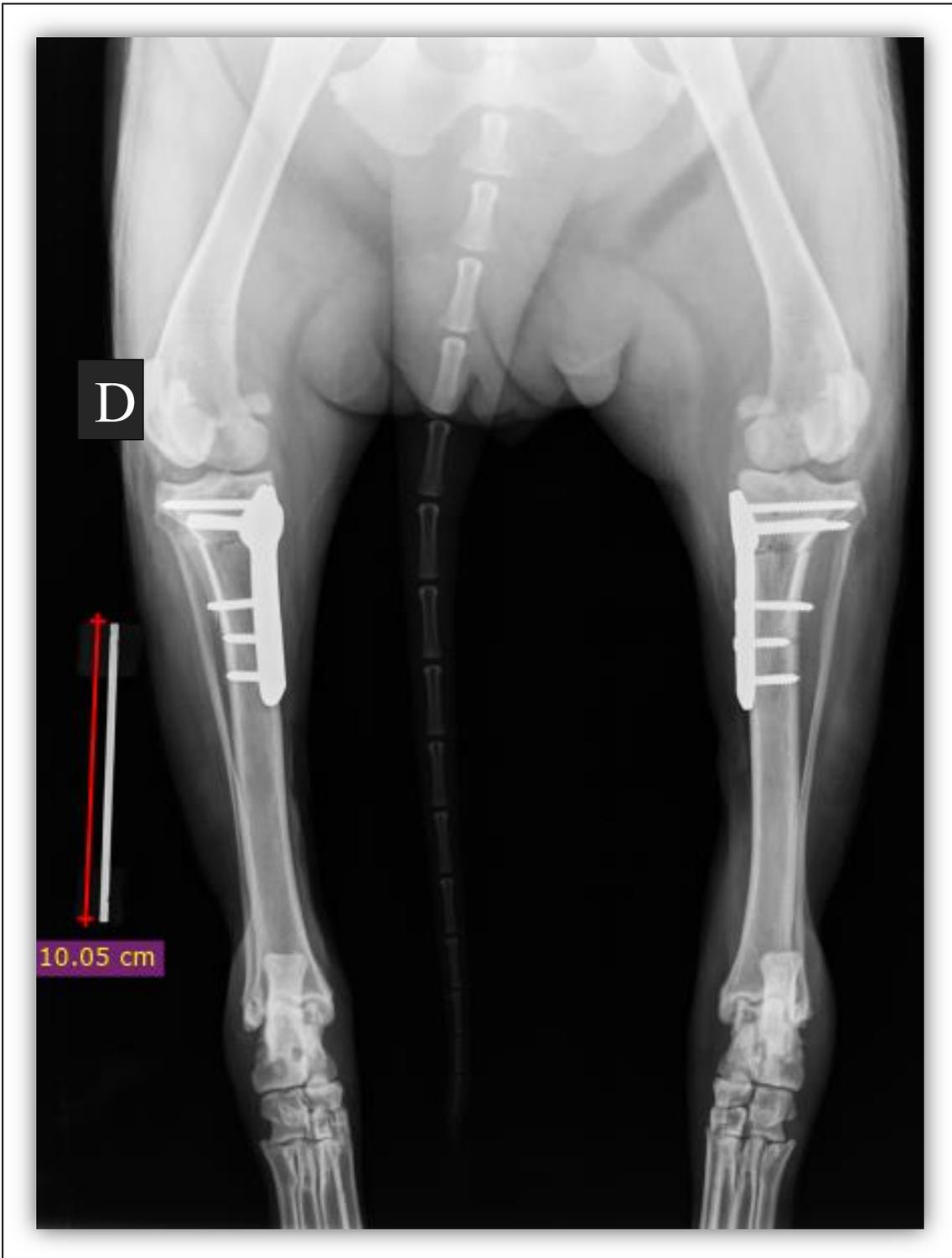
A. Planeamento pré-operatório: APT: 25°; D1: 1,21cm; D2: 1,41cm; D3: 2,38cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 8,2mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 2,3°; D1: 1,05cm; D2: 1,49cm.

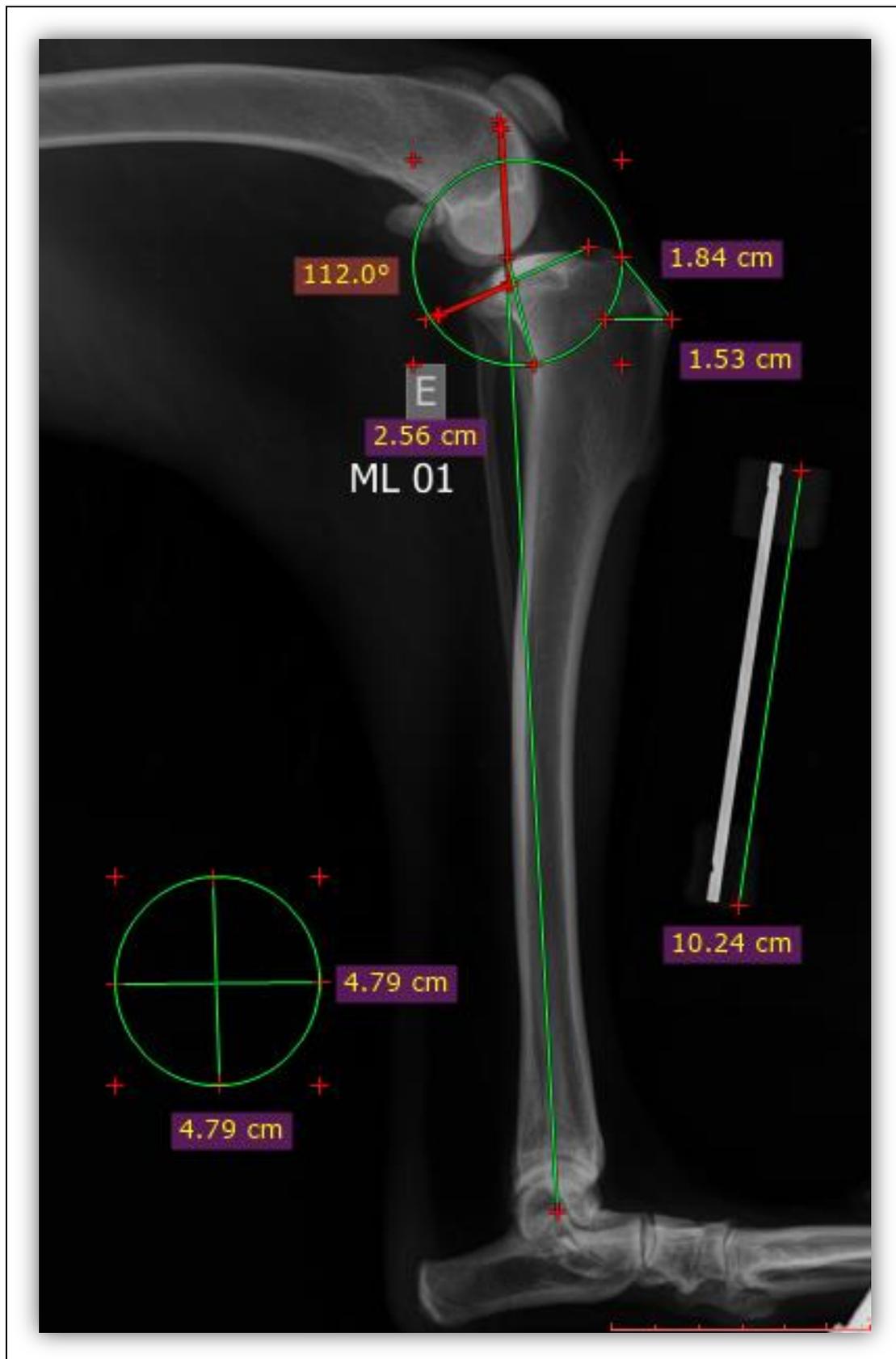


C. Pós operatório CrCd/MPE:

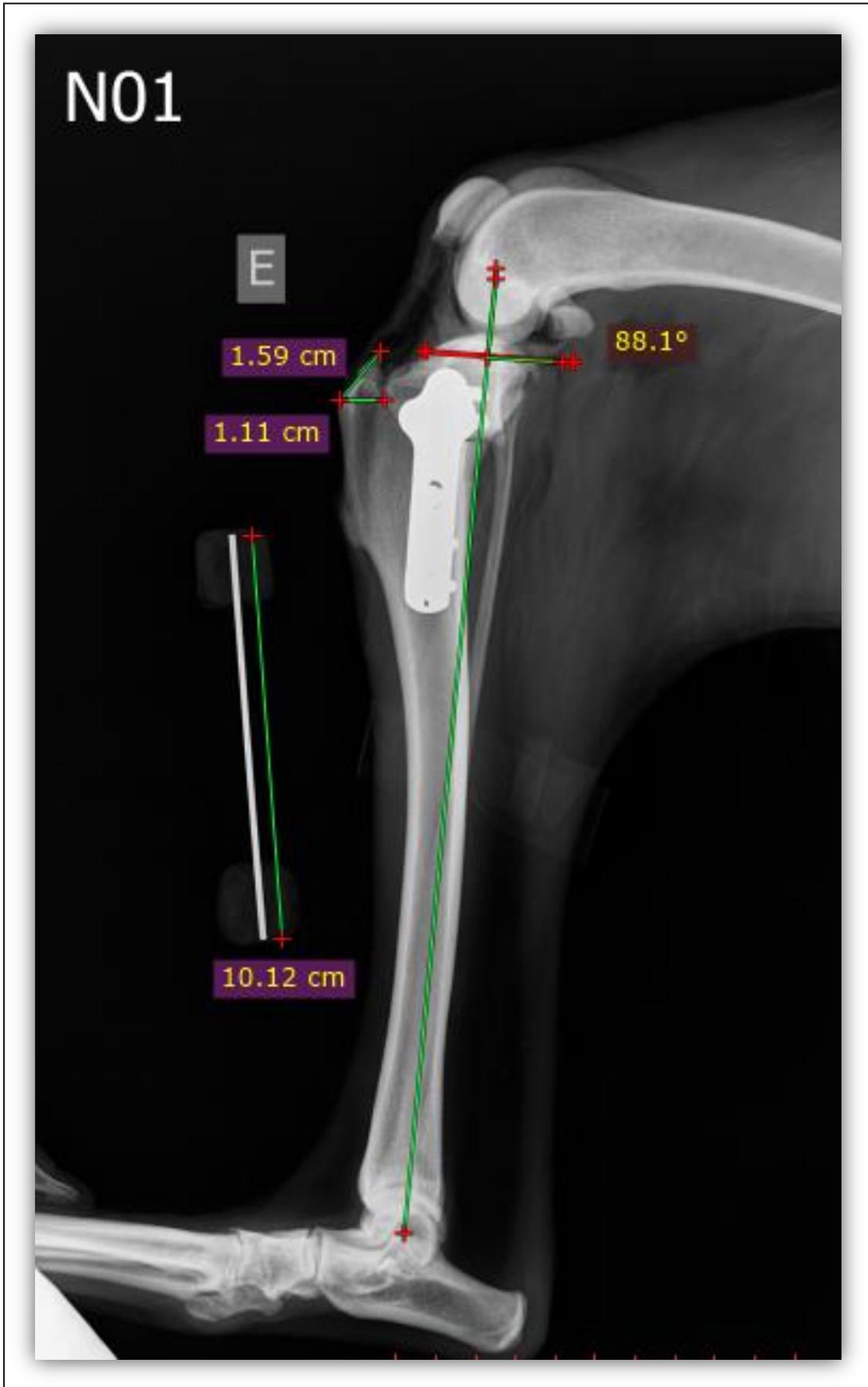


Anexo 13 (Caso 13 – N01, Pastor Alemão, 20kg, TPLO MPE)

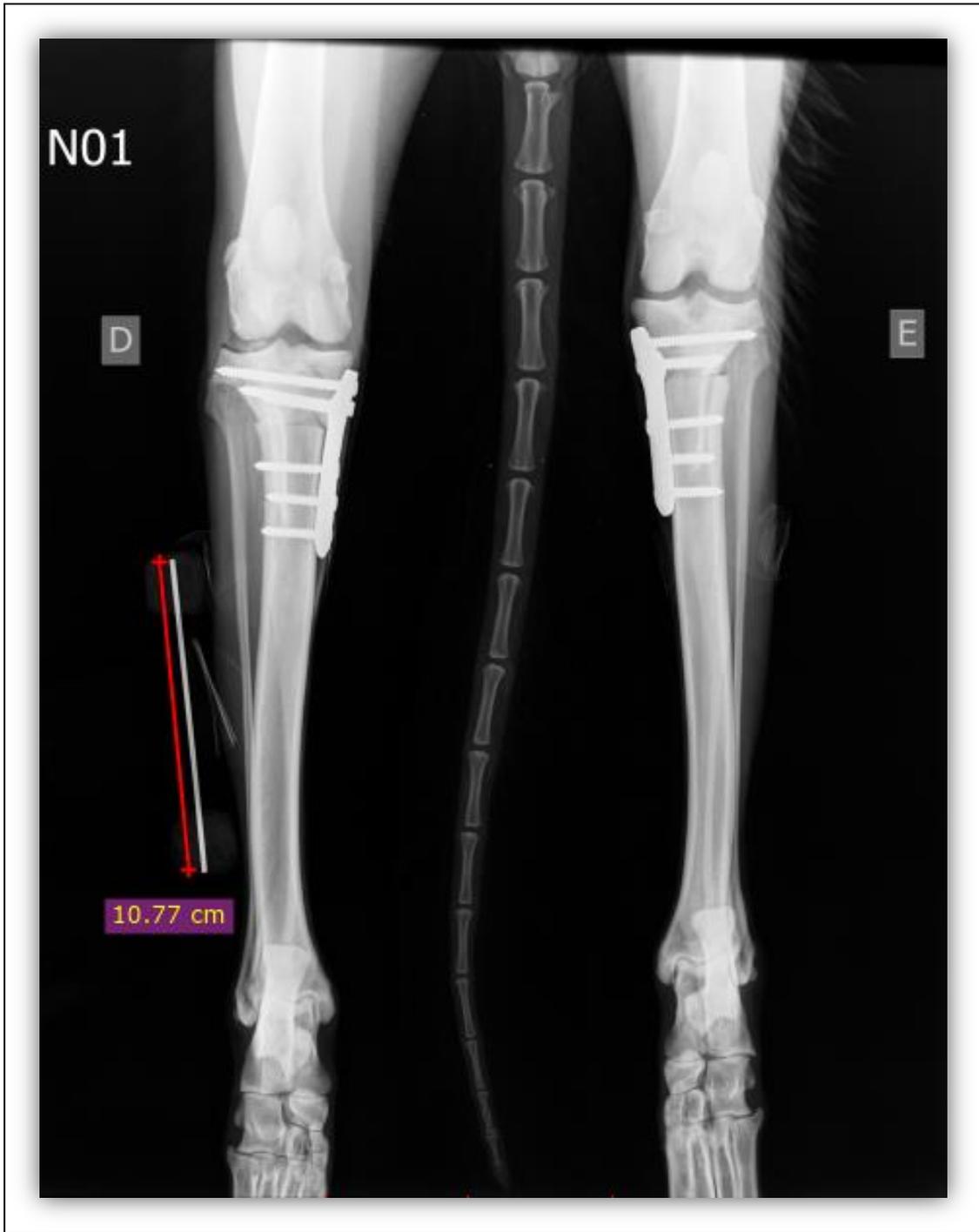
A. Planeamento pré-operatório: APT: 22°; D1: 1,53cm; D2: 1,84cm; D3: 2,56cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 7mm.



B. Pós-operatório MLMPE: APT: -1,9°; D1: 1,11cm; D2: 1,59cm.

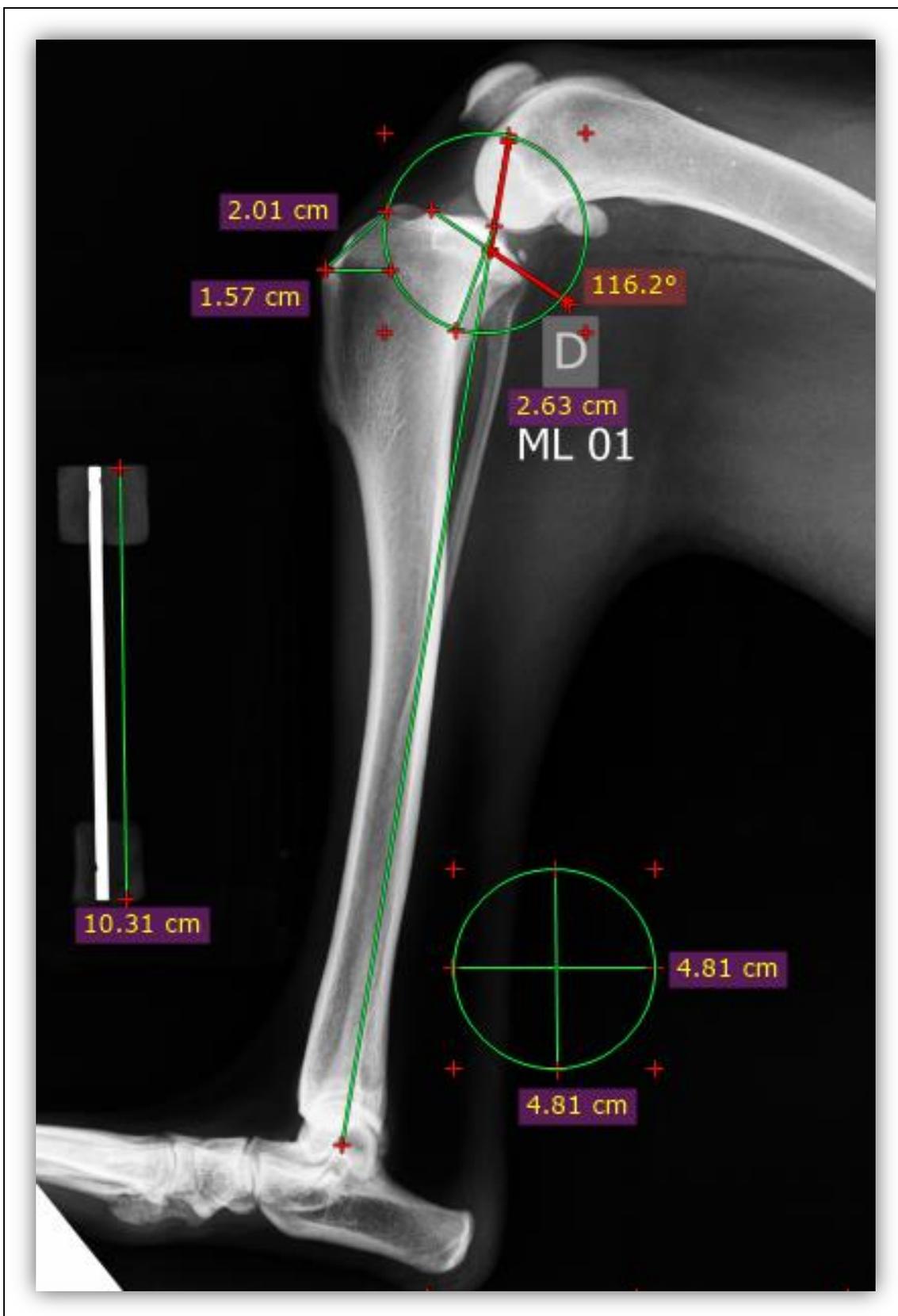


C. Pós operatório CrCd/MPE:

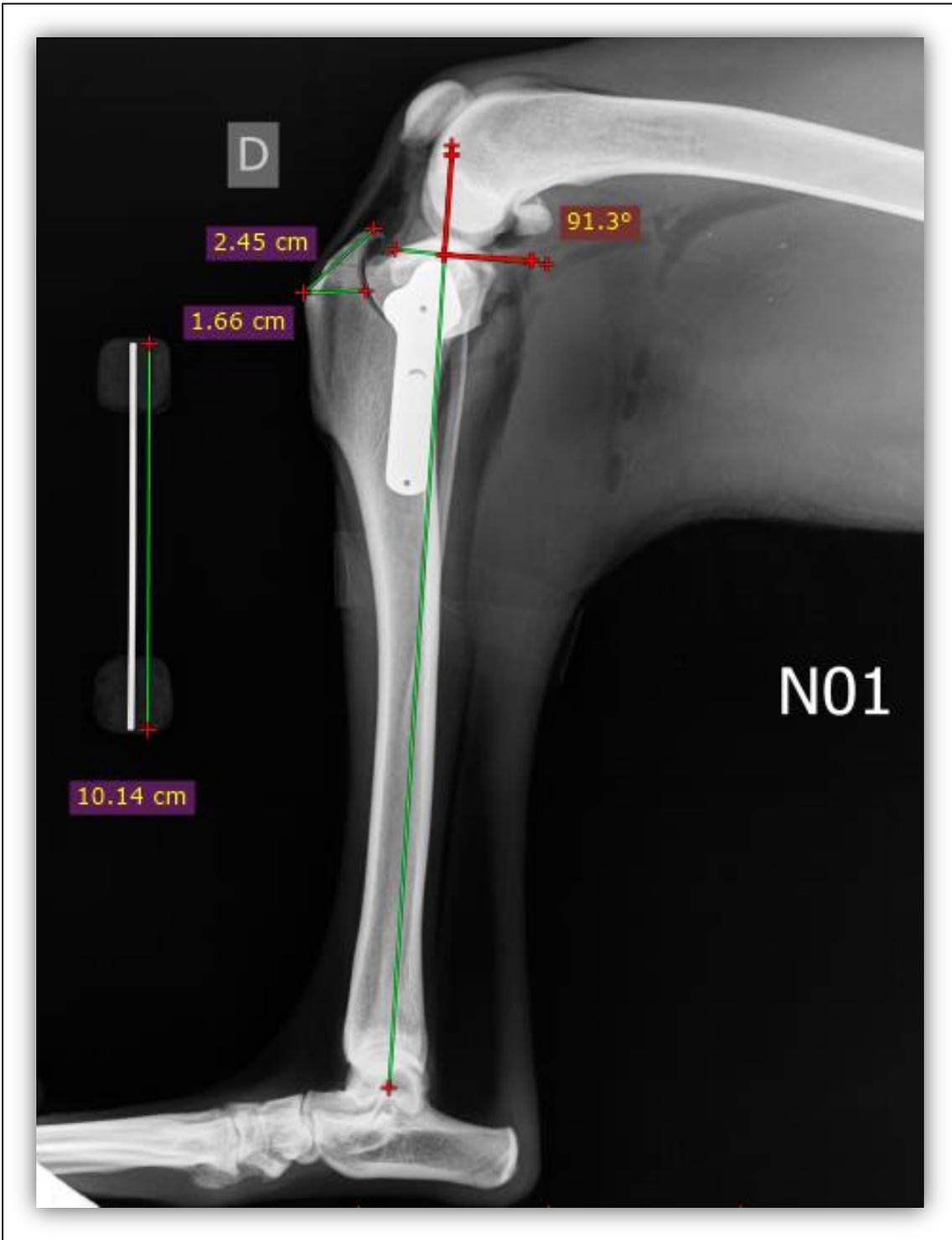


Anexo 14 (Caso 14 – N01, Pastor Alemão, 20kg, TPLO MPD)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 26,2°; D1: 1,57cm; D2: 2,01cm; D3: 2,63cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 8,6mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 1,3°; D1: 1,66cm; D2: 2,45cm.

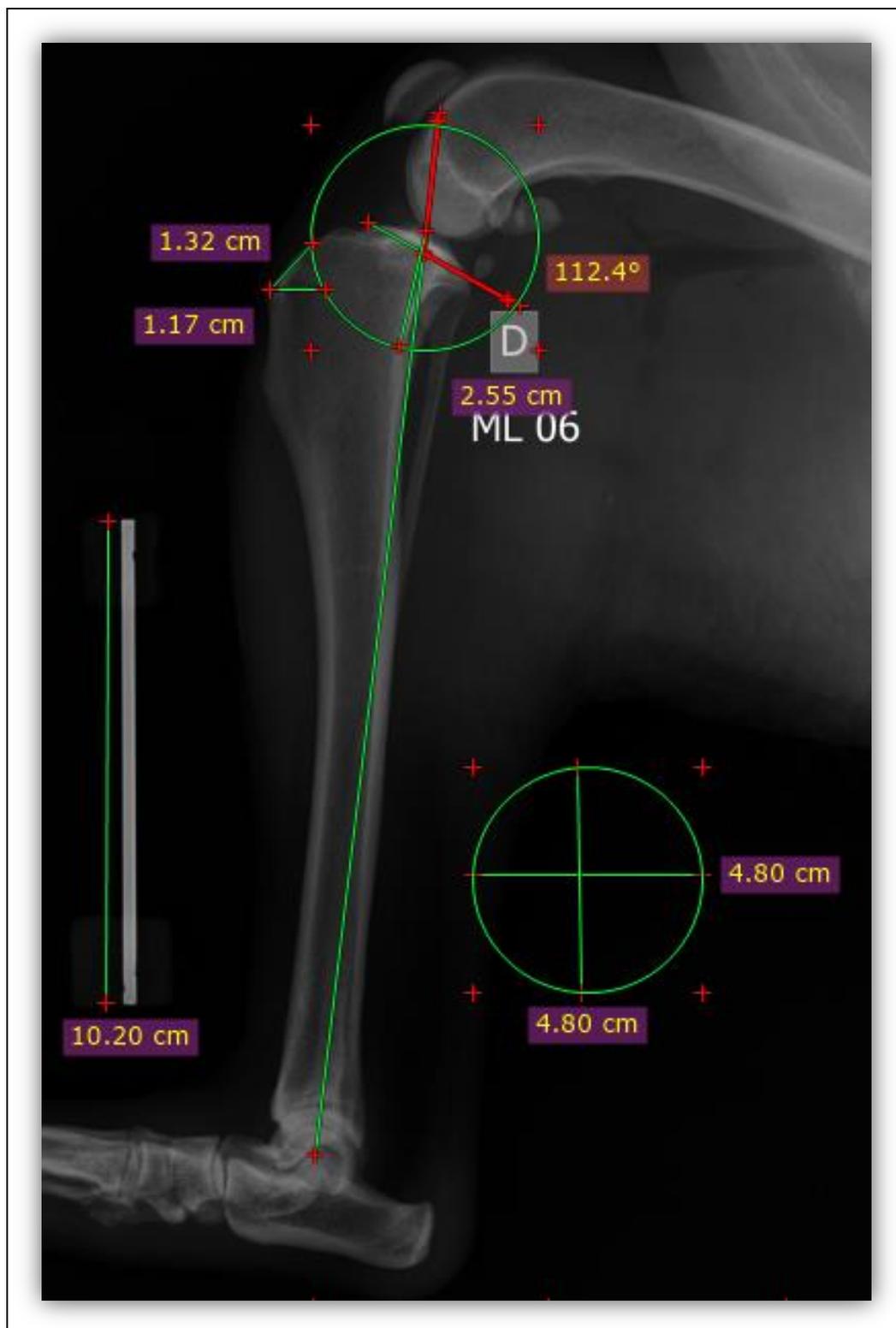


C. Pós operatório CrCd/MPD:



Anexo 15 (Caso 15 – N06, sem raça determinada, 28,5kg, TPLO MPD)

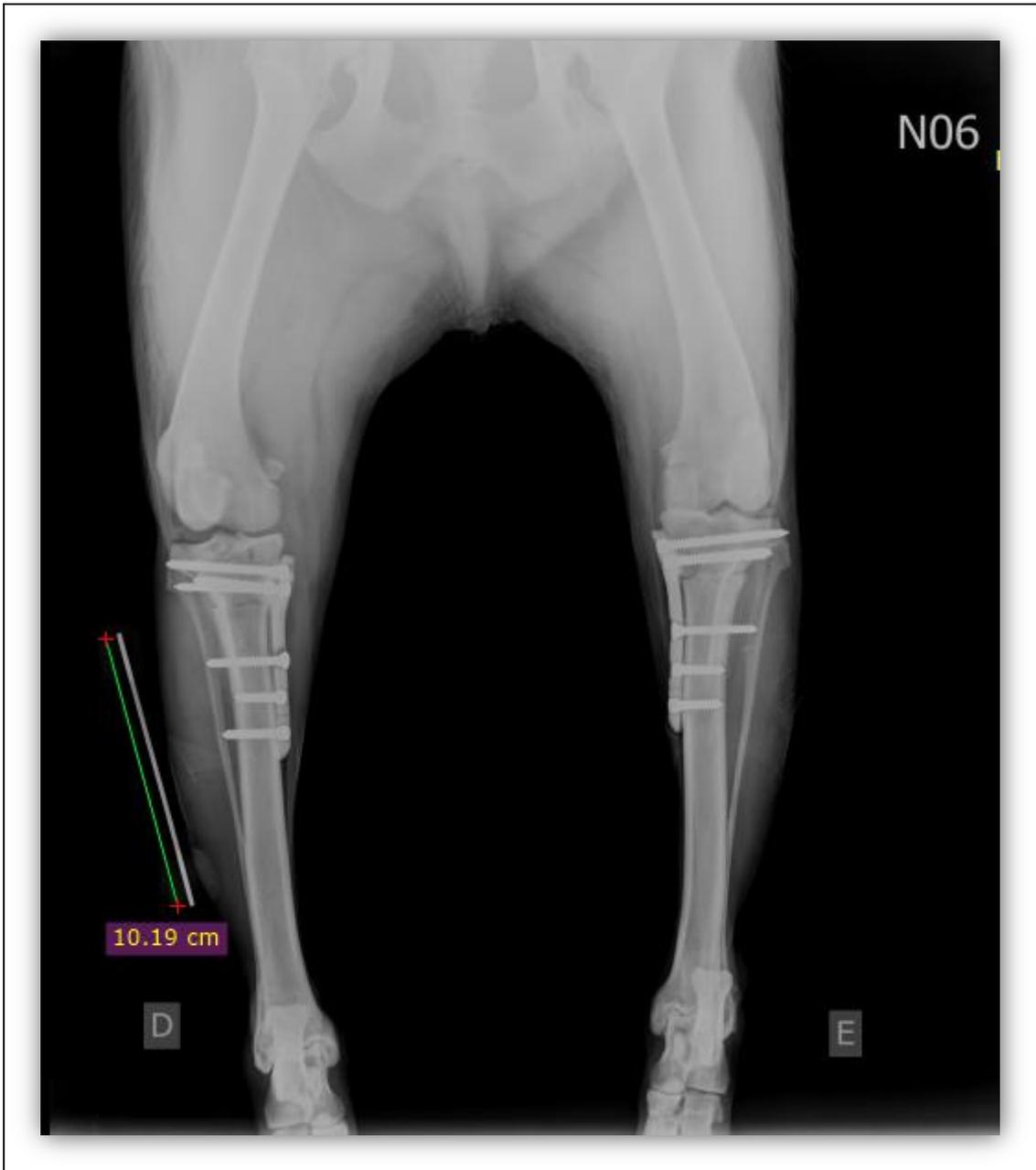
A. Planeamento pré-operatório: APT: 24,4°; D1: 1,17cm; D2: 1,32cm; D3: 2,55cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 7,8mm.



B. Pós-operatório ML/MPD: APT: 5,4°; D1: 1,18cm; D2: 1,74cm.

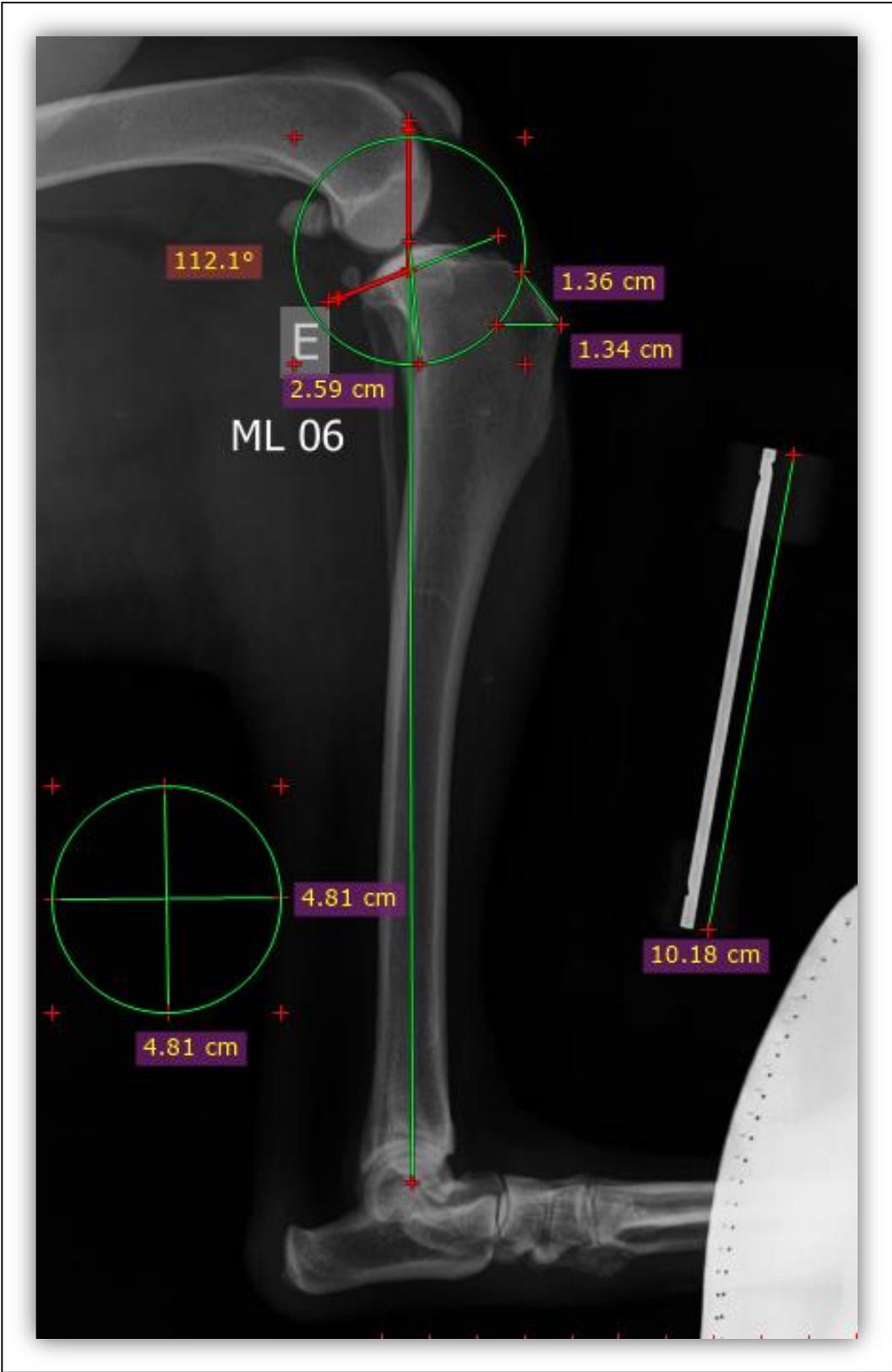


C. Pós operatório CrCd/MPD:

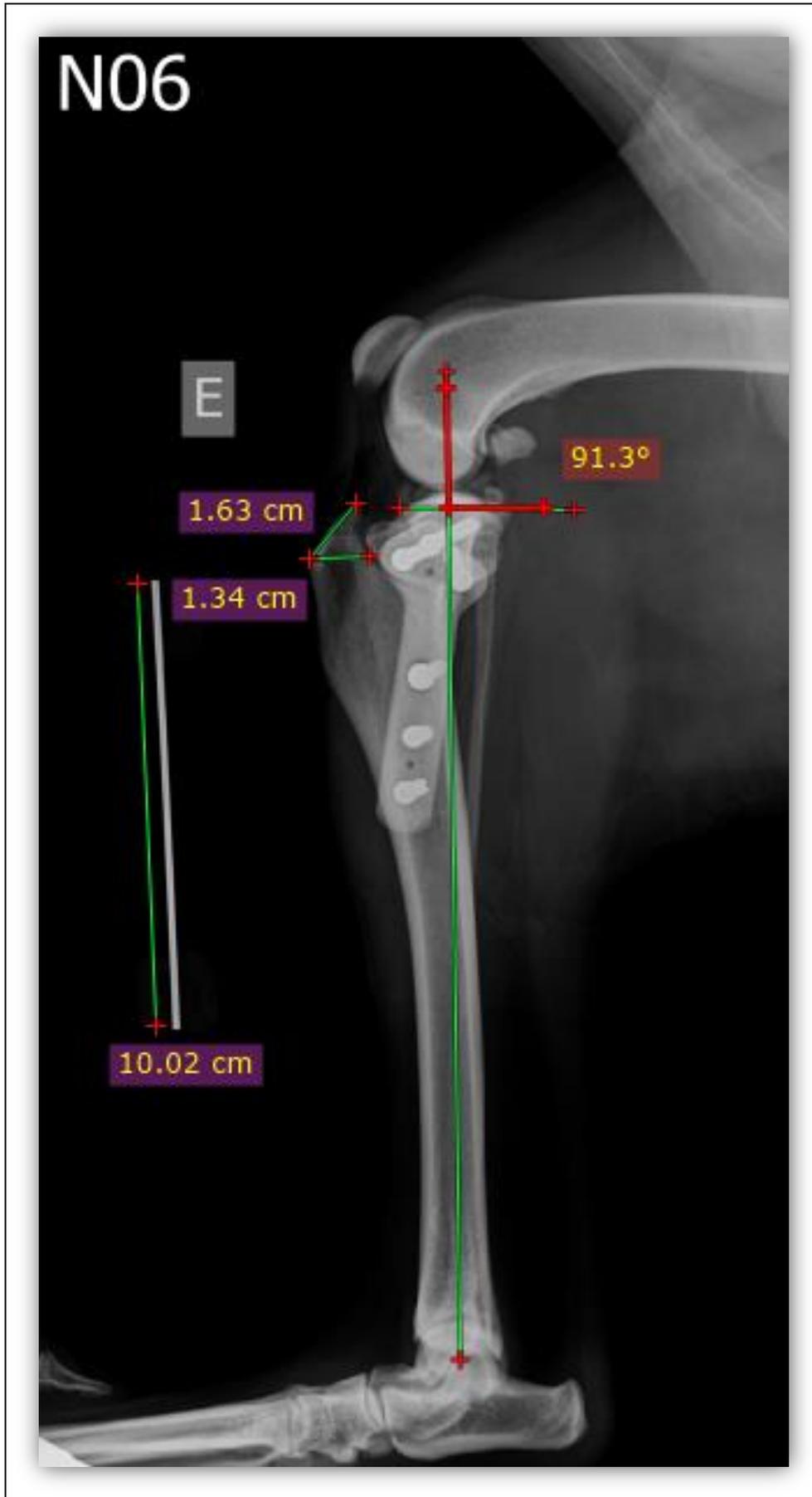


Anexo 16 (Caso 16 – N06, sem raça determinada, 28,5kg, TPLO MPE)

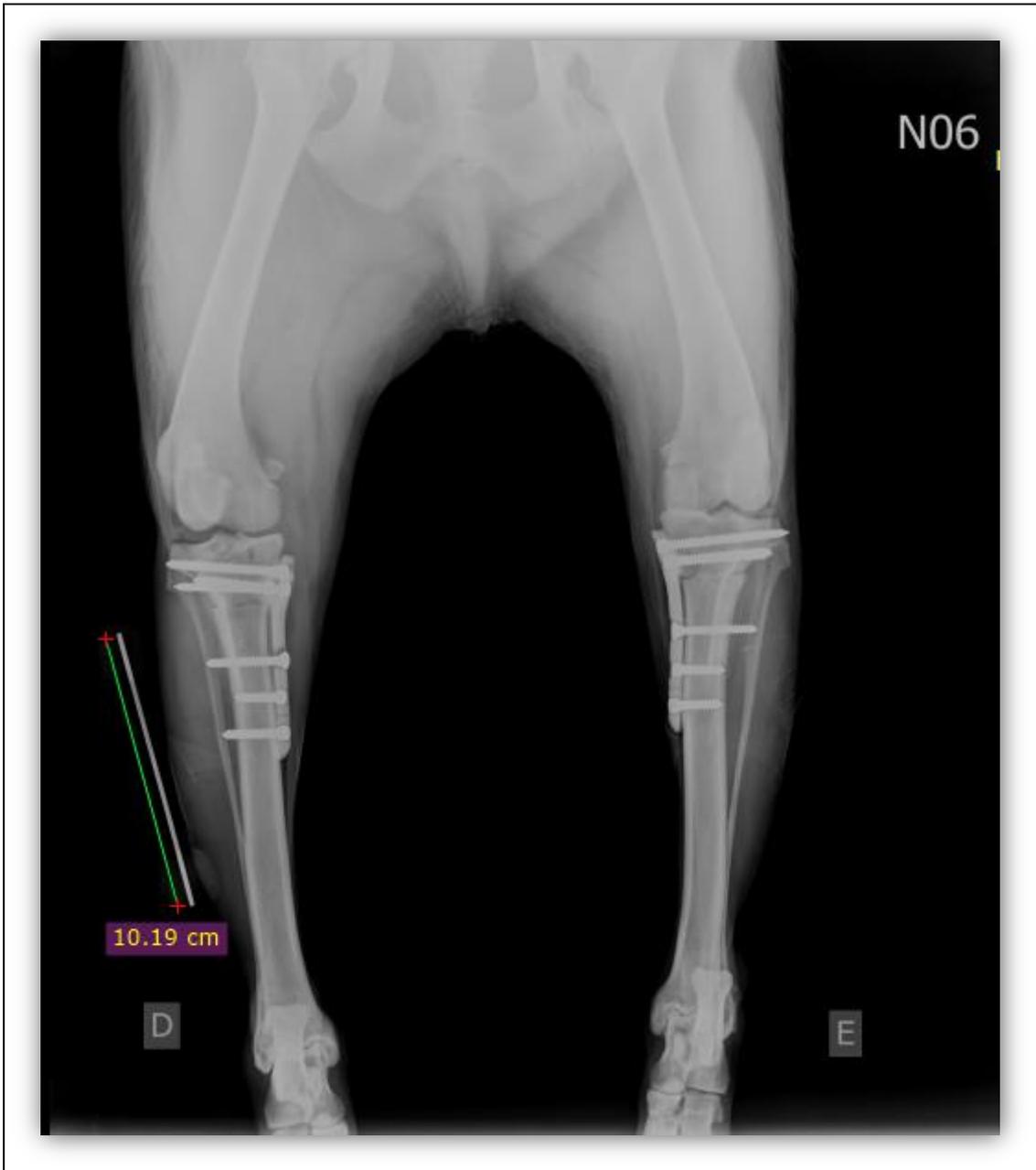
A. Planeamento pré-operatório: APT: 22,1°; D1: 1,34cm; D2: 1,36cm; D3: 2,59cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 7mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 1,3°; D1: 1,34cm; D2: 1,63cm.

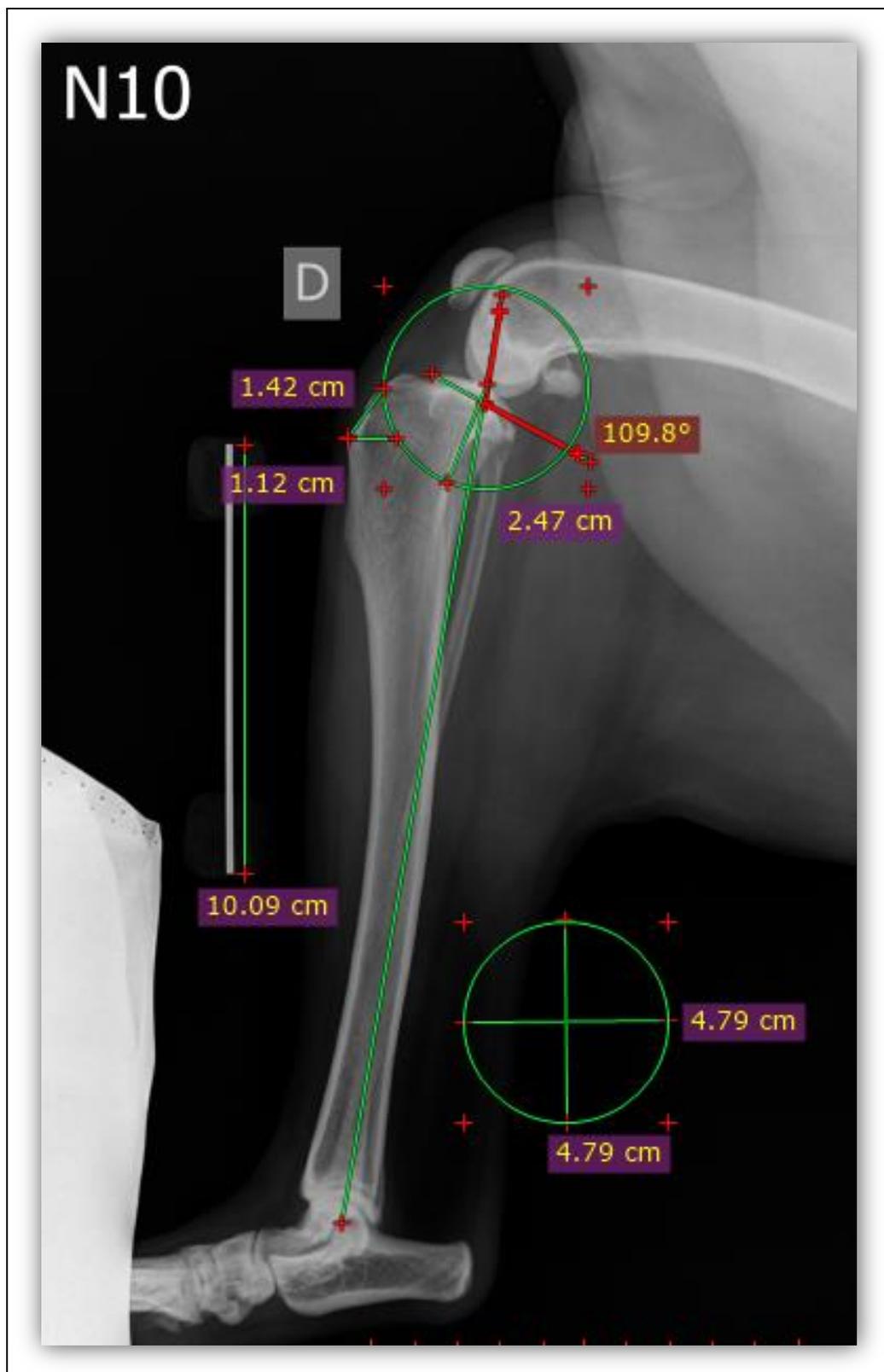


C. Pós operatório CrCd/MPE:

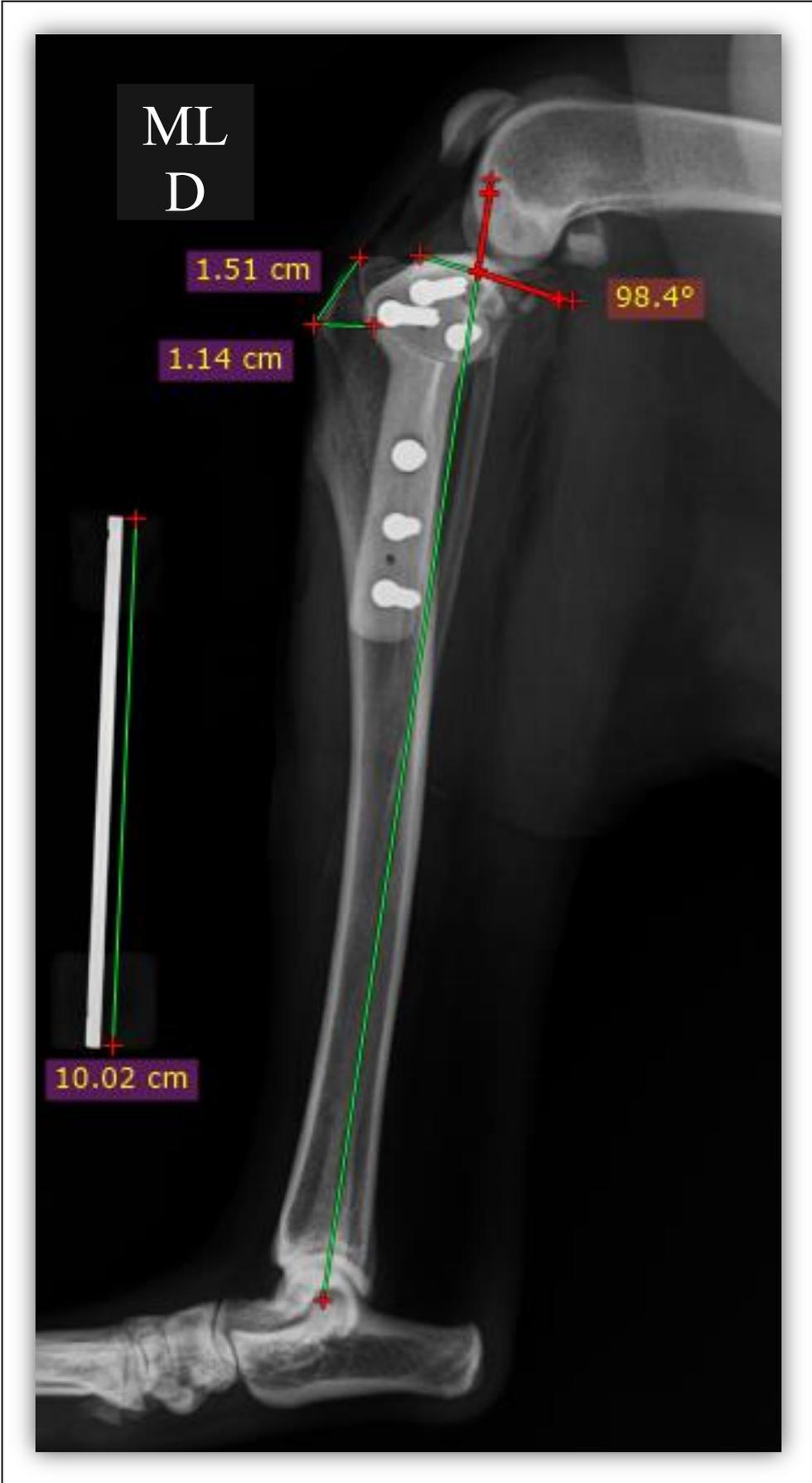


Anexo 17 (Caso 17 – N10, sem raça determinada, 32kg, TPLO MPD)

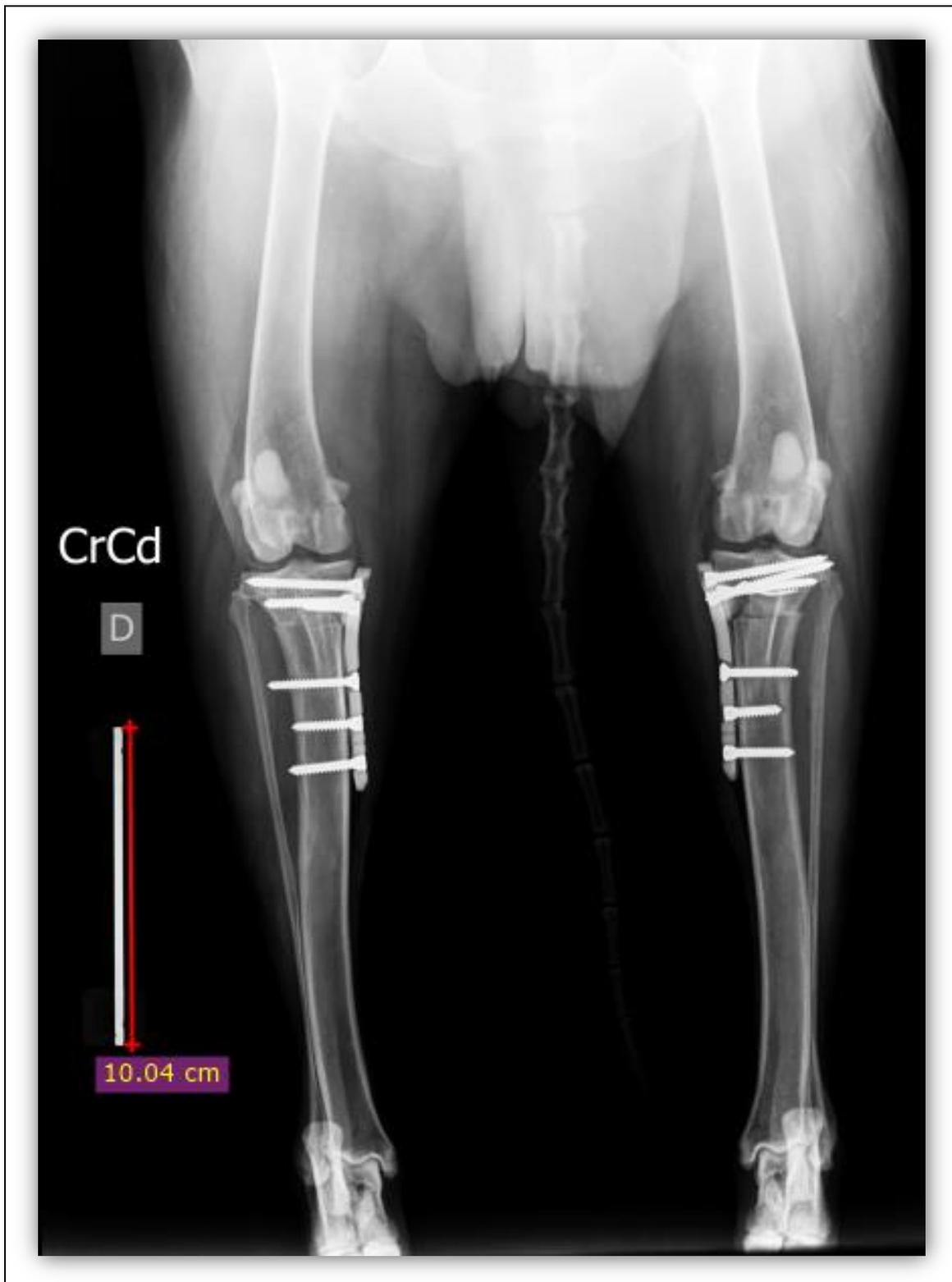
A. Planeamento pré-operatório: APT: 19,8°; D1: 1,12cm; D2: 1,42cm; D3: 2,47cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 6,2mm.



B. Pós-operatório ML: APT: 8,4°; D1: 1,14cm; D2: 1,51cm.

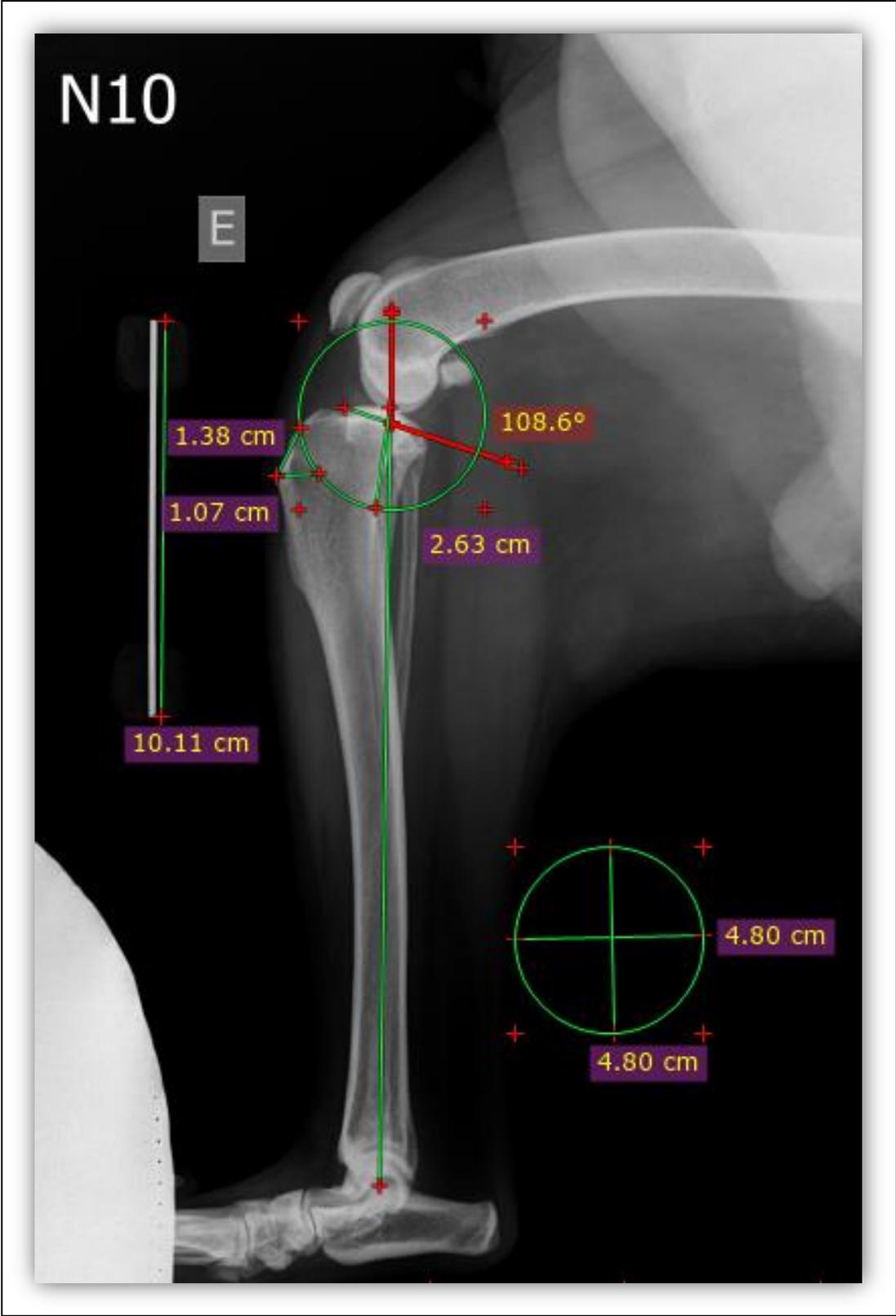


C. Pós operatório CrCd/MPD: parafusos proximais intra-articulares.

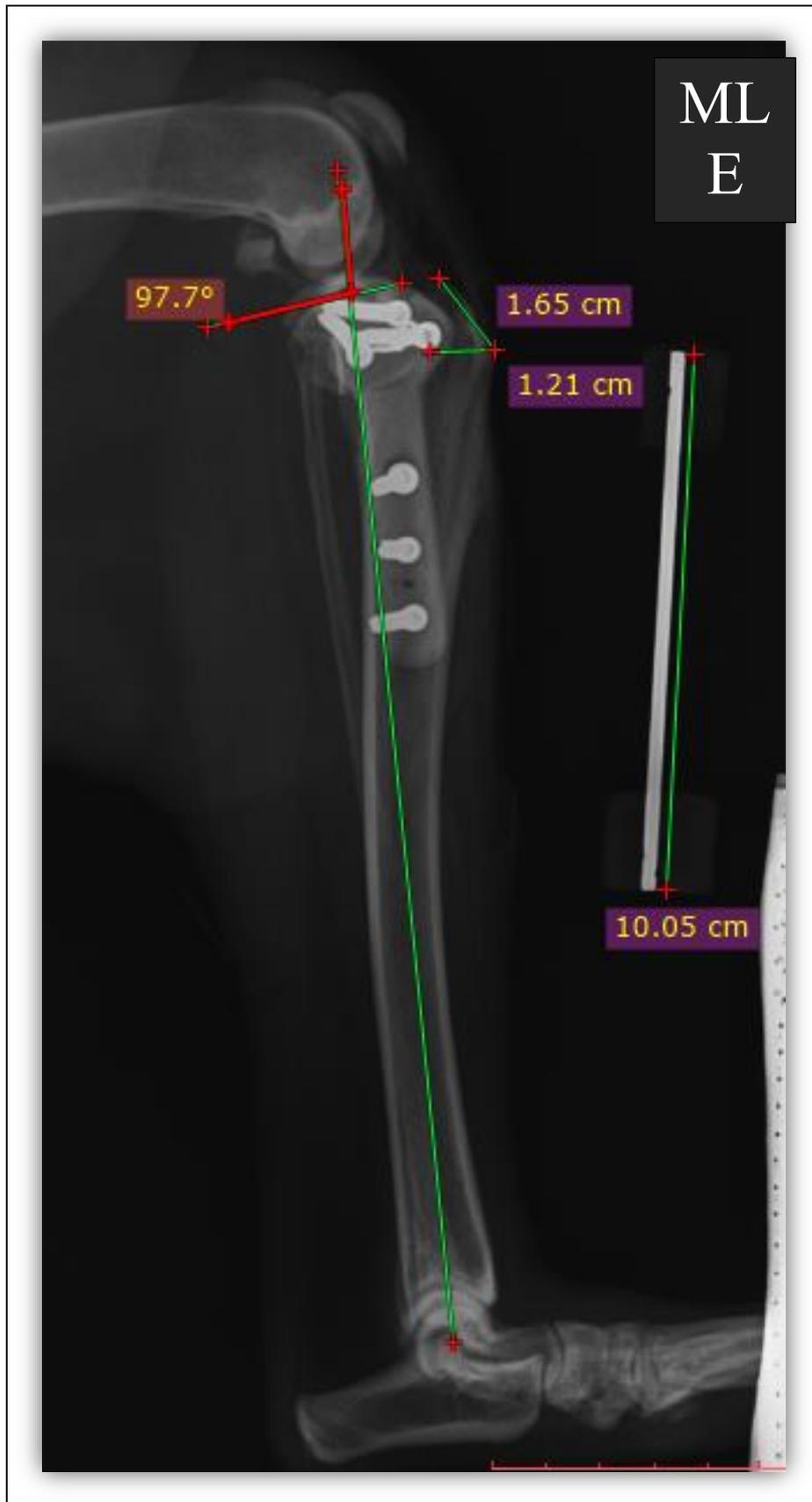


Anexo 18 (Caso 18 – N10, sem raça determinada, 32kg, TPLO MPE)

A. Planeamento pré-operatório: APT: 18,6°; D1: 1,07cm; D2: 1,38cm; D3: 2,63cm; Raio da Serra: 24mm; Rotação: 5,8mm.



B. Pós-operatório ML/MPE: APT: 7,7°; D1: 1,21cm; D2: 1,65cm.



C. Pós operatório CrCd/MPE: dois parafusos proximais intra articular.

