

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MUNIF AHMAD HATEM**

**PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PARTE DISTAL DO  
ACETÁBULO EM 300 QUADRIS ADULTOS**

CURITIBA  
2016

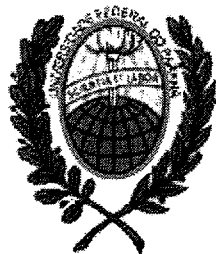
**MUNIF AHMAD HATEM**

**PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PARTE DISTAL DO  
ACETÁBULO EM 300 QUADRIS ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Munhoz da Cunha

CURITIBA  
2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA CIRÚRGICA  
NIVEIS MESTRADO e DOUTORADO

DECLARAÇÃO

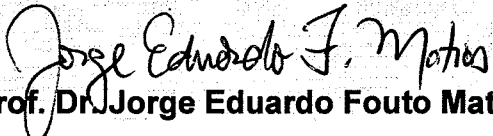
Declaramos que o aluno **Munif Ahmad Hatem** completou os requisitos necessários para obtenção do Grau Acadêmico de **Mestre** em Clínica Cirúrgica, ofertado pela Universidade Federal do Paraná.

Para obtê-los, concluiu os créditos didáticos previstos no Regimento do Programa e apresentou sua dissertação sob o título "PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA PARTE DISTAL DO ACETÁBULO EM 300 QUADRIS ADULTOS".

A dissertação foi defendida nesta data e aprovada pela Banca Examinadora de Avaliação composta pelos Professores Doutores: Paulo Gilberto Cimbalista de Alencar, Edílson Forlin, Edmar Stieven Filho - Presidente.

E, por ser verdade, firmo a presente.

Curitiba, 20 de maio de 2016.

  
Prof. Dr. **Jorge Eduardo Fouto Matias**

Coordenador do Programa

Ao meus pais, Ahmad e Sirlei, e à minha esposa  
Francine.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio Munhoz da Cunha, Professor Titular do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná, pelas oportunidades a mim concedidas e pelo apoio na elaboração desta dissertação.

Ao Dr. Hal David Martin, Chefe do Centro de Cirurgia Preservadora do Quadril no Centro Médico da Universidade de Baylor em Dallas, pela generosidade em dividir seu conhecimento inovador sobre a articulação do quadril, pela confiança e pelo suporte na realização desta tarefa.

Ao Prof. Dr. Paulo Gilberto Cimbalista de Alencar, Chefe do serviço de Cirurgia do Quadril e Joelho da Universidade Federal do Paraná, pela inestimável transferência de conhecimentos relacionados à vida profissional e à cirurgia do quadril.

A Lyman M. Jellema, Gerente de Coleções do Departamento de Antropologia Física do Museu de História Natural de Cleveland, pelo auxílio na organização dos espécimes utilizados nesta investigação e contribuições metodológicas.

Ao Dr. João Caetano Munhoz Abdo, pela contribuição na finalização deste trabalho.

Ao meus pais, Ahmad Hussein Hatem e Sirlei Terezinha Hatem, por terem dedicado suas vidas aos filhos e pelo estímulo constante ao meu desenvolvimento intelectual e;

Ao meu tio Munir Hussein Hatem, por seu tratamento de pai nos anos em que meu destino profissional se definiria;

À minha esposa, Francine Prass Hatem, por todo o seu amor, suporte e paciência. Além disso, pela organização e auxílio nas múltiplas etapas de coleta de dados desta pesquisa.

## RESUMO

**Introdução:** A parte distal do acetábulo (PDA) tem sido investigada como estabilizador do quadril em posições de flexão, com possíveis implicações na patogenia do impacto femoroacetabular e da instabilidade do quadril. Entretanto, é necessário um maior entendimento da morfologia normal e dos parâmetros para avaliar a PDA. **Objetivos:** Definir os parâmetros para avaliar a morfologia da PDA. Especificamente, os objetivos foram determinar: 1) a largura do corno anterior (CA) e corno posterior (CP) do acetábulo; 2) a inclinação da superfície articular do CA (ângulo gama) e CP (ângulo delta); 3) o ângulo de abertura anterior da PDA; (4) possíveis diferenças entre os gêneros masculino e feminino. **Material e Métodos:** Paquímetros digitais foram utilizados para realizar medidas diretamente em acetábulos de 300 ossos inominados de esqueletos adultos. Na sequência, os ossos inominados direito e esquerdo de cada esqueleto foram montados ao sacro e 150 pelves foram fotografadas digitalmente em posições padronizadas. Parâmetros angulares foram então aferidos em cada acetábulo utilizando o programa de computador *Adobe Photoshop*. **Resultados:** A largura média do CA foi de 14,8mm (variando de 9,44 a 20,88mm). A largura média do CP foi de 19,72mm (variando de 13,16 a 25,86mm). As larguras do CA e do CP foram maiores em acetábulos masculinos comparados aos femininos ( $p < 0.001$ ). Entretanto, não houve diferença entre gêneros quando a largura do CA foi corrigida ao diâmetro acetabular. O ângulo gama médio foi de  $43,58^\circ$  (variando de  $24,70^\circ$  a  $64^\circ$ ). O ângulo delta médio foi de  $36,07^\circ$  (variando de  $16,10^\circ$  a  $53,20^\circ$ ). O ângulo de abertura anterior da PDA foi em média  $25,33^\circ$  (variando de  $10,90^\circ$  a  $43,10^\circ$ ). **Conclusão:** O CA do acetábulo apresenta largura menor e inclinação maior da superfície articular em comparação ao CP. Os diâmetros dos cornos acetabulares não diferiram entre homens e mulheres quando corrigidos à dimensão acetabular, porém houve diferença entre os gêneros nas inclinações das superfícies articulares da parte distal do acetábulo.

## ABSTRACT

**Background:** The inferior acetabulum (IA) has been studied as a stabilizer of the hip in flexed positions with potential implications in femoroacetabular impingement and hip instability. However, there is a need for a better understanding of the normal morphology and parameters for the assessment of the IA. **Purposes:** To define parameters to assess the IA morphology and their normal range. Specifically, the objectives were to assess: 1) the width of the anterior horn (AH) and posterior horn (PH) of the acetabulum; 2) the inclination of the articular surface of the AH (gamma angle) and PH (delta angle); (3) the anterior opening angle of the IA; (4) differences between genders. **Methods:** Measurements were directly taken from acetabula in 300 adult innominate bones utilizing digital calipers. In sequence, the right and left innominate bones were assembled to sacrum in each skeleton and 150 pelvises were digitally photographed in standardized positions. Angular parameters of the acetabulum were then measured utilizing the Adobe Photoshop software. **Results:** The mean width of the AH was 14,8mm (range, 9,44 to 20,88mm). The mean width of the PH was 19.72mm (range, 13,16 to 25,86mm). The AH and PH width was higher in male than female acetabula ( $p < 0.001$ ). However, no gender-related difference was observed in the width of the AH when corrected to the acetabular size. The mean gamma angle was  $43,58^\circ$  (range,  $24,70^\circ$  to  $64^\circ$ ). The mean delta angle was  $36,07^\circ$  (range,  $16,10^\circ$  to  $53,20^\circ$ ). The mean anterior opening angle of the IA was  $25.33^\circ$  (range,  $10.90^\circ$  to  $43.10^\circ$ ). **Conclusion:** The articular surface of the AH has a smaller width but a larger inclination in comparison to the PH. The widths of the acetabular horns corrected by the acetabular diameter are not different between male and female, however, the inclination of the articular surfaces of the IA were different between genders.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 - OSSO INOMINADO DIREITO ILUSTRANDO A SUPERFÍCIE DISTAL DO ACETÁBULO. A SUPERFÍCIE SEMILUNAR É INDICADA PELA LINHA INTERROMPIDA EM AZUL.....13
- FIGURA 2 - AFERIÇÃO DO DIÂMETRO ACETABULAR. O PAQUÍMETRO DIGITAL É POSICIONADO PERPENDICULARMENTE AO PLANO ENTRE A ESPINHA ILÍACA ANTEROSSUPERIOR E O PÚBIS. A AFERIÇÃO É DEMONSTRADA EM DETALHE NO CANTO SUPERIOR DIREITO DA FIGURA.....21
- FIGURA 3 - ETAPAS EMPREGADAS NA AFERIÇÃO DA LARGURA DO CORNO ACETABULAR ANTERIOR. A) VISÃO DIRETA DO CORNO ANTERIOR DO ACETÁBULO, O QUAL É REPRESENTADO PELA LINHA VERMELHA INTERROMPIDA; B) UMA RÉGUA FLEXÍVEL FOI POSICIONADA LONGITUDINALMENTE AO CORNO. A SETA VERMELHA INDICA O LIMITE DISTAL DO CORNO E A LINHA AZUL REPRESENTA A LARGURA DO CORNO ANTERIOR; C) A LARGURA DO CORNO FOI MEDIDA 10 MM PROXIMAL AO LIMITE DISTAL DO CORNO.....22
- FIGURE 4 - PELVE REARTICULADA. A) VISTA DISTAL DA PELVE REARTICULADA FIXA AO DISPOSITIVO DE MADEIRA ATRAVÉS DE FITAS ELÁSTICAS. AS ESPINHAS ILÍACAS ANTEROSSUPERIORES E PÚBIS (SETAS) ESTÃO POSICIONADAS NO MESMO PLANO; B) VISTA LATERAL.....24
- FIGURA 5 - EXEMPLO DE FOTOGRAFIA UTILIZADA PARA POSTERIOR AFERIÇÃO DE PARÂMETROS ANGULARES. O ACETÁBULO DE INTERESSE ESTÁ POSICIONADO NO CENTRO DA IMAGEM.....25
- FIGURA 6 – VERIFICAÇÃO DO POSICIONAMENTO HORIZONTAL DA LENTE DA CÂMERA FOTOGRÁFICA COM INCLINÔMETRO DIGITAL.....26
- FIGURE 7 - IMAGEM AXIAL DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA ILUSTRANDO OS ÂNGULOS GAMA E DELTA. O ÂNGULO ENTRE A SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO ANTERIOR (LINHA AZUL) E O PLANO CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO GAMA ( $\gamma$ ). O ÂNGULO ENTRE A SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO POSTERIOR (LINHA AMARELA) E O PLANO CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO DELTA ( $\delta$ )...27
- FIGURA 8 - VISTA DISTAL DO ACETÁBULO DIREITO PARA AFERIÇÃO DOS ÂNGULOS GAMA E DELTA. A) UMA RÉGUA É POSICIONADA NA SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO ACETABULAR ANTERIOR, 10 MM PROXIMAL AO LIMITE DISTAL DESTES CORNO. DOIS NÍVEIS (DE 10MM DE ALTURA) ESTÃO FIXOS À RÉGUA PARA CONTROLE DA SUA HORIZONTALIDADE E TAMBÉM PARA GUIAR A COLOCAÇÃO DA RÉGUA A 10 MM DO LIMITE DISTAL DO CORNO ACETABULAR. O ÂNGULO ENTRE A RÉGUA (LINHA AZUL) E O PLANO



CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO GAMA. B) ÂNGULO DELTA AFERIDO NO CORNO ACETABULAR POSTERIOR.....27

FIGURE 9 - AFERIÇÃO DO ÂNGULO DE ANTEVERSÃO NO ACETÁBULO DIREITO. UMA RÉGUA É POSICIONADA HORIZONTALMENTE NO PONTO DE MAIOR DISTÂNCIA ENTRE AS PAREDES ACETABULARES ANTERIOR E POSTERIOR. O ÂNGULO ENTRE A RÉGUA (LINHA VERMELHA) E O PLANO SAGITAL (LINHA AZUL) REPRESENTA O ÂNGULO DE ANTEVERSÃO ACETABULAR.....28

FIGURA 10 - VISTA LATERAL DIREITA DA PELVE PARA AVALIAÇÃO DO ÂNGULO DE ABERTURA ANTERIOR DA PARTE DISTAL DO ACETÁBULO DIREITO. UMA LINHA (LINHA VERMELHA) É TRAÇADA ENTRE AS EXTREMIDADES DISTAIS DOS CORNOS ANTERIOR E POSTERIOR DO ACETÁBULO. UMA SEGUNDA LINHA (LINHA AZUL) É TRAÇADA PERPENDICULARMENTE AO PLANO DAS ESPINHAS ILÍACAS ANTEROSSUPERIORES E DO PÚBIS (LINHA VERDE). O ÂNGULO ENTRE A LINHA AZUL E A LINHA VERMELHA CORRESPONDE AO ÂNGULO DE ABERTURA ANTERIOR DO ACETÁBULO DISTAL.....29

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PARÂMETROS MORFOLÓGICOS AVALIADOS NO ACETÁBULO.....	20
TABELA 2 - MÉDIAS E VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DO ACETÁBULO DISTAL PARA A AMOSTRA COMPLETA (300 ACETÁBULOS DE 150 CADÁVERES ADULTOS).....	32
TABELA 3 - PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DO ACETÁBULO DISTAL DE ACORDO COM O GÊNERO, COMPARANDO 160 ACETÁBULOS FEMININOS COM 140 MASCULINOS.....	33
TABELA 4 - REPRODUTIBILIDADE DOS PARÂMETROS DA PARTE DISTAL DO ACETÁBULO AFERIDOS EM FOTOGRAFIAS DE PELVES REARTICULADAS.....	34

## **ABREVIATURAS**

**CA** - Corno Anterior do Acetábulo

**CP** - Corno Posterior do Acetábulo

**PDA** - Parte Distal do Acetábulo

**RNM** - Ressonância Nuclear Magnética

**TC** - Tomografia Computadorizada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 AMOSTRA.....	20
3.2 PARÂMETROS AVALIADOS.....	20
3.3 PARÂMETROS AFERIDOS DIRETAMENTE NO ACETÁBULO.....	21
3.3.1 Diâmetro acetabular.....	21
3.3.2 Largura dos cornos acetabulares anterior e posterior.....	22
3.4 PARÂMETROS ANGULARES AFERIDOS EM FOTOGRAFIAS.....	23
3.4.1 Ângulos gama e delta.....	26
3.4.2 Ângulo de anteversão acetabular.....	28
3.4.3 Ângulo de abertura anterior da parte distal do acetábulo .....	29
3.4.4 ANÁLISE DE REPRODUTIBILIDADE.....	30
3.4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A articulação coxofemoral é a responsável pelo relacionamento harmônico entre os membros inferiores e o tronco no corpo humano, permitindo o deslocamento do indivíduo no ambiente. Neste contexto, o acetábulo normal permite à cabeça femoral mover-se com estabilidade durante as atividades esportivas e da vida diária. O acetábulo adulto é uma estrutura quase hemisférica, em formato de cúpula e direcionado inferior, lateral e anteriormente. A superfície acetabular é dividida em um parte central e outra periférica (GRAY; LEWIS, 1918). A parte central é denominada fôvea acetabular e não se articula diretamente com a cabeça femoral. A parte periférica é designada de superfície semilunar. Esta superfície apresenta uma parte proximal conhecida como teto acetabular e duas áreas mais distais: os cornos anterior e posterior (Figura 1). A superfície semilunar é coberta pela cartilagem articular em contato com a cabeça femoral. Anormalidades na morfologia da parte proximal do acetábulo têm sido estudadas com ênfase nas últimas décadas, potencialmente resultando em dor no quadril e degeneração articular (TÖNNIS; HEINECKE, 1999; GANZ et al., 2003; BECK et al., 2005; JACOBSEN; SONNE-HOLM, 2005).

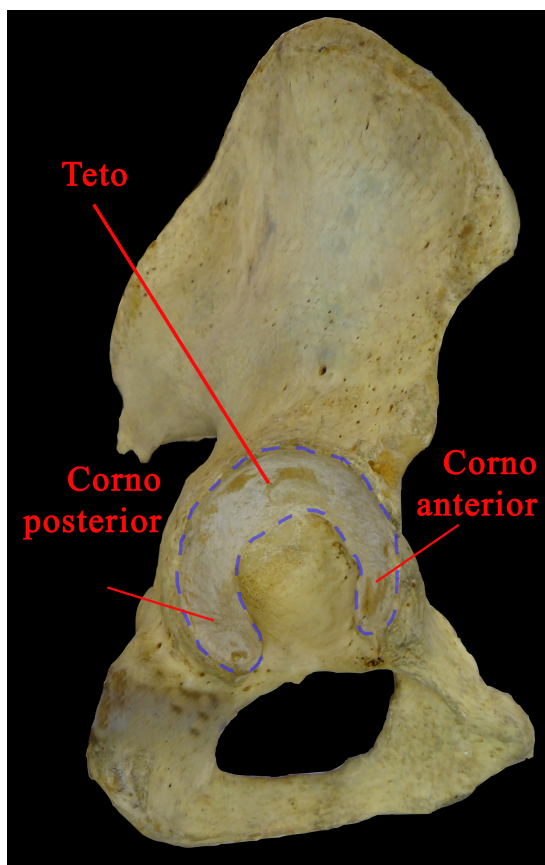


FIGURA 1 - OSSO INOMINADO DIREITO ILUSTRANDO A SUPERFÍCIE DISTAL DO ACETÁBULO. A SUPERFÍCIE SEMILUNAR É INDICADA PELA LINHA INTERROMPIDA EM AZUL.

FONTE: O autor (2016)

Em oposição à parte proximal do acetábulo, a morfologia da parte distal do acetábulo (PDA) e os efeitos de suas variações são pouco entendidos. A PDA participa da estabilização do quadril em flexão, uma vez que apresenta-se em contato aumentado com a cabeça femoral no quadril fletido (YOSHIDA et al., 2006). Desta forma, anormalidades da PDA resultando em cobertura insuficiente da cabeça femoral tem o potencial de contribuir para a instabilidade do quadril fletido (MARTIN; PALMER; MARTIN, 2012). Por outro lado, a cobertura distal excessiva da cabeça femoral pela PDA tem o potencial de gerar forças de cisalhamento cartilaginoso compatíveis com impacto femoroacetabular (TIBOR; GANZ; LEUNIG, 2013).

Apesar da função de estabilização do quadril e das possíveis implicações clínicas da PDA, estudos considerando a morfologia normal e parâmetros para avaliação da PDA são escassos. Ademais, os relatos são frequentemente descritivos ou não apresentam parâmetros quantitativos objetivos para a avaliação morfológica da PDA (GUPTA et al., 2001; GOVSA; OZER; OZGUR, 2005). A definição de

parâmetros quantitativos para a avaliação da morfologia da PDA embasaria a sua avaliação em exames de imagem.

### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é definir os parâmetros para avaliar a morfologia da PDA em 300 acetábulo de cadáveres adultos. Especificamente, os objetivos foram determinar: 1) a largura do corno anterior (CA) e corno posterior (CP) do acetábulo, correlacionando-os com o diâmetro acetabular; 2) a inclinação da superfície articular do CA (ângulo gama) e do CP (ângulo delta), correlacionando-as com o grau de anteversão acetabular; 3) o ângulo de abertura anterior da PDA; 4) possíveis diferenças entre os gêneros masculino e feminino.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Harrison, em 1961, relatou que a profundidade e formato final do acetábulo dependem fundamentalmente da presença e do formato da cabeça femoral, a qual servirá de molde para o desenvolvimento acetabular. O autor realizou cirurgias experimentais no quadril de 61 ratos e observou o desenvolvimento de displasia acetabular marcante seguindo amputação através do quadril, remoção da cabeça femoral, ou luxação do quadril. A ausência da cabeça femoral provocou a redução do tamanho e da profundidade acetabular, arredondamento e irregularidade da margem do acetábulo, e degeneração da cartilagem articular para uma forma de tecido conjuntivo fibroso. A cartilagem de crescimento da porção posteroinferior do acetábulo sofreu desorganização e finalmente deixou de ser um local de crescimento. O centro de ossificação secundário *os acetabuli* apareceu no tempo normal, porém desenvolveu-se encurtado e engrossado. As anormalidades histológicas foram confinadas à cartilagem articular do acetábulo, sendo que a cartilagem de crescimento trirradiada na porção medial do acetábulo permaneceu histologicamente normal. Harrison ponderou que a direção de crescimento da cartilagem trirradiada poderia ser alterada como consequência da deformação da superfície articular acetabular (HARRISON, 1961).

Em 1968, Bullough *et al.* publicaram investigação da esfericidade da cabeça femoral e do acetábulo. Utilizando 53 quadris adultos obtidos em necrópsia, os pesquisadores encontraram diferenças substanciais nas curvaturas das cabeças femorais e dos acetábulos aferidos ponto a ponto. Descreveram que a cabeça femoral e o acetábulo não são perfeitamente esféricos, e que o acetábulo é menos esférico que a cabeça femoral. Sugeriram que, dada a incongruência natural do quadril, o tamanho e o local das áreas de contato articular dependem da posição da articulação e da magnitude e direção da força aplicada (BULLOUGH *et al.*, 1968).

No ano de 1970, McKibbin publicou estudo considerando o grau de versão do acetábulo e do fêmur como fatores determinantes da estabilidade do quadril. Considerando a anatomia tridimensional complexa do acetábulo e da pelve, o autor descreveu um posicionamento padrão da pelve para aferição do ângulo de anteversão acetabular. Este posicionamento caracteriza-se pela manutenção das



extremidades dos ossos púbis no mesmo plano das espinhas ilíacas anterossuperiores (MCKIBBIN, 1970).

Ponseti, em 1978, reportou o desenvolvimento pós-natal do acetábulo a partir do estudo de 10 natimortos a termo e 3 crianças de 7, 9 e 14 anos de idade. O autor concluiu que o formato da cavidade acetabular resulta do crescimento coordenado de dois componentes cartilagosos: cartilagem acetabular em formato semilunar lateralmente e cartilagem trirradiada em formato de Y medialmente. Relatou-se que, ao final do crescimento, a cartilagem acetabular formará o bordo acetabular em formato de cúpula, enquanto a cartilagem trirradiada formará a parede medial não-articular do acetábulo. Adicionalmente, centros de ossificação secundários foram demonstrados no complexo acetabular cartilaginoso das crianças de 9 e 14 anos, contribuindo para o formato da face semilunar do acetábulo adulto (PONSETI, 1978).

Em 1978, Oberländer, Kurrat e Breul relataram a extensão da superfície semilunar em 30 acetábulos adultos. Os autores utilizaram um sistema circular de coordenadas para aferir a largura da superfície semilunar em diferentes localizações. O corno anterior da superfície semilunar foi sempre menor que o corno posterior nos 30 espécimes. A superfície semilunar foi mais larga cerca de 15° anterior ao teto do acetábulo, ou seja, anterior à porção usualmente visível à radiografia. Os autores também descreveram a inclinação da incisura acetabular em relação a uma linha vertical, sendo em média 18,3° (variando de 11 a 27°)(OBERLÄNDER; KURRAT; BREUL, 1978).

Tönnis *et al.*, em 1987, descreveram os aspectos anatômicos, fisiopatológicos, biomecânicos e radiológicos da displasia de desenvolvimento do quadril em crianças e adultos. Os autores discutiram os aspectos biomecânicos influenciando a estabilidade e as forças aplicadas ao quadril nos diferentes planos anatômicos. Nesta publicação, os autores relataram o ângulo de inclinação do teto acetabular referindo-se à inclinação do teto acetabular em relação à horizontal na radiografia da pelve. Valores maiores que 10 graus de inclinação do teto acetabular indicariam displasia do teto acetabular (TÖNNIS *et al.*, 1987).

Anda *et al.* interrogaram se os parâmetros da morfologia acetabular avaliados em exames de imagem realizados em decúbito dorsal poderiam ser extrapolados para a posição de ortostatismo, considerando a possível alteração na inclinação pélvica entre as duas posições. Em 1990, os autores relataram não ter

encontrado diferença significativa entre a inclinação pélvica em decúbito dorsal e em ortostatismo em 40 indivíduos. Desta forma, concluíram que a avaliação morfológica do acetábulo em exames de imagem com o paciente em repouso supino poderia ser extrapolada para a posição de repouso em ortostatismo (ANDA et al., 1990).

Eckstein *et al.*, em 1997, relataram a distribuição da carga no acetábulo de doze quadris de cadáveres. Os espécimes foram posicionados a 5 graus de flexão na posição observada na fase de apoio médio da marcha, na qual a força aplicada ao quadril é maior. Na sequência, foram submetidos a diferentes variações de força no plano axial. Os autores observaram que o contato entre a cabeça femoral e acetábulo ocorreu principalmente na periferia quando cargas menores foram aplicadas. Em alguns espécimes o contato iniciou no bordo do teto acetabular, enquanto em outros no bordo dos cornos anterior e posterior da superfície semilunar. Considerando todos os quadris, o tamanho da área de contato acetabular foi de cerca de 20% em cargas menores (25% do peso corporal). No caso de cargas de 300% do peso corporal, 98% da superfície acetabular entrou em contato com a cabeça femoral (ECKSTEIN et al., 1997).

Em 2001, Gupta *et al.* apresentaram sua investigação de 315 acetábulos e relataram que 48 (15%) possuíam facetas não-usuais na parte não articular do osso púbis do acetábulo, logo inferior à extremidade anterior da superfície semilunar. As facetas não-usuais tinham três formatos diferentes: oval (56,3%), piriforme (22,9%) e alongado (20,8%). Os autores postularam que esta variação poderia ser a consequência de uma postura em particular resultando em tração dos ligamentos inseridos nesta área (GUPTA et al., 2001).

No mesmo ano, Maruyama *et al.* estudaram 100 pelves e classificaram o formato da borda acetabular anterior em quatro formatos: reto, curvo, angular e irregular. Os formatos curvo e angular foram observados em 86% dos acetábulos. Metade das pelves estudadas apresentavam formatos diferentes ao comparar o acetábulo direito com o esquerdo. Não houve diferença entre os acetábulos masculinos e femininos. Considerando as possíveis variações no formato da borda anterior do acetábulo, os autores ressaltaram na discussão da pesquisa que a anteversão do acetábulo é dependente do ponto em que é aferida na borda anterior (MARUYAMA et al., 2001).

Em 2003, Nishihara *et al.* descreveram o ângulo de flexão da pelve em 101 pacientes antes e após cirurgia de artroplastia do quadril. Os ângulos de flexão

pélvica com os pacientes em decúbito dorsal, em ortostatismo e sentados foram calculados utilizando imagens de radiografia e tomografia computadorizada (TC). O ângulo médio ( $\pm$  desvio padrão) de flexão pélvica foi de  $5^\circ \pm 9,5^\circ$  na posição de decúbito dorsal,  $3^\circ \pm 11,9^\circ$  em ortostatismo e  $-29^\circ \pm 12,2^\circ$  na posição sentada. A alteração média no ângulo de flexão pélvica da posição de decúbito dorsal para ortostatismo foi  $-2^\circ \pm 6,4^\circ$  e o coeficiente de correlação do ângulo entre estas posições foi de 0,84 ( $p < 0,0001$ ). A alteração média no ângulo de flexão pélvica do decúbito dorsal para a posição sentada foi de  $-34^\circ \pm 9,6^\circ \pm 12$ . Em 90% dos pacientes, a diferença no ângulo de flexão pélvica entre as posições de decúbito dorsal e ortostatismo foi de  $10^\circ$  ou menos. Em 90% dos casos, a pelve estendeu  $20^\circ$  ou mais da posição de decúbito à posição sentada. A posição pélvica foi praticamente a mesma em cada indivíduo antes e após a cirurgia de artroplastia. Os autores ressaltaram a significativa variabilidade observada entre os indivíduos (NISHIHARA et al., 2003).

Govsa, Ozer e Ozgur descreveram, em 2005, as características morfológicas de 226 acetábulos adultos. A fossa acetabular apresentou formato em folha de trevo em 60% dos espécimes, com o lobo superior menor que os lobos anterior e posterior. Os 40% restantes tiveram padrões distintos do formato em trevo. Os autores também descreveram uma faceta não-usual anterior e inferior à superfície semilunar em 62 acetábulos (27%) (GOVSA; OZER; OZGUR, 2005).

Yoshida *et al.*, em 2006, apresentaram os achados de estudo considerando a área de contato tridimensional e distribuição de pressão no quadril durante as atividades da vida diária. Utilizando o método dos elementos distintos, os autores empregaram um modelo tridimensional sobreposto a radiografia da pelve com animação para calcular a localização do pico de pressão em diferentes atividades da vida diária. Durante o caminhar rápido, normal e lento, o pico de pressão localizou-se na parte lateral do teto acetabular durante o médio apoio. Ao adquirir a posição de ortostatismo, ao sentar e durante o agachamento, os pressões pico localizaram-se no bordo posterior do corno acetabular. A magnitude da pressão pico durante o sentar foi 2,8 vezes a do caminhar normal (YOSHIDA et al., 2006).

Em 2009, Köhlein *et al.* publicaram um estudo referente aos aspectos morfológicos da borda acetabular e à localização espacial no acetábulo baseados em observações de 66 acetábulos (33 pelves). Os autores utilizaram um sistema de

horas para localização na superfície acetabular. Um formato em onda foi observado em todos os acetábulo, com três proeminências e duas depressões presentes tanto em acetábulo masculinos quanto femininos. As proeminências foram anterossuperior, anteroinferior e posteroinferior. As depressões localizaram-se na parede anterior e ao longo da parede póstero-superior. Adicionalmente, o estudo reportou os valores do *tilt* acetabular, representando o ângulo entre o meridiano acetabular das 6 às 12 horas e o plano frontal pélvico. O *tilt* acetabular médio foi de 18.9° (variando de 5 a 32°) (KÖHNLEIN et al., 2009).

Em 2012, Harris *et al.* determinaram a força de contato e a área de contato na superfície da cartilagem acetabular de 10 voluntários normais durante atividades de caminhar, subir e descer escadas. Para tal, utilizaram-se do método dos elementos finitos após exame de TC com contraste intra-articular. A área de contato da superfície acetabular durante as atividades simuladas foi em média de 34%. A distribuição da força de contato foi altamente não-uniforme, com mais variabilidade ocorrendo entre indivíduos para determinada atividade do que entre atividades. Os autores ressaltaram que pequenas incongruências entre a cabeça femoral e o acetábulo resultaram em um grande efeito na força de contato (HARRIS et al., 2012).

Steppacher *et al.*, em 2014, delinearam o formato da superfície semilunar do acetábulo através da análise de exames de ressonância nuclear magnética (RNM). Os autores compararam a superfície semilunar de acetábulo normais com retrovertidos, displásicos ou com cobertura excessiva. Proeminências do bordo acetabular externo foram observadas em todos os quadris estudados em três áreas: anterossuperior, anteroinferior e posteroinferior. A largura do corno acetabular posterior foi maior que o anterior em todos os acetábulo estudados. Os quadris displásicos apresentaram a cobertura da cabeça femoral reduzida anteroinferiormente e a superfície semilunar média 16% menor que em quadris normais (STEPPACHER et al., 2014).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRA

A coleção osteológica de Hamann-Todd do Museu de História Natural de Cleveland contém esqueletos humanos coletados entre os anos de 1912 e 1938 na cidade de Cleveland, Ohio, Estado Unidos. Trezentos acetábulo (150 pelves) foram obtidos desta coleção. Oitenta acetábulo foram de mulheres afro-americanas, 80 de mulheres da raça caucasiana, 78 de homens afro-americanos e 62 de homens da raça caucasiana. Os critérios de inclusão envolveram espécimes de indivíduos com idade entre 18 e 50 anos no momento da morte (média geral: 34,60, feminina: 34,56, masculina: 34,64 anos), sem sinais de artrose, fratura ou intervenção cirúrgica.

#### 3.2 PARÂMETROS AVALIADOS

A avaliação da anatomia da PDA foi inicialmente realizada através de medidas diretas em ossos inominados individualmente. Em seguida, os ossos inominados direito e esquerdo foram rearticulados ao sacro e fotografias digitais foram realizadas para avaliação dos parâmetros angulares dos acetábulo em pelves rearticuladas. Todos os parâmetros foram avaliados em cada um dos 300 acetábulo por um examinador (Tabela 1).

TABELA 1 – PARÂMETROS MORFOLÓGICOS AVALIADOS NO ACETÁBULO.

<b>Parâmetros aferidos diretamente no acetábulo</b>
Diâmetro acetabular
Largura do corno anterior e corno posterior
<b>Parâmetros angulares aferidos em fotografias do acetábulo</b>
Ângulos gama e delta
Ângulo de anteversão acetabular
Ângulo de abertura anterior da parte distal do acetábulo

FONTE: O autor (2016)

### 3.3 PARÂMETROS AFERIDOS DIRETAMENTE NO ACETÁBULO

A avaliação inicial dos 300 acetábulos incluiu medidas realizadas através de um paquímetro digital (500-196-20 Mitutoyo *Absolute Digital Caliper*, Modelo CD-6 polegadas, erro de 0.01 mm, Mitutoyo Corp., Japão).

#### 3.3.1 Diâmetro acetabular

O diâmetro acetabular foi aferido posicionando o paquímetro perpendicular ao plano entre a espinha ílica anterossuperior e o púbis (Figura 2). O diâmetro foi definido como a maior distância entre as paredes acetabulares anterior e posterior.



FIGURA 2 - AFERIÇÃO DO DIÂMETRO ACETABULAR. O PAQUÍMETRO DIGITAL É POSICIONADO PERPENDICULARMENTE AO PLANO ENTRE A ESPINHA ILÍACA ANTEROSSUPERIOR E O PÚBIS. A AFERIÇÃO É DEMONSTRADA EM DETALHE NO CANTO SUPERIOR DIREITO DA FIGURA.

### 3.3.2 Largura dos cornos acetabulares anterior e posterior

A largura do corno acetabular anterior foi aferida 10mm proximal ao seu limite distal (Figura 3). O mesmo processo foi utilizado para aferição da largura do corno acetabular posterior. Adicionalmente, a relação entre a largura do respectivo corno acetabular e o diâmetro acetabular foi calculada para cada acetábulo utilizando a seguinte equação :  $\frac{\text{largura do corno anterior or posterior}}{\text{diâmetro acetabular}}$ .

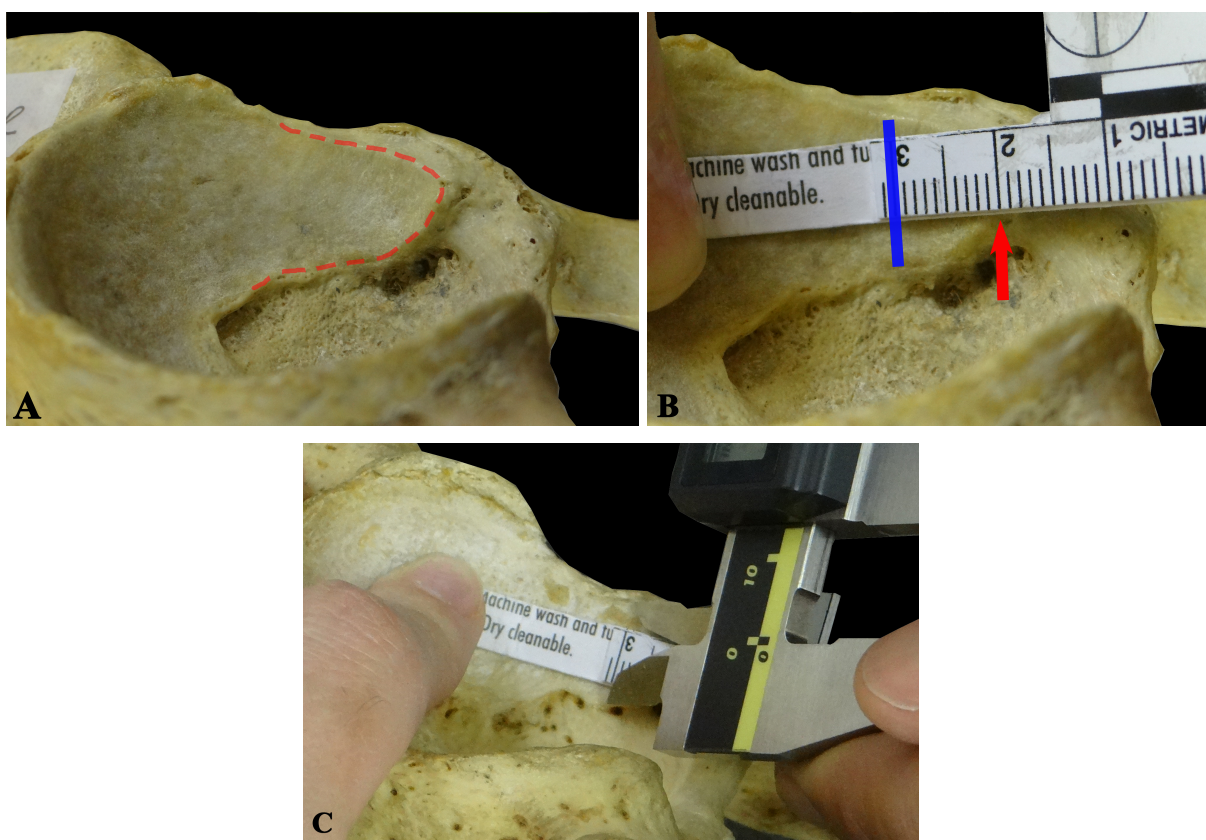


FIGURA 3 - ETAPAS EMPREGADAS NA AFERIÇÃO DA LARGURA DO CORNO ACETABULAR ANTERIOR. A) VISÃO DIRETA DO CORNO ANTERIOR DO ACETÁBULO, O QUAL É REPRESENTADO PELA LINHA VERMELHA INTERROMPIDA; B) UMA RÉGUA FLEXÍVEL FOI POSICIONADA LONGITUDINALMENTE AO CORNO. A SETA VERMELHA INDICA O LIMITE DISTAL DO CORNO E A LINHA AZUL REPRESENTA A LARGURA DO CORNO ANTERIOR; C) A LARGURA DO CORNO FOI MEDIDA 10 MM PROXIMAL AO LIMITE DISTAL DO CORNO.

FONTE: O autor (2016)

### 3.4 PARÂMETROS ANGULARES AFERIDOS EM FOTOGRAFIAS

Alguns aspectos anatômicos e funcionais do acetábulo só podem ser avaliados ao considerar a sua relação com a pelve como um todo. Portanto, a avaliação dos parâmetros angulares da PDA foi realizada em pelves rearticuladas. Os ossos inominados esquerdo e direito de cada esqueleto foram rearticulados ao sacro utilizando fitas elásticas. Um material esponjoso foi utilizado para reproduzir a largura da sínfise púbica de 5mm (MUECKE; CURRARINO, 1968; VIX; RYU, 1971). Na sequência, a pelve foi fixada a um dispositivo de madeira com fitas elásticas adicionais (Figura 4). Este dispositivo foi produzido com controle de um inclinômetro digital para manter-se a perpendicularidade de seus bordos. Cada pelve foi segura ao dispositivo de madeira com as espinhas ilíacas anterossuperiores e o púbis no mesmo plano, enquanto as cristas ilíacas foram mantidas em um plano neutro e estável (MCKIBBIN, 1970; SIEBENROCK; KALBERMATTEN; GANZ, 2003).



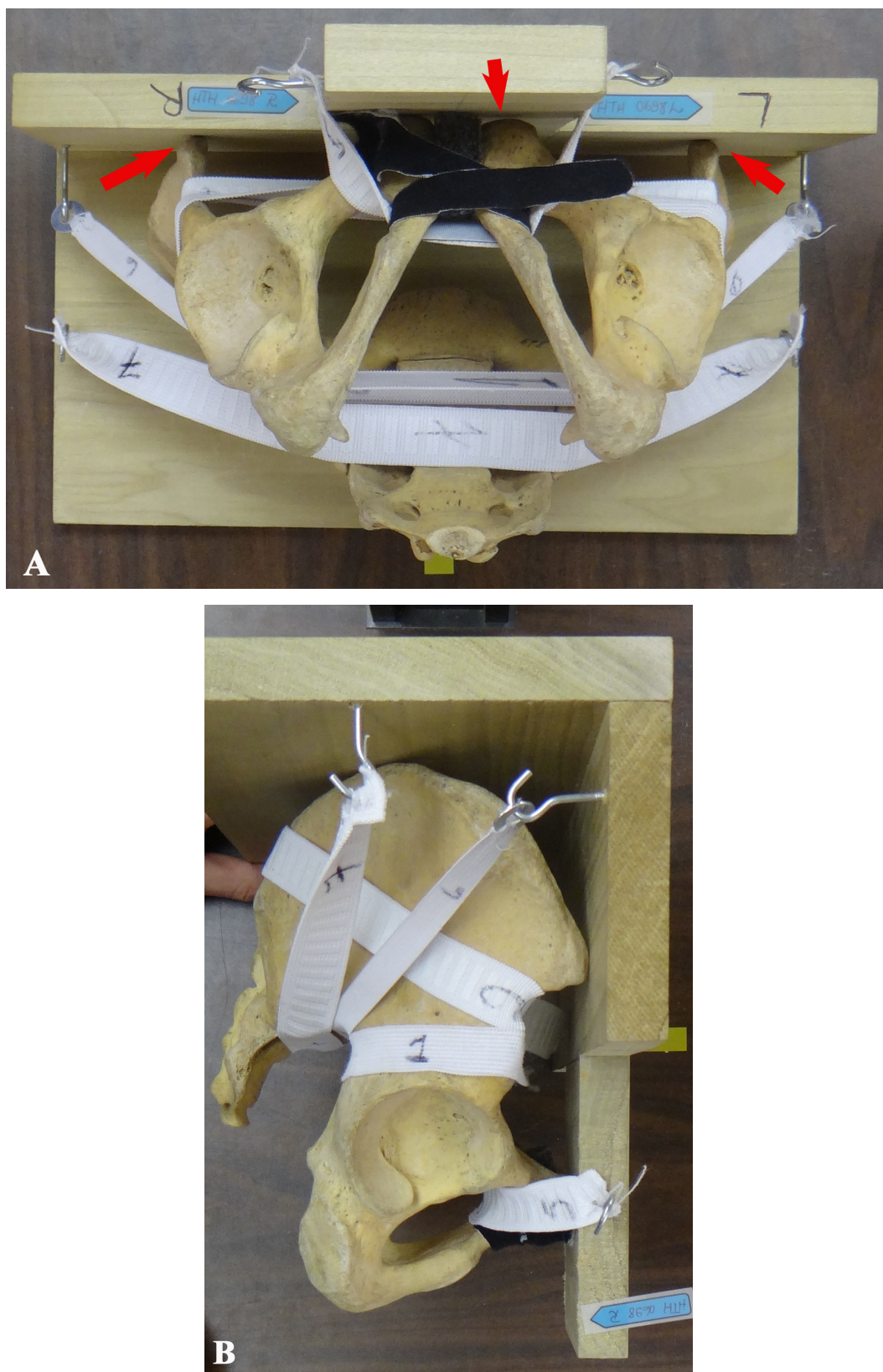


FIGURE 4 - PELVE REARTICULADA. A) VISTA DISTAL DA PELVE REARTICULADA FIXA AO DISPOSITIVO DE MADEIRA ATRAVÉS DE FITAS ELÁSTICAS. AS ESPINHAS ILÍACAS ANTEROSSUPERIORES E PÚBIS (SETAS) ESTÃO POSICIONADAS NO MESMO PLANO; B) VISTA LATERAL.

FONTE: O autor (2016)

Após a fixação estável da pelve rearticulada, fotografias digitais foram obtidas com o acetábulo em posições padronizadas, posicionado a 60 cm da lente da câmera e no centro da imagem (Figura 5). Esta configuração foi utilizada após testes preliminares com o objetivo de evitar aferições inadequadas em razão de distorções na imagem. Um inclinômetro digital com resolução de  $0.1^\circ$  foi utilizado para assegurar que a câmera estava posicionada dentro de  $0.5^\circ$  da horizontal (Figura 6). Após a aquisição de todas as fotografias, as medidas angulares foram realizadas utilizando o programa de computador *Adobe Photoshop* versão 6.0 (*Adobe Systems Corporation, San Jose, CA, EUA*). As aferições foram executadas magnificando a fotografia até que o acetábulo alcançasse uma dimensão de 8 cm na tela do computador.



FIGURA 5 – EXEMPLO DE FOTOGRAFIA UTILIZADA PARA POSTERIOR AFERIÇÃO DE PARÂMETROS ANGULARES. O ACETÁBULO DE INTERESSE ESTÁ POSICIONADO NO CENTRO DA IMAGEM.

FONTE: O autor (2016)



FIGURA 6 – VERIFICAÇÃO DO POSICIONAMENTO HORIZONTAL DA LENTE DA CÂMERA FOTOGRÁFICA COM INCLINÔMETRO DIGITAL.

FONTE: O autor (2016)

### 3.4.1 Ângulos gama e delta

O ângulo gama é definido como o ângulo entre a superfície articular do CA e o plano coronal. Similarmente, o ângulo delta foi definido como o ângulo entre a superfície articular do CP e o plano coronal (Figura 7). Para avaliar os ângulos gama e delta em fotografias, a pelve rearticulada foi posicionada com o acetábulo distal na direção da câmera e no centro da imagem. As fotografias foram realizadas com uma régua posicionada sequencialmente na superfície articular do CA e CP, a 10 mm proximal ao limite distal do respectivo corno acetabular (Figura 8). Finalmente, os ângulos gama e delta foram aferidos nas fotografias utilizando o programa de computador *Photoshop*.

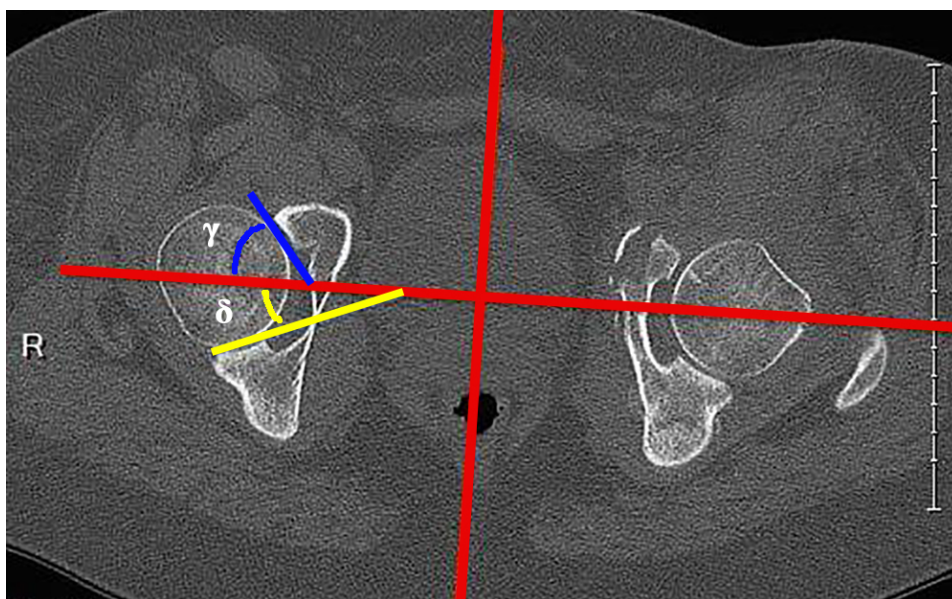


FIGURE 7 - IMAGEM AXIAL DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA ILUSTRANDO OS ÂNGULOS GAMA E DELTA. O ÂNGULO ENTRE A SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO ANTERIOR (LINHA AZUL) E O PLANO CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO GAMA ( $\gamma$ ). O ÂNGULO ENTRE A SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO POSTERIOR (LINHA AMARELA) E O PLANO CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO DELTA ( $\delta$ ).

FONTE: O autor (2016)

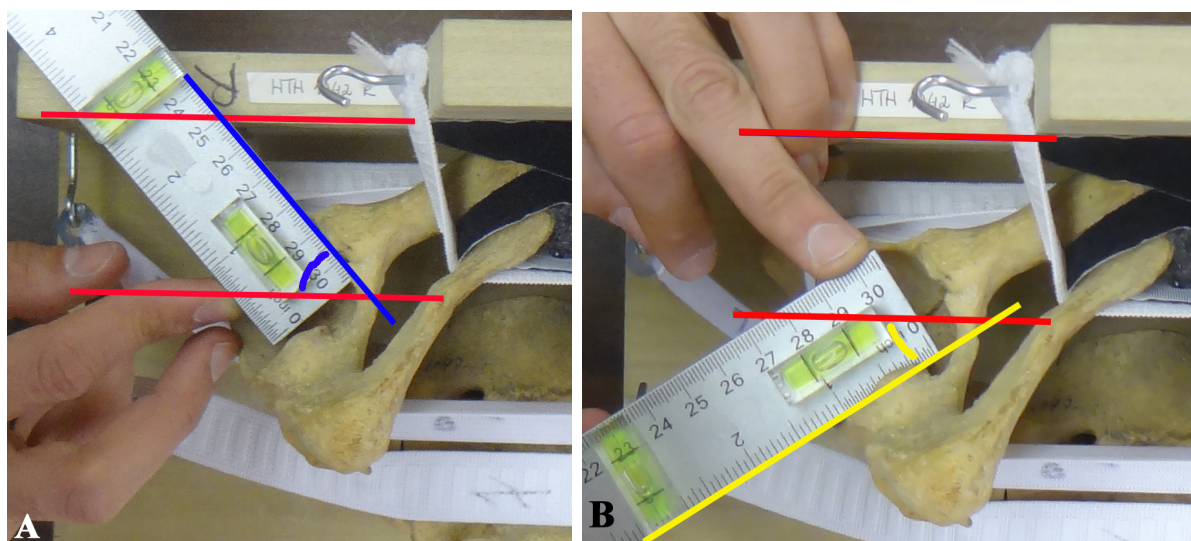


FIGURA 8. VISTA DISTAL DO ACETÁBULO DIREITO PARA AFERIÇÃO DOS ÂNGULOS GAMA E DELTA. A) UMA RÉGUA É POSICIONADA NA SUPERFÍCIE ARTICULAR DO CORNO ACETABULAR ANTERIOR, 10 MM PROXIMAL AO LIMITE DISTAL DESTES CORNO. DOIS NÍVEIS (DE 10MM DE ALTURA) ESTÃO FIXOS À RÉGUA PARA CONTROLE DA SUA HORIZONTALIDADE E TAMBÉM PARA GUIAR A COLOCAÇÃO DA RÉGUA A 10 MM DO LIMITE DISTAL DO CORNO ACETABULAR. O ÂNGULO ENTRE A RÉGUA (LINHA AZUL) E O PLANO CORONAL (LINHA VERMELHA) REPRESENTA O ÂNGULO GAMA. B) ÂNGULO DELTA AFERIDO NO CORNO ACETABULAR POSTERIOR.

FONTE: O autor (2016)

### 3.4.2 Ângulo de anteversão acetabular

A aferição do ângulo de anteversão acetabular também foi realizada em fotografias. De acordo com a mesma técnica empregada para avaliar os ângulos gama e delta, foi utilizada uma régua com dois níveis para controle da horizontalidade. Esta régua foi posicionada no ponto de maior distância entre as paredes acetabulares anterior e posterior (Figura 9).



FIGURE 9 - AFERIÇÃO DO ÂNGULO DE ANTEVERSÃO NO ACETÁBULO DIREITO. UMA RÉGUA É POSICIONADA HORIZONTALMENTE NO PONTO DE MAIOR DISTÂNCIA ENTRE AS PAREDES ACETABULARES ANTERIOR E POSTERIOR. O ÂNGULO ENTRE A RÉGUA (LINHA VERMELHA) E O PLANO SAGITAL (LINHA AZUL) REPRESENTA O ÂNGULO DE ANTEVERSÃO ACETABULAR.

FONTE: O autor (2016)

### 3.4.3 Ângulo de abertura anterior da parte distal do acetábulo

O ângulo de abertura anterior da PDA representa o grau de posicionamento proximal do CA em relação ao CP no plano sagital. Fotografias de vista lateral do acetábulo foram utilizadas para determinar este parâmetro (Figura 10).

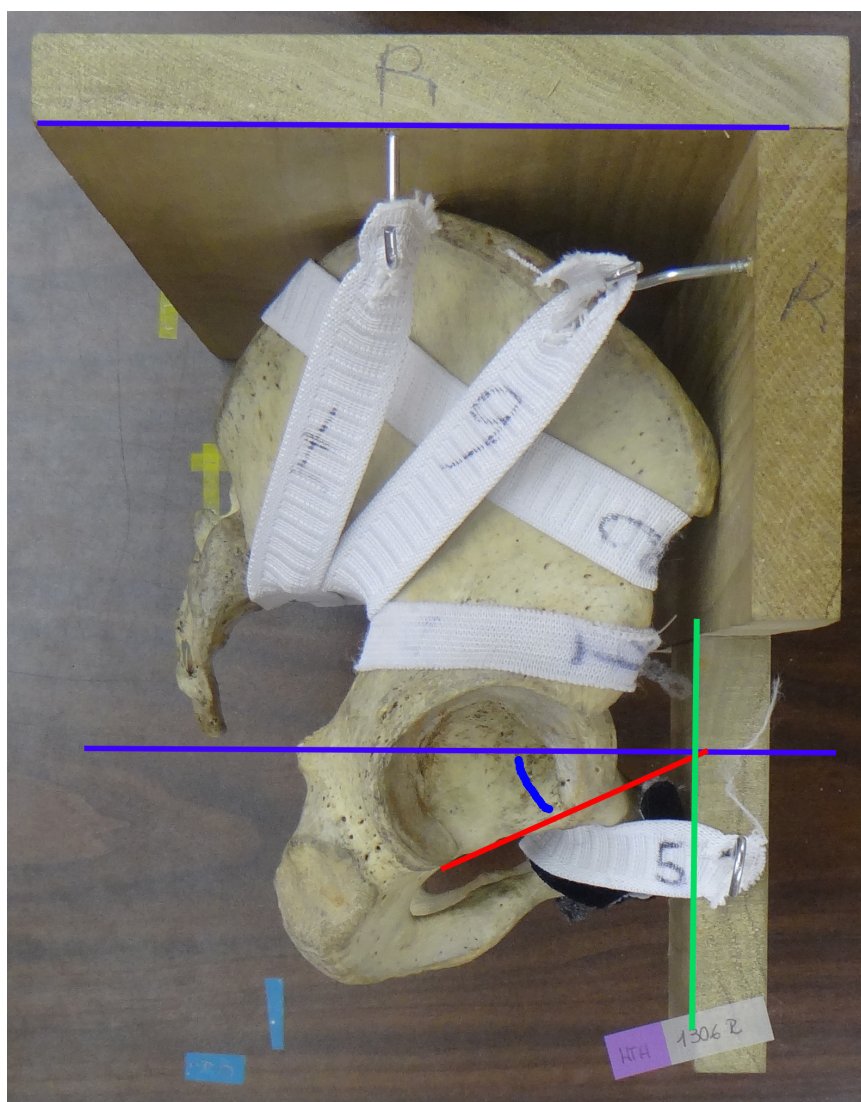


FIGURA 10 – VISTA LATERAL DIREITA DA PELVE PARA AVALIAÇÃO DO ÂNGULO DE ABERTURA ANTERIOR DA PARTE DISTAL DO ACETÁBULO DIREITO. UMA LINHA (LINHA VERMELHA) É TRAÇADA ENTRE AS EXTREMIDADES DISTAIS DOS CORNOS ANTERIOR E POSTERIOR DO ACETÁBULO. UMA SEGUNDA LINHA (LINHA AZUL) É TRAÇADA PERPENDICULARMENTE AO PLANO DAS ESPINHAS ILÍACAS ANTEROSSUPERIORES E DO PÚBIS (LINHA VERDE). O ÂNGULO ENTRE A LINHA AZUL E A LINHA VERMELHA CORRESPONDE AO ÂNGULO DE ABERTURA ANTERIOR DO ACETÁBULO DISTAL.

FONTE: O autor (2016)

#### 3.4.4 ANÁLISE DE REPRODUTIBILIDADE

Com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade intra-observador dos parâmetros envolvendo aferições diretas com o paquímetro (diâmetro acetabular e largura dos cornos anterior e posterior), uma segunda aferição foi efetuada em 28 acetábulos escolhidos randomicamente dentre os 300 acetábulos inicialmente avaliados. A segunda aferição foi realizada pelo mesmo observador e comparada à primeira aferição. O intervalo entre as aferições foi de no mínimo três dias.

Os parâmetros angulares foram aferidos em fotografias de pelves rearticuladas. Para tais parâmetros, a análise de reprodutibilidade também incluiu 28 acetábulos escolhidos randomicamente dentre os 300 acetábulos inicialmente avaliados. A reprodutibilidade das aferições foi avaliada de três formas: 1) reprodutibilidade intra-observador, comparando a aferição original a outra aferição da mesma fotografia realizada com intervalo de tempo maior que 1 mês pelo autor deste trabalho; 2) reprodutibilidade intra-observador (autor deste trabalho) comparando a aferição original a aferições de pelves rearticuladas e reposicionadas, mais do que três dias após a montagem e fotografias iniciais; 3) reprodutibilidade inter-observadores comparando aferições de dois observadores (autor deste trabalho e outro médico ortopedista) da mesma fotografia de 28 acetábulos.

#### 3.4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Testes t de Student para amostras independentes foram utilizados para avaliar a significância das diferenças encontradas, e valores de  $p < 0,01$  foram considerados significantes. A média das aferições realizadas nos acetábulos direito e esquerdo de cada pelve foi considerada para avaliar diferenças entre espécimes masculinos e femininos. A avaliação da reprodutibilidade das aferições foi realizada através de testes de correlação intra classe e avaliação de diferença sistemática entre as medidas. Coeficientes de correlação de Pearson foram calculados para determinar a correlação entre variáveis.

#### 4 RESULTADOS

A largura média do CA, a 10mm proximal ao seu limite distal, foi de 14,80mm (Tabela 2). A largura média do CP foi 19,72mm, sendo significativamente maior do que a largura do CA ( $p < 0,001$ ). A relação entre a largura do corno acetabular e o diâmetro acetabular foi 0,31 e 0,41 para, respectivamente, o CA e CP. A largura média do CA foi 14,11mm nos acetábulos femininos e 15,58mm nos masculinos. A largura média do CP foi 18,15mm nos acetábulos femininos e 21,5mm nos masculinos (Tabela 4). Acetábulos masculinos apresentaram valores significativamente maiores se considerados os valores absolutos do CA ( $p < 0,001$ ) e do CP ( $p < 0,001$ ). Entretanto, quando corrigido ao tamanho acetabular, não houve diferença na largura do CA entre os sexos masculino e feminino ( $p = 0,228$ ) (Tabela 2).



TABELA 2 - MÉDIAS E VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DO ACETÁBULO DISTAL PARA A AMOSTRA COMPLETA (300 ACETÁBULOS DE 150 CADÁVERES ADULTOS).

<b>Parâmetro</b>	<b>Média (<math>\pm</math>desvio padrão)</b>	<b>Varição (mm)</b>
Diâmetro acetabular	48,36mm ( $\pm$ 3,89mm)	39,80 a 58,25mm
Largura do corno anterior	14,80mm ( $\pm$ 2,35mm)	9,44 a 20,88mm
Largura do corno anterior $\div$ diâmetro acetabular	0,31 ( $\pm$ 0,05)	0,17 a 0,44
Largura do corno posterior	19,72mm ( $\pm$ 2,61mm)	13,16 a 25,86mm
Largura do corno posterior $\div$ diâmetro acetabular	0,41 ( $\pm$ 0,04)	0,29 a 0,56
Ângulo gama	43,58° ( $\pm$ 7,10°)	24,70° a 64°
Ângulo delta	36,07° ( $\pm$ 7,54°)	16,10° a 53,20°
Ângulo de anteversão acetabular	18,93° ( $\pm$ 5,74°)	5,80° a 38,30°
Ângulo de abertura anterior do acetábulo distal	25,33° ( $\pm$ 5,40°)	10,90° a 43,10°

FONTE: O autor (2016)

Os ângulos gama e delta médios foram, respectivamente, 43,58° e 36,07°. Houve correlação moderada a forte entre o ângulo de anteversão acetabular e os ângulos gama ( $r= 0,64$ ) e delta ( $r= -0,59$ ). A média do ângulo gama em acetábulo femininos (44,37°) não foi significativamente maior que dos acetábulo masculinos (42,69°)( $p=0,12$ ). Por outro lado, a média do ângulo delta em acetábulo femininos (31,59°) foi significativamente menor que em acetábulo masculinos (41,19°)( $p<0,001$ ) (Tabela 3). O ângulo de abertura do acetábulo distal foi em média de 25,33°. Este ângulo foi em média 25,82° no sexo feminino, não sendo estatisticamente diferente de acetábulo masculinos (24,78°)( $p=0,21$ ) (Tabela 3).

TABELA 3 – PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DO ACETÁBULO DISTAL DE ACORDO COM O GÊNERO, COMPARANDO 160 ACETÁBULOS FEMININOS COM 140 MASCULINOS.

<b>Parâmetro</b>	<b>Sexo</b>	<b>Média (± desvio padrão)</b>	<b>p</b>
Diâmetro acetabular	Feminino	45,53mm (±2,21mm)	<0,001
	Masculino	51,60mm (±2,58mm)	
Largura do corno anterior	Feminino	14,11mm (±1,89mm)	<0,001
	Masculino	15,58mm (±2,16mm)	
Largura do corno anterior ÷ diâmetro acetabular	Feminino	0,31 (±0,04)	0,228
	Masculino	0,30 (±0,04)	
Largura do corno posterior	Feminino	18,15mm (±1,84mm)	<0,001
	Masculino	21,50mm (±1,88mm)	
Largura do corno posterior ÷ diâmetro acetabular	Feminino	0,40 (±0,04)	0,003
	Masculino	0,42 (±0,04)	
Ângulo gama	Feminino	44,37° (±6,93°)	0,120
	Masculino	42,69° (±6,10°)	
Ângulo delta	Feminino	31,59° (±5,95°)	<0,001
	Masculino	41,19° (±4,84°)	
Ângulo de anteversão acetabular	Feminino	21,23° (±4,69°)	<0,001
	Masculino	16,30° (±4,79°)	
Ângulo de abertura anterior do acetábulo distal	Feminino	25,82° (±4,83°)	0,21
	Masculino	24,78° (±5,19°)	

FONTE: O autor (2016)

A análise de reprodutibilidade das aferições diretas realizadas com paquímetro demonstrou diferenças médias submilimétricas com coeficientes de correlação intra classe de 0,99, 0,95 e 0,98 para, respectivamente, o diâmetro acetabular, a largura do CA e a largura do CP. A análise de reprodutibilidade intra e inter-observador para os parâmetros aferidos em fotografias é apresentada na tabela 4.

TABELA 4 - REPRODUTIBILIDADE DOS PARÂMETROS DA PARTE DISTAL DO ACETÁBULO AFERIDOS EM FOTOGRAFIAS DE PELVES REARTICULADAS.

<b>Parâmetro</b>	ICC, intra-observador, segunda aferição realizada na mesma fotografia de 28 acetábulos	ICC, intra-observador, segunda aferição realizada em fotografia diferente da original, de 28 acetábulos de pelvis rearticuladas em tempos diferentes	ICC, Inter-observador, segunda aferição realizada pelo segundo observador na mesma fotografia de 28 acetábulos
<b>Ângulo gama</b>	0,99	0,95	0,99
<b>Ângulo delta</b>	0,99	0,98	0,99
<b>Anteversão do acetábulo</b>	0,99	0,98	0,99
<b>Ângulo de abertura anterior da PDA</b>	0,98	0,95	0,97

ICC: coeficiente de correlação intra classe, comparando a aferição original com segundas aferições de 28 acetábulos escolhidos randomicamente dentre os 300 acetábulos inicialmente aferidos. PDA: parte distal do acetábulo.

FONTE: O autor (2016)

## 5 DISCUSSÃO

A PDA tem sido estudada como um estabilizador do quadril em flexão (YOSHIDA et al., 2006). Publicações recentes também têm considerado a possível influência da PDA no impacto femoroacetabular e na instabilidade do quadril (MARTIN; PALMER; MARTIN, 2012; TIBOR; GANZ; LEUNIG, 2013). Entretanto, estudos considerando a morfologia normal da PDA e sua avaliação são escassos. O presente estudo teve como objetivo definir parâmetros para avaliar a morfologia da PDA, tendo como base a investigação de 300 acetábulo de cadáveres adultos.

As aferições desta pesquisa demonstraram que o valor absoluto da largura do CA e do CP foi maior em acetábulo masculino em comparação aos femininos ( $p=0,228$ ). Considerando as larguras dos cornos relativas ao diâmetro acetabular, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos para o CA. A diferença na média da largura relativa do CP foi de pequena magnitude entre o sexo feminino ( $0,40 \pm 0,04$ ) e o masculino ( $0,42 \pm 0,04$ ), e provavelmente não apresenta relevância clínica mesmo sendo uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,003$ ). Steppacher *et al.* estudaram a superfície semilunar em 164 exames de RNM de pacientes com morfologia acetabular normal ou alterada (STEPPACHER et al., 2014). Os autores relataram valores absolutos dos cornos acetabulares aumentados em homens, porém sem diferença quando os valores foram relacionados ao diâmetro acetabular (STEPPACHER et al., 2014). Gupta *et al.* descreveram que 15% dos acetábulo apresentam facetas não-usuais na parte não articular do componente púbico do acetábulo (GUPTA et al., 2001). Ressalta-se que, no presente estudo, as aferições e o posicionamento das réguas tiveram como referência o ponto mais distal dos cornos acetabulares, e não estruturas não articulares.

O conceito dos ângulos gama e delta foi fundamentado no já bem conhecido ângulo de Tönnis ou inclinação acetabular, o qual refere-se à inclinação do teto acetabular no plano coronal (TÖNNIS et al., 1987; CLOHISY et al., 2008). Da mesma forma que no ângulo de Tönnis, aumentos nos ângulos gama ou delta representam uma redução na estabilidade da cabeça femoral. A anteversão do acetábulo como um todo explicou ao menos parte das variações nos ângulos gama e delta entre os espécimes, desde que uma correlação moderada a forte foi observada entre a anteversão acetabular e os ângulos gama ( $r=0,64$ ) ou delta ( $r=$  -

0,59). Acetábulos femininos tiveram o ângulo delta médio ( $31,59^\circ$ ) significativamente menor que dos acetábulos masculinos ( $41,19^\circ$ ). Adicionalmente, o ângulo de anteversão em acetábulos femininos (média de  $21,23^\circ$ ) foi maior do que em acetábulos masculinos (média de  $16,30^\circ$ ). Estes achados indicam que, nos 300 acetábulos incluídos neste estudo, os acetábulos femininos demonstraram uma morfologia óssea posteroinferior mais estável e anterior menos estável em comparação com acetábulos masculinos. Considerando a aplicabilidade dos ângulos gama e delta em estudos de imagem de pacientes com dor no quadril, a imagem de RNM ou TC em corte axial 10mm proximal à extremidade distal dos respectivos cornos acetabulares representaria estes ângulos de acordo com a aferição empregada neste estudo (Figura 16).

O ângulo de abertura anterior do acetábulo inferior foi aferido em uma posição padronizada com as espinhas ilíacas anterossuperiores e o púbis no mesmo plano (Figura 19)(MCKIBBIN, 1970; SIEBENROCK; KALBERMATTEN; GANZ, 2003). Portanto, o ângulo médio de abertura anterior da PDA de  $25,33^\circ$  (variação de  $10,90^\circ$  a  $43,10^\circ$ ) representa uma medida estática em posição padronizada. Estes valores devem ser extrapolados com ressalva ao analisar-se a morfologia acetabular de pacientes, desde que nestes as espinhas ilíacas anterossuperiores com frequência não estão no mesmo plano do púbis na posição de decúbito dorsal, ortostatismo ou sentada (NISHIHARA et al., 2003; SIEBENROCK; KALBERMATTEN; GANZ, 2003; DIGIOIA et al., 2006; PHILIPPOT et al., 2009). Além disso, atividades físicas variadas podem influenciar o posicionamento da pelve no plano sagital, aumentando ou reduzindo o ângulo de abertura anterior da PDA (DIGIOIA et al., 2006; PHILIPPOT et al., 2009). A posição do acetábulo no plano sagital, ou *tilt* acetabular, foi em média  $18,3^\circ$  no estudo Oberländer *et al.* e  $18,9^\circ$  no estudo de Köhnlein *et al.* (OBERLÄNDER; KURRAT; BREUL, 1978; KÖHNLEIN et al., 2009). Estes autores aferiram o *tilt* acetabular entre o plano frontal e a linha meridiana das 12:00 às 6:00 (Figura 8)(KÖHNLEIN et al., 2009). Em oposição ao ângulo de abertura da PDA descrito no presente estudo, a extremidade distal da superfície articular do CA ou CP não é considerada na aferição do *tilt* acetabular. Este autor ponderou ser importante incluir a extremidade distal dos cornos acetabulares na avaliação da posição da PDA no plano sagital, desde que os cornos acetabulares podem ter uma extensão variável em relação à incisura acetabular

(STEPPACHER et al., 2014). Considerando a variabilidade observada no ângulo de abertura da PDA nos 300 quadris estudados (média 25.33°, desvio padrão  $\pm 5.40$ , variação de 10.90° a 43.10°), este ângulo pode influenciar a estabilidade óssea anteroinferior e posteroinferior do quadril mesmo que a largura dos cornos, ângulos gama e delta não sejam alterados. Em um cenário clínico, a avaliação do ângulo de abertura anterior da PDA e das larguras dos cornos acetabulares demandaria a utilização de imagens tridimensionais de TC ou RNM.

Murray relatou a dificuldade na translação de parâmetros angulares anatômicos para exames de imagem e para atos cirúrgicos no quadril. Esta dificuldade decorreria do posicionamento espacial diferente da pelve e do observador nas avaliações anatômica, radiográfica e cirúrgica (MURRAY, 1993). Considerando este fator, a metodologia utilizada nesta pesquisa para aferição dos parâmetros angulares visou à sua subsequente aplicação em exames de imagem do quadril. Apesar de a utilização de réguas com nível e fotografias terem tornado as aferições mais trabalhosas do que seriam se fossem medidas diretamente nos espécimes, elas visaram a reproduzir a orientação espacial encontrada em exames de imagem com cortes axiais e reconstruções tridimensionais.

O entendimento da morfologia da PDA tem o potencial de aprimorar a indicação e a técnica das cirurgias preservadores do quadril. Os tratamentos cirúrgicos de preservação do quadril atuais visam fundamentalmente à correção da displasia do quadril e impacto femoroacetabular que ocorrem na porção proximal do acetábulo (GANZ et al., 1988, 2001; BYRD; JONES, 2009). Entretanto, não se conhecem os efeitos destas cirurgias na porção distal do acetábulo. Um exemplo disto refere-se ao procedimento cirúrgico mais utilizado para correção de displasia do teto acetabular em adultos: a osteotomia periacetabular de redirecionamento. Esta cirurgia tem como objetivo aumentar a cobertura proximal da cabeça femoral pela rotação da superfície articular do acetábulo. O aumento de cobertura proximal envolve a redução da cobertura distal da cabeça femoral, com possíveis consequências adversas para quadris “já naturalmente hipoplásicos na parte distal”. Neste contexto, a existência de parâmetros para avaliação da PDA e a definição de sua normalidade auxiliariam na indicação e na definição da quantidade de rotação acetabular passível de ser realizada sem prejuízo da cobertura inferior da cabeça femoral.

Instabilidade do quadril vem sendo gradualmente considerada como causadora de sintomas no quadril e o estudo da morfologia da PDA também pode produzir contribuições neste campo (BAYER; SEKIYA, 2010; BEDI et al., 2011). Alguns pacientes sem morfologia de impacto femoroacetabular ou displasia do teto acetabular apresentam sintomas articulares no quadril durante atividades físicas com o quadril em flexão maior que 90 graus. A definição de cobertura insuficiente da cabeça femoral pela PDA nestes pacientes seria compatível com o diagnóstico de instabilidade distal. O conhecimento da morfologia normal do acetábulo distal também permitiria a localização de cobertura insuficiente em áreas mais específicas do acetábulo, ou seja, distal e anterior ou distal e posterior.

Este estudo apresenta um número de limitações. Primeiramente, os 300 acetábulos incluídos não foram avaliados radiograficamente para a presença de displasia de desenvolvimento do quadril. Quadris displásicos provavelmente apresentam larguras reduzidas dos cornos acetabulares e ângulos gama e delta aumentados, desde que o desenvolvimento pós-natal do teto e dos cornos acetabulares provém do mesmo componente cartilaginoso semilunar (STRAYER, 1943, 1971; PONSETI, 1978; STEPPACHER et al., 2014). É improvável, contudo, que este fator influencie significativamente os resultados considerando o número de acetábulos estudados e a baixa prevalência de displasia acetabular em populações com mistura de raças e gêneros, como a deste estudo. Em segundo lugar, os ângulos gama, delta e de abertura anterior foram aferidos em pelves rearticuladas incluindo somente componentes ósseos. A ausência de cartilagem na articulação sacro-ilíaca e sínfise púbica poderia alterar a orientação do acetábulo quando comparado com indivíduos vivos. Para minimizar a influência potencial da ausência da sínfise púbica, esta foi reproduzida com material esponjoso mantendo um espaço de 5mm entre os corpos dos ossos púbis (MUECKE; CURRARINO, 1968; VIX; RYU, 1971). A cartilagem da articulação sacro-ilíaca não foi reproduzida desde que a sua espessura é em média de 2,6 mm (SALSABILI; VALOJERDY; HOGG, 1995; MCLAUCHLAN; GARDNER, 2002). Além disso, reproduzir a articulação sacro-ilíaca iria dificultar a rearticulação do sacro aos ossos inominados, a não ser que realizada com a utilização de cola, potencialmente danificando aos espécimes. Terceiro, outra limitação deste estudo refere-se à ausência de medidas de um segundo observador para análise da reprodutibilidade inter-observador do diâmetro acetabular e largura do CA e CP.

O entendimento da morfologia da PDA em diferentes planos anatômicos é fundamental para esclarecer a sua relevância clínico-cirúrgica. Neste contexto, a definição de parâmetros antropométricos em todos os planos axiais parece ser fundamental para o entendimento da complexa morfologia tridimensional do acetábulo distal. Apesar das limitações, esta pesquisa apresenta parâmetros mensuráveis com possível aplicabilidade em exames de imagem de pacientes em que a PDA possa ser relevante como fonte de dor ou influenciar a decisão cirúrgica.



## **CONCLUSÃO**

O corno anterior do acetábulo apresenta largura menor e inclinação maior da superfície articular em comparação ao corno posterior. Os diâmetros dos cornos acetabulares não diferiram entre homens e mulheres quando corrigidos à dimensão acetabular, porém houve diferença entre os gêneros nas inclinações das superfícies articulares da parte distal do acetábulo.

## REFERÊNCIAS

- ANDA, S.; SVENNINGSSEN, S.; GRONTVEDT, T.; BENUM, P. Pelvic inclination and spatial orientation of the acetabulum. A radiographic, computed tomographic and clinical investigation. **Acta Radiol**, v. 31, n. 4, p. 389–394, 1990.
- BAYER, J. L.; SEKIYA, J. K. Hip Instability and Capsular Laxity. **Oper Tech Orthop**, v. 20, n. 4, p. 237–241, 2010.
- BECK, M.; KALHOR, M.; LEUNIG, M.; GANZ, R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Br**, v. 87, n. 7, p. 1012–1018, 2005.
- BEDI, A.; GALANO, G.; WALSH, C.; KELLY, B. T. Capsular management during hip arthroscopy: from femoroacetabular impingement to instability. **Arthroscopy**, v. 27, n. 12, p. 1720–1731, 2011.
- BULLOUGH, P.; GOODFELLOW, J.; GREENWALD, A. S.; O'CONNOR, J. Incongruent surfaces in the human hip joint. **Nature**, v. 217, n. 5135, p. 1290, 1968.
- BYRD, J. W. T.; JONES, K. S. Arthroscopic femoroplasty in the management of cam-type femoroacetabular impingement. **Clin Orthop Relat Res**, v. 467, n. 3, p. 739–46, 2009.
- CLOHISY, J. C.; ST JOHN, L. C.; SCHUTZ, A. L.; CARLISLE, J. C.; BEAULÉ, P. E.; KIM, Y.-J.; TROUSDALE, R. T.; SIERRA, R. J.; LEUNIG, M.; SCHOENECKER, P. L.; MILLIS, M. B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. **J Bone Joint Surg Am**, v. 90 Suppl 4, n. 2, p. 47–66, 2008.
- DIGIOIA, A. M.; HAFEZ, M. A.; JARAMAZ, B.; LEVISON, T. J.; MOODY, J. E. Functional pelvic orientation measured from lateral standing and sitting radiographs. **Clin Orthop Relat Res**, v. 453, p. 272–276, 2006.
- ECKSTEIN, F.; VON EISENHART-ROTHER, R.; LANDGRAF, J.; ADAM, C.; LOEHE, F.; MÜLLER-GERBL, M.; PUTZ, R. Quantitative analysis of incongruity, contact areas and cartilage thickness in the human hip joint. **Acta Anat**, v. 158, n. 3, p. 192–204, 1997.
- GANZ, R.; GILL, T. J.; GAUTIER, E.; GANZ, K.; KRÜGEL, N.; BERLEMANN, U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. **J Bone Joint Surg Br**, v. 83, n. 8, p. 1119–1124, 2001.
- GANZ, R.; KLAUE, K.; VINH, T. S.; MAST, J. W. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. **Clin Orthop Relat Res**, n. 232, p. 26–36, 1988.
- GANZ, R.; PARVIZI, J.; BECK, M.; LEUNIG, M.; NÖTZLI, H.; SIEBENROCK, K. a. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. **Clin Orthop Relat Res**, n. 417, p. 112–120, 2003.
- GOVSA, F.; OZER, M. A.; OZGUR, Z. Morphologic features of the acetabulum. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 125, n. 7, p. 453–461, 2005.
- GRAY, H.; LEWIS, W. H. Anatomy of the human body. In: 20. ed. [s.l.] Philadelphia: Lea & Febiger, 1918, 1918. p. 19.
- GUPTA, V.; CHOUDHRY, R.; TULI, A.; CHOUDHRY, S. Unusual facets on the acetabulum in dry adult human coxal bones: a morphological and radiological study. **Surg Radiol Anat**, v. 23, n. 4, p. 263–267, 2001.
- HARRIS, M. D.; ANDERSON, A. E.; HENAK, C. R.; ELLIS, B. J.; PETERS, C. L.;

- WEISS, J. a. Finite element prediction of cartilage contact stresses in normal human hips. **J Orthop Res**, v. 30, n. 7, p. 1133–1139, 2012.
- HARRISON, T. J. The influence of the femoral head on pelvic growth and acetabular form in the rat. **J Anat**, v. 95, p. 12–24, 1961.
- JACOBSEN, S.; SONNE-HOLM, S. Hip dysplasia: a significant risk factor for the development of hip osteoarthritis. A cross-sectional survey. **Rheumatology (Oxford)**, v. 44, n. 2, p. 211–218, 2005.
- KÖHNLEIN, W.; GANZ, R.; IMPELLIZZERI, F. M.; LEUNIG, M. Acetabular morphology: implications for joint-preserving surgery. **Clin Orthop Relat Res**, v. 467, n. 3, p. 682–691, 2009.
- MARTIN, R. L.; PALMER, I.; MARTIN, H. D. Ligamentum teres: a functional description and potential clinical relevance. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v. 20, n. 6, p. 1209–1214, 2012.
- MARUYAMA, M.; FEINBERG, J. R.; CAPELLO, W. N.; D'ANTONIO, J. A. The Frank Stinchfield Award: Morphologic features of the acetabulum and femur: anteversion angle and implant positioning. **Clin Orthop Relat Res**, n. 393, p. 52–65, 2001.
- MCKIBBIN, B. Anatomical factors in the stability of the hip joint in the newborn. **J Bone Joint Surg Br**, v. 52, n. 1, p. 148–159, 1970.
- MCLAUCHLAN, G. J.; GARDNER, D. L. Sacral and iliac articular cartilage thickness and cellularity: relationship to subchondral bone end-plate thickness and cancellous bone density. **Rheumatology (Oxford)**, v. 41, n. 4, p. 375–380, 2002.
- MUECKE, E. C.; CURRARINO, G. Congenital widening of the pubic symphysis: associated clinical disorders and roentgen anatomy of affected bony pelvis. **Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med**, v. 103, n. 1, p. 179–185, 1968.
- MURRAY, D. W. The definition and measurement of acetabular orientation. **J Bone Joint Surg Br**, v. 75, n. 2, p. 228–232, 1993.
- NISHIHARA, S.; SUGANO, N.; NISHII, T.; OHZONO, K.; YOSHIKAWA, H. Measurements of pelvic flexion angle using three-dimensional computed tomography. **Clin Orthop Relat Res**, n. 411, p. 140–151, 2003.
- OBERLÄNDER, W.; KURRAT, H. J.; BREUL, R. Examination of the extension of the osseous facies lunata. A functional study. **Z Orthop Ihre Grenzgeb**, v. 116, n. 5, p. 675–682, 1978.
- PHILIPPOT, R.; WEGRZYN, J.; FARIZON, F.; FESSY, M. H. Pelvic balance in sagittal and Lewinnek reference planes in the standing, supine and sitting positions. **Orthop Traumatol Surg Res**, v. 95, n. 1, p. 70–6, 2009.
- PONSETI, I. V. Growth and development of the acetabulum in the normal child. Anatomical, histological, and roentgenographic studies. **J Bone Joint Surg Am**, v. 60, n. 5, p. 575–585, 1978.
- SALSABILI, N.; VALOJERDY, M. R.; HOGG, D. A. Variations in thickness of articular cartilage in the human sacroiliac joint. **Clin Anat**, v. 8, n. 6, p. 388–390, 1995.
- SIEBENROCK, K. A.; KALBERMATTEN, D. F.; GANZ, R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. **Clin Orthop Relat Res**, n. 407, p. 241–248, 2003.
- STAPPACHER, S. D.; LERCH, T. D.; GHARANIZADEH, K.; LIECHTI, E. F.; WERLEN, S. F.; PULS, M.; TANNAST, M.; SIEBENROCK, K. A. Size and shape of the lunata surface in different types of pincer impingement: theoretical implications for surgical therapy. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 22, n. 7, p. 951–958, 2014.
- STRAYER, L. M. The Embryology of the Human Hip Joint. **Yale J Biol Med**, v. 16, n. 1, p. 13–26.6, 1943.
- STRAYER, L. M. Embryology of the human hip joint. **Clin Orthop Relat Res**, v. 74, p.

221–40, 1971.

TIBOR, L. M.; GANZ, R.; LEUNIG, M. Anteroinferior acetabular rim damage due to femoroacetabular impingement. **Clin Orthop Relat Res**, v. 471, n. 12, p. 3781–3787, 2013.

TÖNNIS, D.; HEINECKE, A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Am**, v. 81, n. 12, p. 1747–70, 1999.

TÖNNIS, D.; LEGAL, H.; GRAF, R.; TELGER, T. **Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults**. 1. ed. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1987.

VIX, V. A.; RYU, C. Y. The Adult Symphysis Pubis: Normal and Abnormal. **AJR Am J Roentgenol.**, v. 112, n. 3, p. 517–525, 1971.

YOSHIDA, H.; FAUST, A.; WILCKENS, J.; KITAGAWA, M.; FETTO, J.; CHAO, E. Y.-S. Three-dimensional dynamic hip contact area and pressure distribution during activities of daily living. **J Biomech**, v. 39, n. 11, p. 1996–2004, 2006.