



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA



Mestrado Profissional em
Tecnologias em Saúde

ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EM SAÚDE

JOÃO HENRIQUE CERQUEIRA BARROS

**ANÁLISE DA TÉCNICA DA FOTOGRAMETRIA PARA A INVESTIGAÇÃO DO
ÂNGULO Q DO JOELHO EM PACIENTES COM DIAGNÓSTICO DE OBESIDADE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SALVADOR

2025

JOÃO HENRIQUE CERQUEIRA BARROS

**ANÁLISE DA TÉCNICA DA FOTOGRAMETRIA PARA A INVESTIGAÇÃO DO
ÂNGULO Q DO JOELHO EM PACIENTES COM DIAGNÓSTICO DE OBESIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu de Mestrado em Tecnologias em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Orientador: Prof. Dr^a Clarilson P. C. dos Santos

SALVADOR

2025

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas

B277 Barros, João Henrique Cerqueira

Análise da técnica da fotogrametria para a investigação do ângulo Q do joelho em pacientes com diagnóstico de obesidade. / . Salvador, 2025.

109 f.

Orientador: Prof.º Dr. Clarkson P. C. dos Santos

Dissertação (Programa de Pós-graduação Stricto Sensu de Mestrado em Tecnologias em Saúde) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP, 2025.

Inclui bibliografia

1. Obesidade. 2. Postura. 3. Ângulo Q. 4. Fotogrametria. 5. Radiografia. I. Santos, Clarkson P. C. dos. II. Título.

CDU: 528

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu alicerce em todos os momentos desta jornada. Foi Sua presença que me sustentou nas dificuldades e me conduziu com fé e esperança até a concretização deste trabalho.

À minha esposa e parceira de vida, Milena, e a meus filhos, pelo amor incondicional, paciência e parceria constante. A presença de vocês foi meu porto seguro em meio aos desafios, assim como a compreensão nos momentos de ausência e cansaço foi essencial.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado com palavras de incentivo, apoio e paciência, especialmente nos períodos mais intensos desta caminhada.

Ao meu orientador, amigo e referência profissional Prof. Dr. Claracson Plácido, por seus ensinamentos, paciência, disponibilidade e, sobretudo, por acreditar no meu potencial mesmo quando eu duvidei de mim. Seu olhar atento e seu incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À minha irmã Karol Barros e minha amiga e aluna de personal training profa. Michelle Miranda, cujo apoio e ensinamentos foram significativos nessa jornada. Vocês se tornaram importantes aliadas neste processo, contribuindo com a generosidade e dedicação que são marcas registradas de ambas.

Aos amigos que colaboraram diretamente com a pesquisa: Dr. George Neves, Dr. André Neves, Dr. Ataíde, Washington, Personal Trainer Guga e à equipe do Hospital São Mateus e da Clínica IHEF. Cada um de vocês foi peça essencial para que esta pesquisa se tornasse viável.

Aos colegas de mestrado e aos professores do programa, que compartilharam angústias, dúvidas, aprendizados e conquistas. A troca de experiências e a parceria de vocês tornaram essa trajetória mais leve e enriquecedora.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação, **meu sincero muito obrigado!**

BARROS, João Henrique Cerqueira. Análise da técnica da fotogrametria para a investigação do ângulo q do joelho para pacientes com diagnóstico de obesidade, 2025. 98. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Tecnologias em Saúde) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, 2025.

RESUMO

Introdução: Indivíduos com obesidade frequentemente apresentam alterações posturais decorrentes da sobrecarga mecânica imposta pelo excesso de massa corporal, o que pode comprometer a funcionalidade musculoesquelética. A avaliação do alinhamento postural é essencial nesse contexto, sendo a radiografia o método padrão-ouro. Métodos alternativos, como a fotogrametria digital, têm sido investigados por sua natureza não invasiva e menor custo. **Objetivo:** Avaliar a acurácia e a confiabilidade da fotogrametria digital em comparação à radiografia na mensuração do ângulo Q em indivíduos com obesidade. **Métodos:** Estudo transversal com 49 indivíduos candidatos à cirurgia bariátrica. O ângulo Q foi avaliado por radiografia (escanometria) e fotogrametria digital, com dois avaliadores independentes. As análises incluíram Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), teste *t* pareado, correlação de Spearman e curva ROC. **Resultados:** A fotogrametria apresentou excelente confiabilidade interavaliadores (ICC = 0,960), mas baixa concordância com a radiografia (ICC = 0,344), com tendência de superestimação do ângulo Q. Embora a curva ROC tenha indicado boa acurácia estatística (AUC = 0,959), essa performance não se traduziu em equivalência prática entre os métodos. **Conclusão:** A fotogrametria digital demonstra boa reprodutibilidade entre avaliadores, mas não deve ser considerada substituta da radiografia para mensuração do ângulo Q em indivíduos com obesidade. Recomenda-se a padronização de protocolos e o uso de tecnologias complementares em futuras investigações.

Palavras-chave: Obesidade; Postura; Ângulo Q; Fotogrametria; Radiografia.

BARROS, João Henrique Cerqueira. Análise da técnica fotogrametria para a investigação do ângulo q do joelho para pacientes com diagnóstico de obesidade, 2025. 98. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Tecnologias em Saúde) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, 2025.

ABSTRACT

Introduction: Individuals with obesity often present postural alterations due to the mechanical overload imposed by excess body mass, which may compromise musculoskeletal function. Accurate postural assessment is essential in this context, with radiography considered the gold standard. Alternative methods, such as digital photogrammetry, have been investigated for their noninvasive nature and lower cost.

Objective: To evaluate the accuracy and inter-rater reliability of digital photogrammetry compared to radiography in measuring the Q angle in individuals with obesity. **Methods:** A cross-sectional study was conducted with 49 candidates for bariatric surgery. The Q angle was assessed using both radiography (scanometry) and digital photogrammetry, performed by two independent evaluators. Statistical analyses included the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), paired *t*-test, Spearman correlation, and ROC curve analysis. **Results:** Digital photogrammetry demonstrated excellent inter-rater reliability (ICC = 0.960), but poor agreement with radiography (ICC = 0.344), with a systematic overestimation of Q angle values. Although the ROC curve indicated high statistical accuracy (AUC = 0.959), this performance did not translate into practical equivalence between the methods. **Conclusion:** Digital photogrammetry shows strong reproducibility among evaluators but should not be considered a direct substitute for radiography in measuring the Q angle in individuals with obesity. Further research is recommended to standardize anatomical landmarking protocols and to explore the use of 3D photogrammetry and artificial intelligence to improve diagnostic accuracy.

Keywords: Obesity; Posture; Q Angle; Photogrammetry; Radiography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Diferentes padrões posturais tendo como base a linha da gravidade.....	17
Figura 2	Visão lateral (plano sagital) e posterior (plano coronal) tendo como referência a linha vertical determinada pelo fio de prumo.	18
Figura 3	Avaliação dinâmica de padrão angular através do software Kenovea.....	20
Figura 4	Avaliação postural estática qualitativa com uso do aparelho simétrógrafo.....	21
Figura 5	Pontos de referência anatômica para identificação e leitura postural de acordo com o protocolo.....	22
Figura 6	Método de avaliação postural da Portland State University.....	23
Figura 7	Teste de Adams para avaliação visual de deformação ou padrão escoliótico.....	24
Figura 8	Topografia de superfície baseada na projeção de luz no corpo do avaliado.....	25
Figura 9	Simétrógrafo para avaliação postural qualitativa da postura....	25
Figura 10	Escoliómetro usado para avaliação quantitativa da escoliose no exame qualitativo teste de Adams.....	28
Figura 11	Goniômetro usado para avaliação quantitativa (flexão de joelhos) utilizando valores angulares	29
Figura 12	Avaliação Postural quantitativa feita por imagem radiográfica apresentando medidas de versão pélvica, inclinação sacral e incidência pélvica.....	30
Figura 13	Avaliação Postural quantitativa por fotogrametria.....	31
Figura 14	Desenho esquemático do ângulo Q	32
Figura 15	Fluxograma contendo a organização das etapas da pesquisa...	34
Figura 16	Posicionamento do paciente na máquina para realização da escanometria.....	36
Figura 17	Obtenção das imagens do exame escanometria	37
Figura 18	Organização e armazenamento das imagens pelo técnico em radiologia	37

Figura 19	Análise e marcação dos pontos anatômicos para obtenção dos valores do ângulo Q	38
Figura 20	Posicionamento do voluntário da pesquisa e da câmera para a captura de imagem para fotogrametria	40
Figura 21	Identificação e marcação dos pontos anatômicos: espinha ilíaca ântero-superior (EIAS), centro da patela e tuberosidade da tíbia.....	41
Figura 22	Processamento no programa SAPO das imagens obtidas para a fotogrametria.....	42
Figura 23	Gráfico ICC interavaliadores.....	47
Figura 24	Gráfico de dispersão pareado por participante.....	48
Figura 25	Gráfico de ICC Inter métodos	49
Figura 26	Diferença dos valores do ângulo Q entre fotogrametria e raio X	50
Figura 27	Correlação entre ângulo Q obtido por fotogrametria e radiografia	51
Figura 28	Curva ROC do método fotogramétrico para identificação de alterações no ângulo Q.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição das características sociocomportamentais da amostra.	44
Tabela 2	Caracterização da amostra, segundo dados antropométricos e da intensidade de dor.	45
Tabela 3	Distribuição da dor por local e intensidade	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUC	Área sob a curva (do inglês Area Under the Curve)
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
EIAS	Espinha Ilíaca Antero superior
EIPS	Espinha Ilíaca pósterio superior
EBMSP	Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública
IC	Intervalo de Confiança
ICC	Coefficiente de Correlação Intraclasse
IMC	Índice de Massa Corporal
SAPO	Software de Avaliação Postural
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VPP	Valor Preditivo Positivo
OMS	Organização Mundial de Saúde
AV1	Avaliador 1 (fotogrametria)
AV2	Avaliador 2 (fotogrametria)
AVC	Ângulo Vertical do Crânio
PCR	Ângulo de Rotação do Crânio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Postura, alinhamento postural e alterações posturais em indivíduos com diagnóstico de obesidade.....	16
3.2	Métodos de avaliação postural.....	19
3.3	Métodos qualitativos de análise postural estática.....	23
3.4	Métodos quantitativos de avaliação postural estática.....	27
3.5	Medidas angulares para a avaliação da postura - ângulo Q.....	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1	Desenho e estudo da amostra	33
4.2	Cálculo amostral e tamanho da amostra.....	33
4.3	Aspectos éticos	35
4.4	Procedimento de coleta de dados.....	35
4.4.1	Convite para a pesquisa, TCLE, Questionário sociocomportamental e avaliação antropométrica	35
4.4.2	Avaliação por Raio X.....	36
4.4.3	Avaliação por fotogrametria.....	38
4.5	Análise estatística.....	42
5	RESULTADOS	44
5.1	Concordância interavaliadores para fotogrametria.....	46
5.2	Comparação entre raio X e fotogrametria (concordância inter métodos).....	47
5.2.1	Correlação Entre Fotogrametria E Raio-X	50
5.2.2	Curva Roc e Acurácia da Fotogrametria	51
6	DISCUSSÃO	53
7	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A- Instrumento de coleta de dados	70

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	73
APÊNDICE C – Carta de Anuência do Hospital São Matheus.....	78
ANEXO 1 - Artigo submetido ao Periódico Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.....	79
ANEXO 2 - Autorização do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos	104

1 INTRODUÇÃO

A postura corporal refere-se à organização estática e dinâmica das estruturas musculoesqueléticas frente à ação da gravidade, sendo determinada por fatores biomecânicos, neuromusculares e morfológicos(1–3). Alterações posturais podem comprometer a distribuição das cargas articulares, favorecer quadros álgicos e impactar negativamente na funcionalidade(4–6). Em indivíduos com obesidade, essas alterações são ainda mais prevalentes, devido ao excesso de massa corporal e redistribuição do centro de gravidade, resultando em sobrecarga mecânica e maior risco de disfunções musculoesqueléticas(7–11).

A obesidade é reconhecida pela OMS como uma doença crônica de etiologia multifatorial, associada a altos índices de morbidade e mortalidade(12,13). Além das repercussões metabólicas e cardiovasculares, observa-se crescente preocupação com as alterações estruturais e funcionais do sistema musculoesquelético em indivíduos obesos, especialmente no que diz respeito ao alinhamento postural(9,10,14). Estudos demonstram correlação entre obesidade, dor musculoesquelética e redução da capacidade funcional, o que reforça a importância de métodos de avaliação postural válidos e confiáveis nessa população(7,15,16).

A avaliação postural tem sido amplamente utilizada por profissionais da área de saúde como recurso diagnóstico e de monitoramento terapêutico. Tradicionalmente, a radiografia é considerada o padrão ouro para mensuração dos valores angulares para avaliar a postura, por permitir alta precisão na identificação das referências anatômicas(17–23). No entanto, trata-se de um método com custo elevado, demanda técnica especializada e envolve exposição à radiação ionizante, o que limita sua aplicabilidade em larga escala(21).

Nesse contexto, métodos alternativos e não invasivos têm sido propostos, com destaque para a fotogrametria digital. Essa técnica consiste na análise de imagens bidimensionais capturadas por câmera digital, permitindo mensurações angulares em programas específicos com base em marcadores anatômicos superficiais(23–26). A fotogrametria tem se mostrado promissora em diversos contextos clínicos e populacionais, com estudos que atestam sua confiabilidade intra e inter avaliadores, além de sua viabilidade operacional em ambientes com recursos limitados(27).

Entretanto, apesar das evidências favoráveis, a acurácia da fotogrametria digital em comparação com a radiografia ainda é pouco explorada em indivíduos com obesidade, especialmente nos casos de obesidade grave. Considerando as particularidades antropométricas e estruturais dessa população, como o acúmulo de tecido adiposo que dificulta a identificação de pontos anatômicos(28–30), torna-se imprescindível investigar a validade desse método para esse público. Assim, este estudo propõe comparar a fotogrametria digital ao exame radiográfico para a avaliação do ângulo Q em pacientes obesos, com vistas à ampliação das ferramentas clínicas de avaliação postural.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a acurácia e a confiabilidade da fotogrametria digital na mensuração do ângulo Q em indivíduos com obesidade, comparando seus resultados aos obtidos por radiografia, a fim de investigar o potencial do método como alternativa não invasiva e de baixo custo para análise postural nessa população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

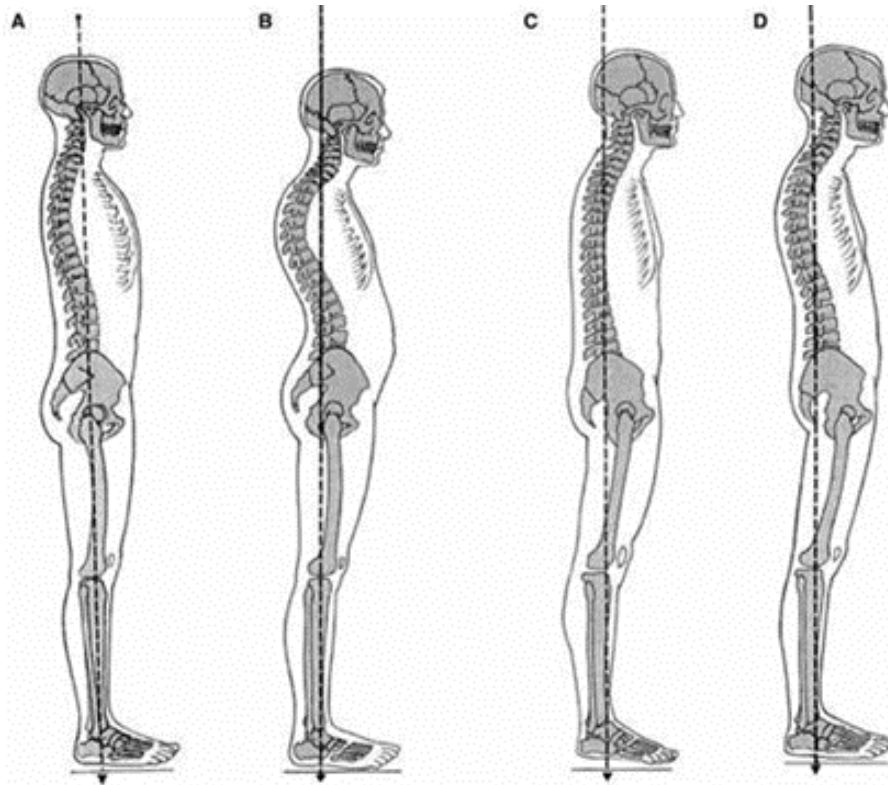
- Comparar os valores do ângulo Q obtidos pelos métodos de fotogrametria digital e radiografia, analisando possíveis diferenças entre as medições.
- Analisar a concordância entre a fotogrametria digital e a radiografia na mensuração do ângulo Q, avaliando o grau de equivalência entre os métodos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 POSTURA, ALINHAMENTO POSTURAL E ALTERAÇÕES POSTURAS EM INDIVÍDUOS COM DIAGNÓSTICO DE OBESIDADE

A postura refere-se à disposição das diferentes partes do corpo em um momento específico. Uma boa postura está associada à boa função articular, níveis satisfatórios de força muscular e flexibilidade; estando também em equilíbrio com as forças físicas no qual o corpo humano é submetido, gerando eficiência mecânica para as tarefas cotidianas ou performance esportiva, com o mínimo de gasto energético(5,31). Do contrário, desequilíbrios posturais estão fortemente associados à sobrecargas articulares, processos algicos e *overuse* das estruturas músculo esqueléticas (4,5,32)

Para avaliação do alinhamento postural considera-se a referência do centro de massa em relação à linha ou vetor gravitacional, e a posição que o corpo se encontra em relação à mesma (Figura 1). É adotada como critério a identificação e marcação de pontos anatômicos e leitura dos mesmos, observando se essas estruturas marcadas se afastam ou não dos padrões de alinhamento ou de áreas de referências anatômica (33). O mau alinhamento corporal ou má postura pode alterar a distribuição de carga mecânicas que incidem sobre o corpo, assim como a distribuição de pressão nas superfícies articulares, contribuindo por sua vez para a prevalência de tensões e dores musculares, processos inflamatórios e até de degeneração articular (4,5,31,34).



1 – Alinhamento ideal, 2 – Postura hiper lordótica e hiper cifótica, 3 – Postura de costas planas e 4 – Postura em Swayback.

Figura 1. Diferentes padrões posturais tendo como base a linha da gravidade.

Fonte: adaptado de Kendall *et al*, 2007.

Ao analisar a postura do indivíduo por meio da observação de pontos anatômicos específicos, é possível inferir quais grupamentos musculares apresentam limitações em sua excursão funcional normal, seja por encurtamento adaptativo ou por fraqueza relacionada a músculos em maior comprimento (31). Tais alterações podem modificar a curva comprimento-tensão do músculo, comprometendo sua capacidade de gerar força e executar movimentos de forma adequada (5,35).

Já utilizada por fisioterapeutas em sua prática clínica há muito mais tempo, a avaliação e estudo da postura vêm recebendo atenção dos profissionais da educação física para a sua prática profissional, pois permitem identificar as relações do alinhamento postural assim como suas alterações, tornando-se uma ferramenta importante no processo de diagnóstico e prescrição / intervenção através dos exercícios físicos para ajustes estéticos, funcionais e até como estratégia coadjuvante no tratamento de dores mioarticulares provenientes desses desalinhamentos (5). Para corroborar com a afirmação supracitada, Bayattork e colaboradores assumem em

seus estudos a ideia de que os exercícios físicos prescritos de forma sistematizada podem contribuir para a correção do desalinhamento postural não-estrutural (36).

Na posição em pé, o fio de prumo — composto por uma linha vertical com uma esfera de chumbo em sua extremidade — é utilizado como referência física da linha de gravidade, permitindo ao avaliador verificar o alinhamento corporal em relação à vertical. Paralelamente, linhas horizontais imaginárias são traçadas para comparar a posição de estruturas anatômicas pré-selecionadas com o centro de gravidade, facilitando a análise de possíveis desvios posturais (Figura 2) (5,37,38).

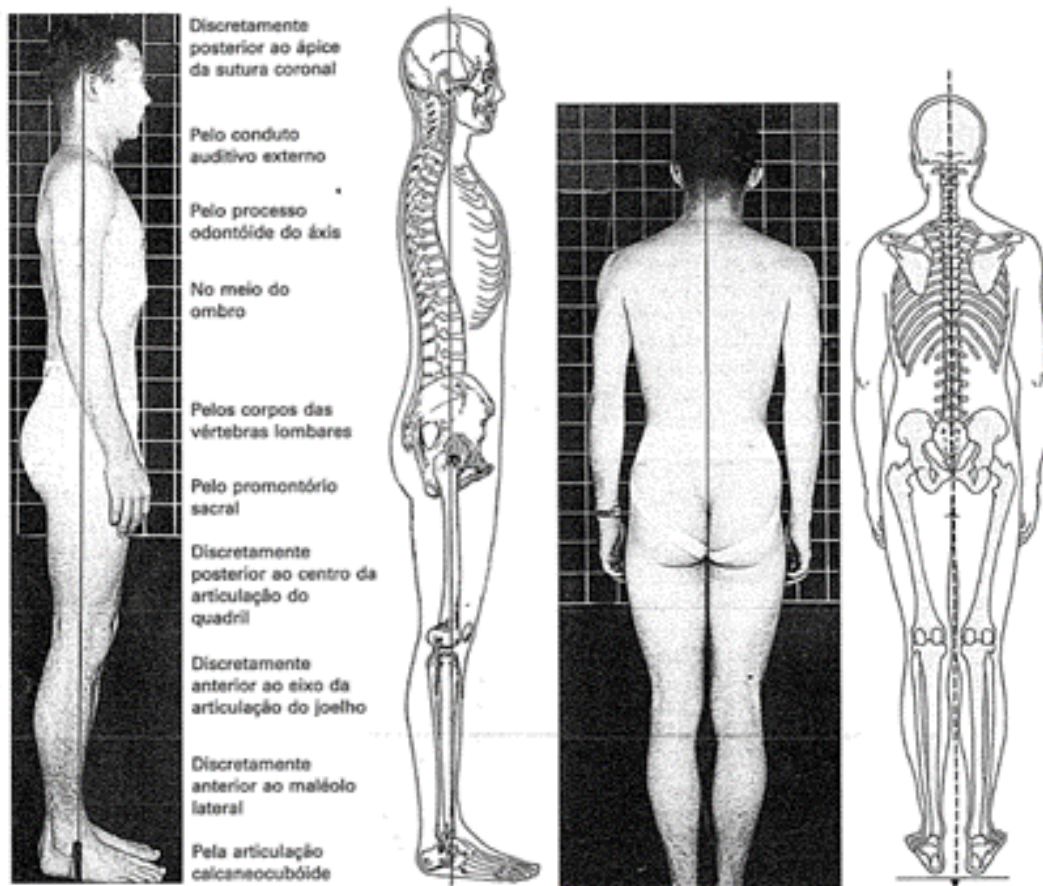


Figura 2. Visão lateral (plano sagital) e posterior (plano coronal) tendo como referência a linha vertical determinada pelo fio de prumo.

Fonte: Kendall *et al*, 2007.

No que diz respeito à obesidade, esta é considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) uma doença crônica que gera impacto negativo na qualidade de vida dos indivíduos que são acometidos por ela, além de estar relacionada a elevadas taxas de morbidade e mortalidade e outras doenças (39).

Antes considerada apenas um problema dos países de alta renda, o sobrepeso e obesidade estão em ascensão nos países de baixa e média renda, principalmente em perímetros urbanos, acometendo tanto crianças quanto adultos de ambos os sexos(40). De 1975 a 2016, a prevalência de crianças e adolescentes de 5 a 19 anos com sobrepeso ou obesidade aumentou mais de quatro vezes, em um percentual de 4% para 18% globalmente; e estipula-se que em 2030 essa doença poderá atingir mais de 1 bilhão de pessoas em todo mundo(41).

Hábitos hipocinéticos e o estilo de vida sedentário alteram o alinhamento postural e a função musculoesquelética, aumentando cargas e forças reativas nas articulações, especialmente nos membros inferiores. Esse estresse mecânico é potencializado pelo excesso de tecido adiposo, que produz adipocinas com ação pró-inflamatória, promovendo degradação articular e dor crônica. Dessa forma, alterações biomecânicas e processos fisiológicos inflamatórios interagem, comprometendo a função, a mobilidade e a qualidade de vida do indivíduo (42–48)

Foi abordado no trabalho de Melo e São Pedro (2012) forte prevalência de dor articular, especialmente na coluna e joelhos; em população de pacientes aguardando cirurgia bariátrica (49). Assim como foi verificada acentuada redução na intensidade da dor em pacientes após 6 meses da intervenção cirúrgica, após eles diminuírem o peso corporal, melhorando assim a capacidade funcional e redução da sobrecarga articular desses indivíduos (49). Bayattork *et al.*, mesmo alertando sobre a falta da qualidade e rigor metodológico dos estudos sobre intervenção dos exercícios físicos como forma de ajustar o desequilíbrio postural em crianças, adolescentes e adultos; aponta a adoção dessa estratégia para essa finalidade (50).

3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO POSTURAL

Com relação aos métodos de avaliação postural, são encontrados na literatura uma série de instrumentos com a finalidade de analisar o alinhamento postural do indivíduo e assim determinar suas possíveis causas e alterações, com a finalidade de se obter o conhecimento específico para a intervenção prática. Podemos classificá-los como métodos de avaliação dinâmicos e estáticos; que por sua vez podem ser invasivos e não-invasivos e por fim, dentro dessas análises se são métodos de análise qualitativa e quantitativa (5,34,51).

A forma dinâmica de avaliação postural (não explorada nesse estudo) é aquela em que se avalia o indivíduo em condição de deslocamentos e ações motoras em relação às forças externas do meio ambiente, e se analisa o comportamento das estruturas musculoesqueléticas e desordens funcionais apresentadas. Entre alguns modelos para se avaliar a postura na sua forma dinâmica, temos instrumentos como softwares de análise do movimento (Figura 3), questionários sobre dor e padrões de execução de movimento; e testes práticos para análise da execução de movimento (51,52). Esse tipo de avaliação da postura é de bastante interesse da área da biomecânica, pois ajuda na correção de padrões funcionais voltados para a promoção de saúde e na melhoria de condições de performance para gestuais esportivos (5,38,53,54)

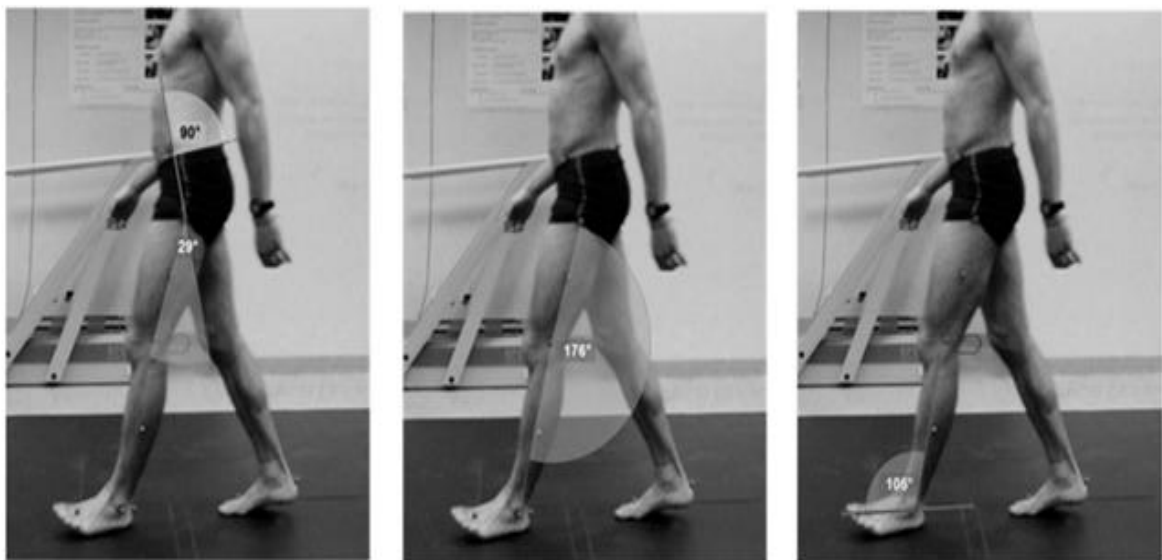


Figura 3. Avaliação dinâmica de padrão angular através do software Kenovea.

Fonte: Fernández-González *et al.*, 2020.

Já na avaliação postural estática, não existe movimento do indivíduo avaliado, sendo feita com o indivíduo em posição ortostática ou fundamental em uma base estática, com visão bidimensional (Figura 4). Essa posição é referência padrão para se identificar desvios posturais, ao passo que se permite analisar e inferir com mais precisão e facilidade a condição da postura, para enfim buscar as estratégias que deverão ser seguidas para ajustar o desequilíbrio postural (2,42,55,56).



Figura 4. Avaliação postural estática qualitativa com uso do aparelho simetrógrafo.
Fonte: Próprio Autor.

Para avaliação da postura estática, tem-se com base a identificação de pontos anatômicos específicos de acordo com cada protocolo e que em geral, são encontrados através da anatomia palpatória. Tais pontos são analisados de acordo com seu posicionamento no corpo humano e o quanto ele foge desse padrão de normalidade já predefinido na literatura (19,57). A depender do que se estar avaliando, a análise e leitura é feita em planos específicos; como no coronal anterior e posterior (visão frontal e posterior), sagital direita e sagital esquerda; e no plano transversal (5,31). Essa especificidade não acontece na avaliação postural dinâmica, que muitas vezes o movimento é multiplanar, ou seja, acontecem em diferentes planos ao mesmo tempo, sendo de uma complexidade muito mais que a estática (38)

O modelo de avaliação postural mais difundido na literatura para análise da postura estática é o proposto por Kendall, que considera como referência o alinhamento do corpo em relação à linha da gravidade e a observação de desvios em vistas anterior, lateral e posterior(7,31,38). Já os protocolos contemporâneos de fotogrametria, como o SAPO, baseiam-se em princípios semelhantes, mas incluem a

identificação e marcação de diversos pontos anatômicos específicos, como a glabella, trago, mento, acrômios, manúbrio do esterno, processos espinhosos de C7 e T3, ângulo inferior da escápula, epicôndilo lateral do úmero, EIAS e EIPS, trocânter maior do fêmur, linha articular do joelho, patela, tuberosidade da tíbia, maléolos lateral e medial, tendão calcâneo, calcâneo e a região entre a cabeça do 2º e 3º metatarso (2,4,34,58,59), permitindo uma leitura acurada do alinhamento corporal e da simetria postural (Figura 5).

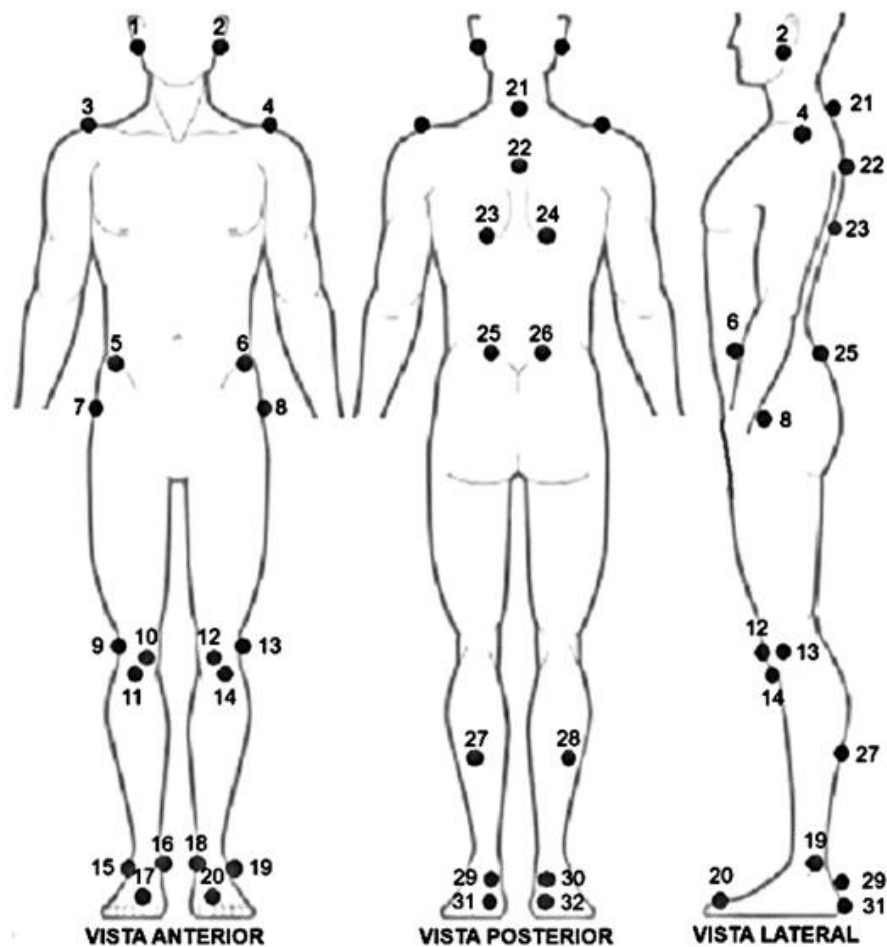


Figura 5. Pontos de referência anatômica para identificação e leitura postural de acordo com o protocolo.

Fonte: CIRILO *et al.*, 2021

3.3 MÉTODOS QUALITATIVOS DE ANÁLISE POSTURAL ESTÁTICA

Os métodos qualitativos de análise postural estática são aqueles que utilizam processos de avaliação apenas através da observação dos pontos anatômicos. Ainda são os métodos avaliativos mais utilizados na prática clínica dos profissionais que lidam com essa temática por sua fácil operacionalização (60–62).

Um método qualitativo muito visto é o método da *Portland State University (PSU)*, que se caracteriza por uma abordagem de avaliação se faz a análise de imagens digitais ou observações *in loco*, nas quais são identificados pontos anatômicos de referência e modelos de conferência para avaliar alinhamentos e assimetrias corporais (Figura 6). Entre suas limitações, temos a falta de experiência do avaliador que poderá impactar na leitura e a dificuldade de padronização objetiva do processo avaliativo (62).

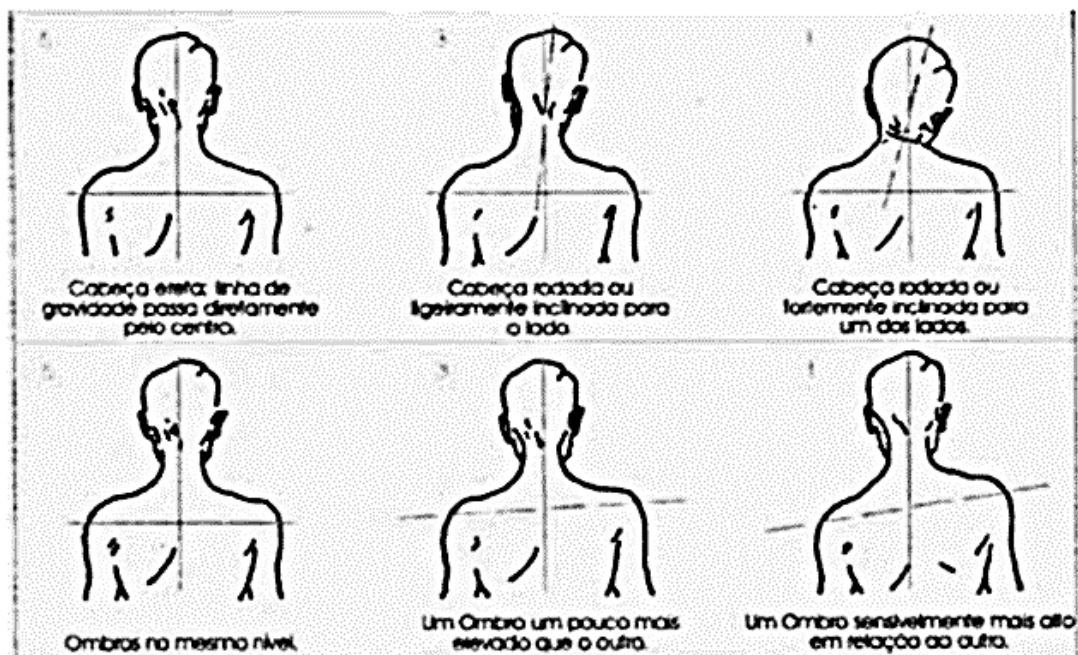


Figura 6. Método de avaliação postural da Portland State University.

Fonte: Dos Santos, 2018.

O teste de Adams(63) é uma avaliação qualitativa da postura utilizado para avaliar o padrão escoliótico dos sujeitos avaliados. Trata-se de um teste simples, não invasivo e que não necessita de equipamento algum, consistindo na observação e

análise de provável aparecimento de gibosidade ou deformidade na coluna vertebral do avaliado em flexão anterior do tronco; e da morfologia do tronco no plano sagital, analisando o ângulo de Talles, posição das escápulas e alinhamento vertical da coluna (63). Esse método de avaliação postural é limitado apenas à região da coluna (Figura 7).

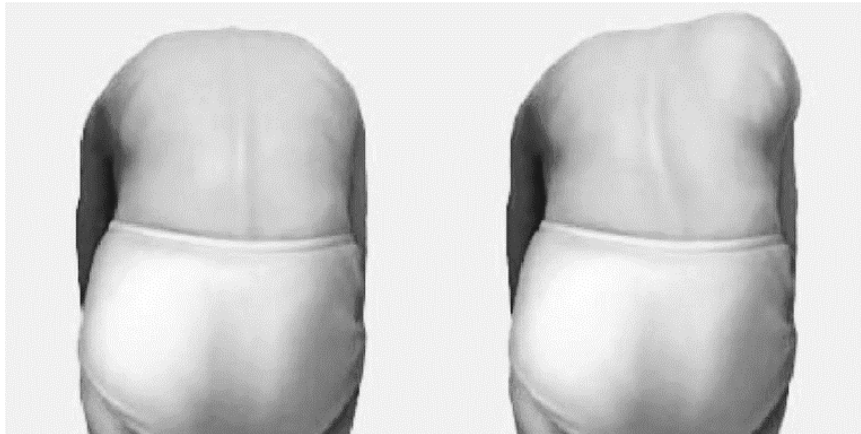


Figura 7. Teste de Adams para avaliação visual de deformação ou padrão escoliótico.

Fonte: Instituto Escoliose [Internet]. Disponível em: https://institutoescoliose.com.br/wp-content/uploads/2016/10/Teste-de-Adams-escoliose-e-n%C3%A3o-escolios-recortado-2x1.fw_.png. Acesso em 11 set 2024

A topografia de superfície é um método não invasivo que através de projeções de luz nas costas do avaliado, consegue-se fazer a leitura qualitativa das deformidades da coluna vertebral, como concavidade e desvios (Figura 8). É uma avaliação de predominância subjetiva que depende muito da experiência e visão do avaliador, além de limitar-se a partes distintas do corpo como tronco, dorso e pés, é evidente a carência sob sua validade como método de avaliação da postura, não apresentando confiabilidade dos resultados encontrados. (64–66).



Figura 8. Topografia de superfície baseada na projeção de luz no corpo do avaliado.

Fonte: Berryman *et al.*, 2008.

Em linhas gerais, o instrumento mais utilizado para avaliação qualitativa é o simetrógrafo, estrutura que projeta linhas horizontais e verticais em um plano, proporcionando uma referência visual para a análise da simetria e alinhamento corporal (Figura 9). Durante a avaliação postural, o indivíduo é posicionado em frente ao simetrógrafo em posição frontal, dorsal; e perfil direito e esquerdo, permitindo ao avaliador observar e/ou registrar através de fotografias os desvios posturais nos planos frontal e sagital (5,60,62,67)

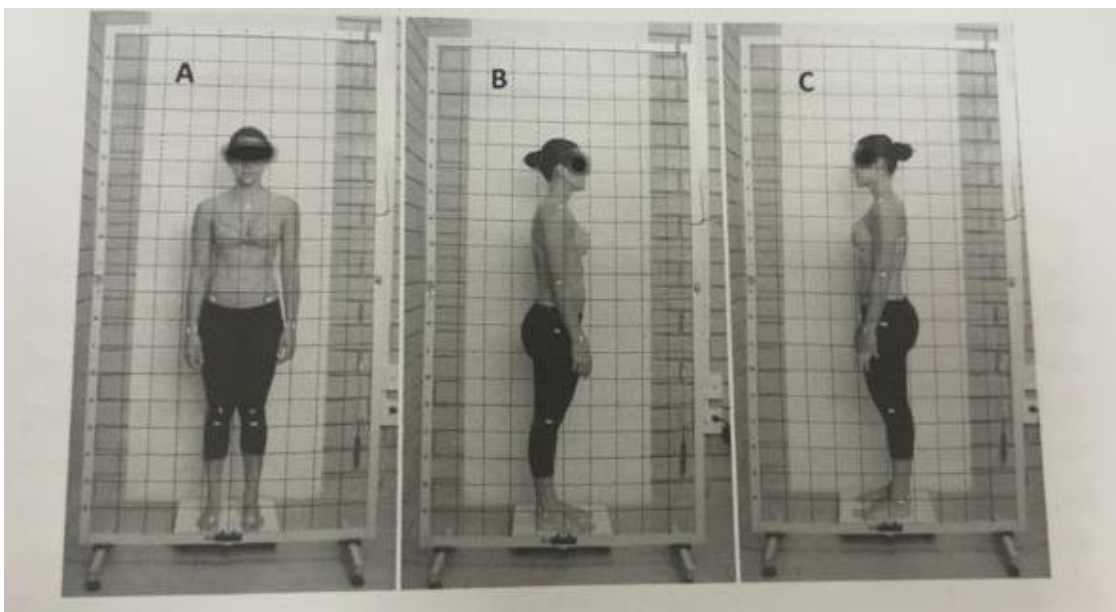


Figura 9. Simetrógrafo para avaliação postural qualitativa da postura.

Fonte: Moura, 2012.

A referência para o nivelamento do simetrógrafo é o fio de prumo, vetor vertical que tem como base a linha de gravidade. O avaliado deve estar sobre uma plataforma para garantir que a base esteja calibrada e como forma de posicionamento do avaliador; este ou a câmera devem estar posicionados em uma distância entre 2,5 a 3,0m do avaliado, para que possa ter uma visão panorâmica do processo, tendo o avaliador liberdade para se aproximar mais do avaliado se necessitar fazer uma inspeção mais minuciosa de detalhes (5,57)

As principais desvantagens dessas avaliações qualitativas é o erro de interpretação dos dados obtidos, além de depender muito da habilidade do avaliador para que os resultados sejam fidedignos. Observa-se a ausência de um dado quantitativo que venha a permitir o acompanhamento mais preciso do processo de intervenção feito pelos profissionais envolvidos (médicos, profissionais de educação física e fisioterapeutas, por exemplo), em que os modelos mais utilizados no acompanhamento são fichas de avaliação contendo somente pontos de referência para análise dos desalinhamentos das estruturas (5,34,60).

3.4 MÉTODOS QUANTITATIVOS DE AVALIAÇÃO POSTURAL ESTÁTICA

Os métodos quantitativos de avaliação da postura com a base estática são aqueles que além da simples observação, oferecem dados quantitativos como valores de ângulo ou distância em centímetros das marcações feitas nos pontos anatômicos para a interpretação dos desalinhamentos posturais (23,26). Eles têm a vantagem de possibilitar encontrar desvios posturais que por vezes, não são percebidos na avaliação qualitativa e permitir o acompanhamento da evolução do avaliado de forma mais direcionada e objetiva, através da obtenção e posterior comparação das medidas encontradas após intervenção terapêutica (27,34)

O escoliômetro é um instrumento utilizado para estimar a gravidade da escoliose por meio da mensuração da rotação axial do tronco durante o teste de Adams. Equipado com um nível de bolha, o dispositivo é posicionado sobre a coluna do indivíduo em ortostase e flexão anterior, permitindo a avaliação da assimetria torácica ou lombar (Figura 10). Os valores obtidos auxiliam na identificação da severidade da deformidade e na necessidade de intervenção clínica ou acompanhamento especializado. Valores encontrados de 5 graus a 10 graus são considerados padrões escolióticos leves, enquanto de 10 a 20 pode ser considerada escoliose moderada e acima de 20 graus, escoliose grave (61,68,69). Este método de avaliação possui boa confiabilidade intra e inter examinadores, sendo necessário para o manuseio treinamento e experiência do avaliador tanto para marcação dos pontos através da anatomia palpatória, quanto para leitura (68).



Figura 10. Escoliômetro usado para avaliação quantitativa da escoliose no exame qualitativo teste de Adams.

Fonte: Bonagamba *et al.*, 2010

A goniometria (Figura 11) por sua vez, é uma técnica que visa analisar a amplitude de movimento articular ou medida de ângulo de determinada posição corporal, sendo o goniômetro o instrumento clínico utilizado para tal finalidade(70,71). O uso desse aparelho permite um processo avaliativo rápido, de baixo custo e fácil manuseio; sendo fatores limitantes a qualidade do instrumento e a perícia do avaliador(72).



Figura 11. Goniômetro usado para avaliação quantitativa (flexão de joelhos) utilizando valores angulares.

Fonte: Marques, 2014

Dos vários métodos de avaliação quantitativa, tem-se como padrão-ouro a avaliação por imagem radiográfica, que se caracteriza por ser um método cuja premissa é a análise de estruturas anatômicas através da captura de imagens por raio x, onde o avaliador poderá estabelecer as medidas angulares ou distância entre pontos de referências através de instrumentos como o goniômetro ou programa de computador (Figura 12). Porém, é um recurso de valor relativamente oneroso e de difícil acesso aos profissionais da área de saúde, principalmente aqueles que não se encontram em rotina laboral dentro do ambiente clínico hospitalar (17,73,74).

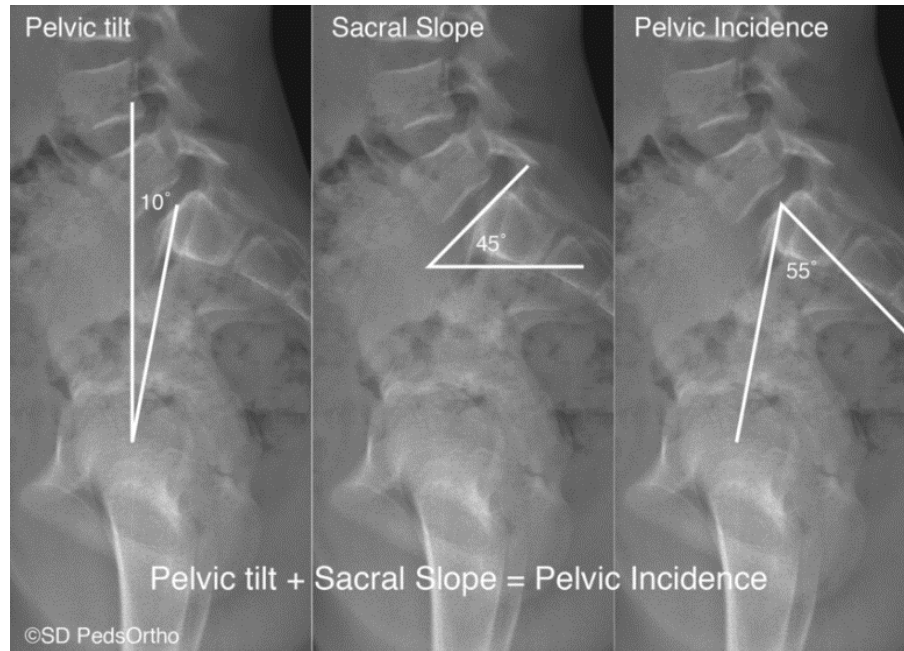


Figura 12. Avaliação Postural quantitativa feita por imagem radiográfica apresentando medidas de versão pélvica, inclinação sacral e incidência pélvica.

Fonte: Tytiak e Upasani, 2016(75).

Apesar da avaliação radiográfica ser considerada padrão-ouro para medidas angulares, existem correntes de pensamentos que questionam a necessidade de submeter constantemente o paciente à radiação ionizante e sugerem a utilização de outras ferramentas de investigação tão eficientes quanto a radiografia (76,77) Ademais, no que diz respeito aos sujeitos com diagnóstico de obesidade, a dose de radiação precisa ser maior já que o tecido adiposo aumenta a distância que os feixes de raios X percorrem, o que resulta na atenuação de fótons e dispersão aumentadas, requerendo assim uma maior penetração do feixe radiográfico (21)

Por sua vez, a fotogrametria (ou biofotogrametria) é um método quantitativo não-invasivo de avaliação da postura que se baseia na captura de fotos do corpo do avaliado através de uma câmera digital ou *smartphone*, no qual as mesmas são processadas em programas de computador ou aplicativos específicos; sendo muito parecida com a avaliação através do simetrógrafo inclusive nas diretrizes de posicionamento da câmera, porém com a possibilidade de obtenção dos valores quantitativos dos padrões posturais encontrados (4,27,78).

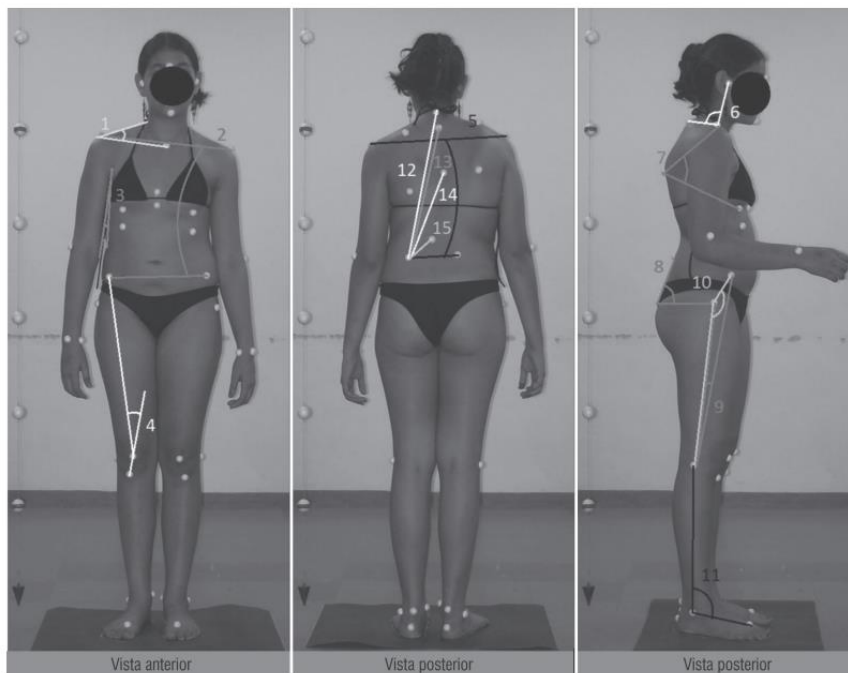


Figura 13. Avaliação Postural quantitativa por fotogrametria.

Fonte: Santos *et al.*, 2012.

Esse método possui boa confiabilidade inter observadores tendo sido verificado que os resultados quantitativos da fotogrametria corresponderam à detecção de simetrias e assimetrias pela avaliação postural visual qualitativa (Figura 13) (79).

3.5 MEDIDA ANGULAR PARA A FOTOGAMETRIA E RAIOS X: ÂNGULO Q DO JOELHO

O ângulo Q, ou ângulo quadricipital, é formado pela interseção de duas linhas: uma da crista ilíaca antero-superior (EIAS) ao centro da patela e outra da tuberosidade da tíbia ao mesmo ponto (Figura 14). Valores elevados desse ângulo indicam alteração na direção da força do quadríceps sobre a patela, aumentando a tensão lateral e predispondo a instabilidade patelofemoral, síndrome da dor patelofemoral e sobrecarga em estruturas do joelho, favorecendo lesões como tendinite patelar e síndrome do trato iliotibial (72,80,81)

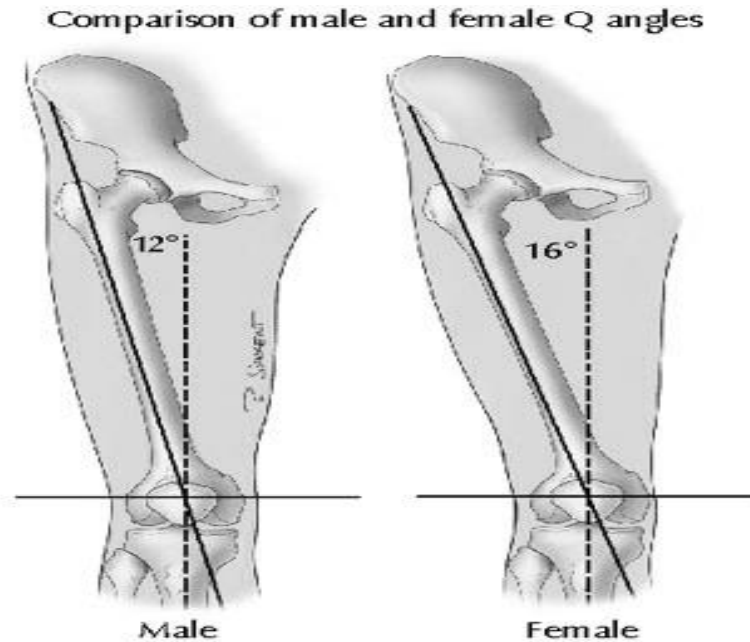


Figura 14. Desenho esquemático do ângulo Q

Fonte: <https://www.blogdefisioterapia.com/angulo-q/>

Por outro lado, um ângulo Q reduzido também pode estar associado a alterações na distribuição de forças, impactando a mecânica do joelho e a funcionalidade da marcha. Sendo assim, a avaliação do ângulo Q é um parâmetro interessante para identificar possíveis fatores de risco para lesões e auxiliar na prescrição de estratégias preventivas e corretivas, como fortalecimento muscular e ajustes posturais(72,80,82,83).

Os valores do ângulo Q podem indicar se o joelho está em uma posição neutra, em valgo ou em varo. Não há um consenso absoluto sobre os limites exatos, mas com base na literatura científica, os valores de referência e classificação são de 10 a 15 graus inclusos na faixa de normalidade, sendo mulheres e obesos com prevalência de valores maiores (84). Valores acima de 15 graus temos o diagnóstico de um joelho valgo; que se traduz pela aproximação dos joelhos da linha média do corpo e existe forte relação com comprometimentos citados acima, enquanto valores abaixo de 8° em homens e 12° em mulheres representam o diagnóstico de um joelho varo (82,85)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESENHO DO ESTUDO E AMOSTRA

Trata-se de um estudo observacional de corte transversal, no qual a amostra final foi composta por 49 voluntários atendidos na clínica de cirurgia bariátrica do Hospital São Matheus, localizada no município de Feira de Santana (BA), durante o período de abril a setembro de 2024. A amostra foi selecionada por conveniência, composta por voluntários com diagnóstico de obesidade ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$), idade ≥ 18 anos, eletivos ao procedimento cirúrgico de By-pass gástrico. Como critério adicional, no caso das mulheres, não poderiam estar gestantes no momento da coleta.

Além disso, ocorreram perdas ao longo das etapas do estudo, detalhadas no fluxograma de participantes (Figura 15), relacionadas à indisponibilidade para escanometria, posicionamento inadequado, gestação, medo de altura apresentados por um dos participantes ao necessitar subir na plataforma ou imagens inviáveis devido à impossibilidade de aumentar o KV (kilovats) para maior penetração dos raios, colocando em risco a segurança do sujeito da amostra.

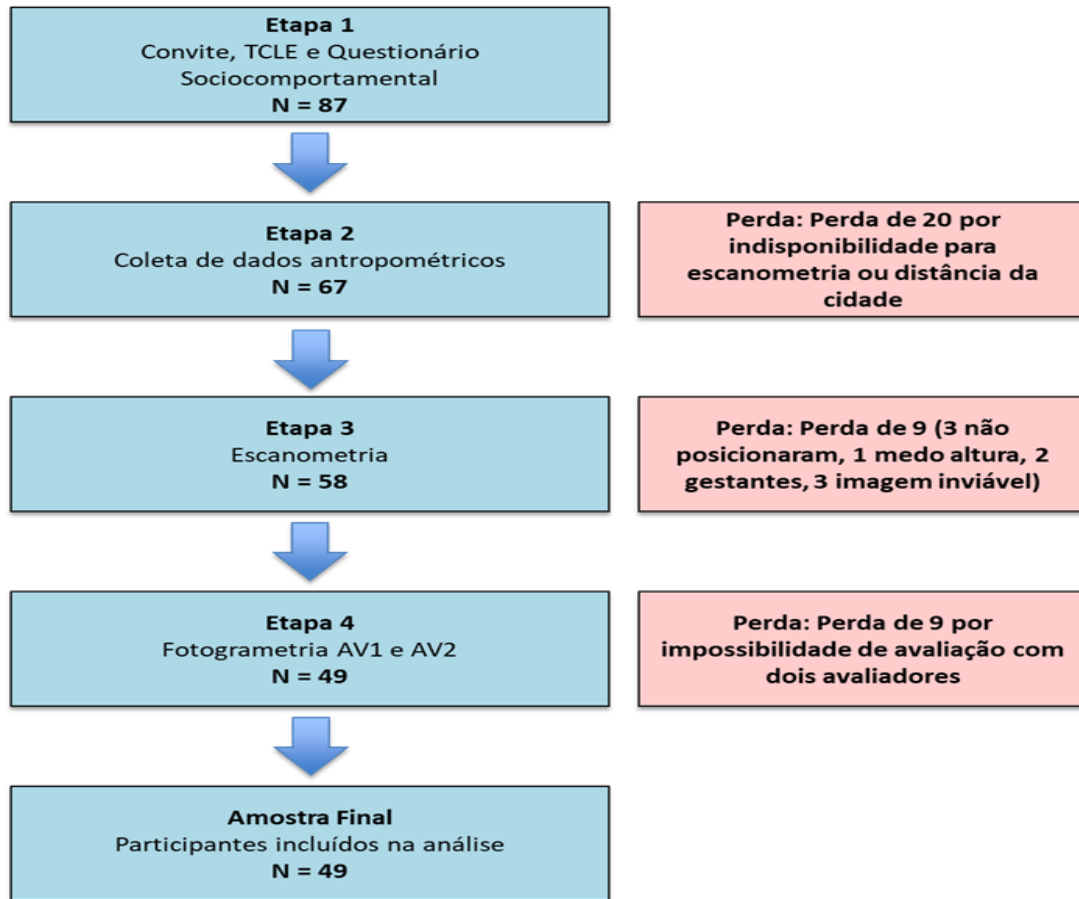


Figura 15. Fluxograma contendo a organização das etapas da pesquisa.

Fonte: Próprio Autor

4.2 CÁLCULO AMOSTRAL E TAMANHO DA AMOSTRA

Considerando efeito de 0,5, poder estatístico de 95% e nível de significância de 5%, o cálculo amostral realizado no G*Power indicou a necessidade de 54 participantes. No entanto, a amostra final foi de 49 sujeitos, definida por limitações logísticas e operacionais, incluindo custo e disponibilidade do exame radiográfico, restrições de agenda para realização da escanometria (exclusivamente no período noturno) e dificuldades de deslocamento de participantes residentes em outros municípios. Apesar dessas limitações, a amostra manteve-se representativa do perfil da população estudada, permitindo a análise dos desfechos propostos.

4.3 ASPECTOS ÉTICOS

O protocolo de investigação deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP-BA), conforme parecer nº 6459816 e CAAE 71658323.0.0000.5544 (Anexo 2), atendendo aos preceitos éticos estabelecidos na Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que regula pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

4.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

4.4.1 Convite para a pesquisa, TCLE, Questionário sociocomportamental e avaliação antropométrica

Os participantes foram conduzidos pelo pesquisador à sala de atendimento preparada para a realização da pesquisa. A priori, foi feito o convite formal para participação no estudo, com explicações detalhadas sobre os procedimentos e os protocolos envolvidos. Após o aceite, ocorreu a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e o preenchimento do questionário sociocomportamental (Apêndice B) para análise descritiva da amostra, no qual foram coletadas informações como sexo biológico, idade, estado civil, escolaridade, nível de atividade física, presença de dores articulares e o local delas, condições de saúde e presença de doenças.

Posteriormente, também foram obtidos dados antropométricos — peso, altura e medidas de circunferência abdominal e da cintura no menor perímetro. Essas medidas foram feitas em um segundo encontro, como na consulta de retorno do paciente pré-cirurgia à clínica ou no local que foi realizado a avaliação fotogramétrica, já que os avaliados não estavam com roupa propícia para os processos avaliativos no momento do convite para a pesquisa.

4.4.2 Avaliação por Raio X

As imagens radiográficas foram obtidas na Clínica IHEF, localizada na cidade de Feira de Santana (BA), em dias e horários previamente agendados conforme a disponibilidade dos participantes, no período noturno. Para a avaliação do ângulo Q através do raio x, cada voluntário foi submetido ao exame de escanometria, realizado com o Conjunto Radiológico de Alta Frequência HF500M | HF630M (Lotus Healthcare, Pato Branco, Paraná, Brasil), configurado com ajuste de tensão entre 90 e 100 kV para otimização da qualidade da imagem em indivíduos com elevada massa corporal.

Tanto o posicionamento no aparelho até a captura das imagens de toda a amostra foi conduzido pelo técnico em radiologia de forma padronizada (Figura 16). Os participantes foram posicionados em ortostatismo, pés paralelos e descalços sob uma plataforma de madeira medindo 35cm de altura, sendo a incidência do raio X anteroposterior (AP), abrangendo desde a pelve até os pés (Figura 17). Em virtude das características antropométricas da amostra e das limitações de espaço físico, as imagens foram obtidas exclusivamente do membro inferior direito, o que permitiu a mensuração do ângulo Q apenas deste lado (Figura 18).



Figura 16. Posicionamento do paciente na máquina para realização da escanometria.

Fonte: Próprio Autor



Figura 17. Obtenção das imagens do exame escanometria

Fonte: Próprio Autor



Figura 18. Organização e armazenamento das imagens pelo técnico em radiologia

Fonte: Próprio Autor

Após a captura, as imagens radiográficas foram enviadas para a plataforma PACS da clínica. Um médico radiologista identificou e marcou os pontos anatômicos necessários para a obtenção do ângulo Q, e essas marcações foram conferidas por um médico ortopedista para garantir a correta identificação das estruturas e reduzir o risco de viés (Figura 19). A mensuração do ângulo Q foi realizada pelo radiologista, assegurando padronização e consistência nas avaliações por meio do software MicroDicom Viewer (MicroDicom Ltd., Sófia, Bulgária).

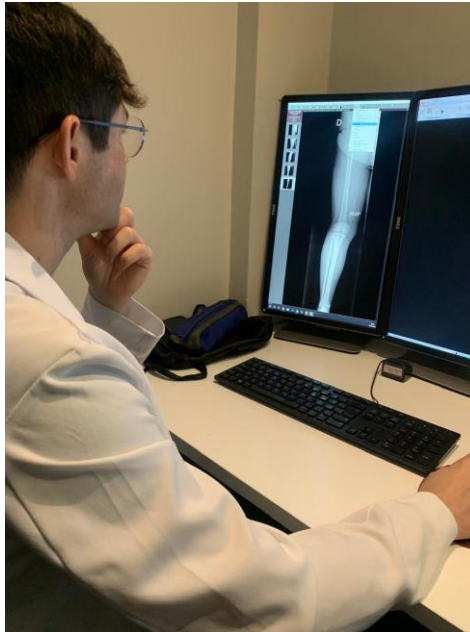


Figura 19. Análise e marcação dos pontos anatômicos para obtenção dos valores do ângulo Q

Fonte: Próprio Autor

4.4.3 Avaliação por fotogrametria

A avaliação por fotogrametria foi conduzida por dois avaliadores independentes, previamente submetidos a um treinamento rigoroso. O treinamento teve como foco a identificação, por meio de anatomia palpatória, e a marcação padronizada dos pontos anatômicos: espinha ilíaca ântero-superior (EIAS), tuberosidade da tíbia e ponto médio da patela. Esse processo incluiu um encontro online e quatro encontros presenciais, realizados até que ambos os avaliadores demonstrassem segurança e reprodutibilidade na identificação das áreas.

Para a demarcação dos pontos anatômicos, o protocolo foi adaptado a fim de garantir maior precisão nas medições. A EIAS foi identificada por meio da palpação da proeminência óssea mais anterior e superior da crista íliaca, seguida da fixação de um marcador visível. De maneira análoga, a tuberosidade da tíbia foi localizada pela palpação da elevação óssea situada abaixo do tendão patelar, enquanto o ponto médio da patela foi definido no centro da estrutura, com auxílio da palpação de suas bordas para confirmar a centralização do marcador. Ressalta-se que a acurácia na demarcação desses três pontos é fundamental para a mensuração confiável do ângulo Q, uma vez que qualquer desvio pode comprometer a análise biomecânica e, conseqüentemente, as conclusões do estudo.

Após o treinamento, procedeu-se à mensuração independente e cega (blinded inter-rater assessment). Cada avaliador em momentos distintos, realizou a marcação e a mensuração do ângulo Q em todos os participantes, sem contato ou acesso aos resultados do outro. As avaliações ocorreram em locais variados, como a sala de avaliação da Academia Biohit (Feira de Santana – BA) e as residências dos voluntários, para sua conveniência. Para garantir a adequada visualização dos pontos, os participantes utilizaram trajes apropriados (top e short, sunga ou biquíni) e os avaliadores asseguraram que o local de avaliação possuía iluminação adequada para uma boa captura das imagens.

Durante a coleta, a câmera foi posicionada em um tripé a uma distância fixa de 3 (três) metros do avaliado, com altura ajustada à metade da estatura de cada participante, a fim de minimizar erros de paralaxe (Figura 20).



Figura 20. Posicionamento do voluntário da pesquisa e da câmera para a captura de imagem para fotogrametria

Fonte: Próprio Autor

Foram fixados marcadores de superfície sempre no lado direito de cada participante, utilizando etiquetas autoadesivas da marca Pimaco (São Paulo, Brasil), com 0,9 mm de diâmetro, e esferas de isopor brancas (Styroform, São Paulo, Brasil), de 20 mm, presas com fita adesiva dupla face. Os marcadores foram posicionados nas regiões da espinha ílaca ântero-superior (EIAS), no ponto médio da patela e na tuberosidade da tíbia (53). Os participantes foram orientados a adotar a posição ortostática, posicionando-se a uma distância padronizada de 15 cm da parede, demarcada por um marcador adesivo no chão (5,34,63). Um fio de prumo foi fixado na parede do local de avaliação para calibração do software de análise postural (2). As fotografias foram capturadas com um celular modelo iPhone 14, da marca Apple Inc., fabricado em 2022, em ambiente iluminado, com resolução 4K (Figura 21).



Figura 21. Identificação e marcação dos pontos anatômicos: espinha íliaca ântero-superior (EIAS), centro da patela e tuberosidade da tíbia.

Fonte: Próprio Autor

Após a captura das fotos, as imagens foram processadas pelo Software de Avaliação Postural SAPO (São Paulo, Brasil) para determinação dos valores quantitativos do ângulo Q (Figura 22). A validade de critério para utilização do SAPO já foi previamente demonstrada em estudos anteriores(57,79), onde já se obteve forte respaldo na quantificação de parâmetros angulares corporais. Dessa forma, a utilização do SAPO neste estudo é respaldada por evidências metodológicas robustas, que garantem a confiabilidade das medidas mesmo em ambientes clínicos com recursos limitados (42,58,86,87).

A concordância entre os métodos (fotogrametria e radiografia) foi avaliada por meio do teste t, considerando a aplicação dos dois métodos no mesmo indivíduo. Complementarmente, foi realizada a análise gráfica de Bland-Altman, a fim de verificar a magnitude da discrepância individual e o viés sistemático entre as técnicas, com limites de concordância definidos pela média das diferenças $\pm 1,96$ vezes o desvio-padrão.

Adicionalmente, foi realizada a análise de correlação entre os valores obtidos pela fotogrametria (método alternativo de avaliação) e o exame de raio-X, considerado padrão-ouro. A correlação foi verificada utilizando o coeficiente de Spearman devido à distribuição não paramétrica dos dados. Para verificar a associação linear entre os métodos, foi aplicada a regressão linear simples. Por fim, analisou-se a acurácia diagnóstica da fotogrametria em relação ao raio-X por meio da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), com cálculo da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN).

5 RESULTADOS

A amostra final foi composta por 49 participantes, predominantemente do sexo feminino (65,3%), com maior concentração na faixa etária entre 40 e 49 anos (40,8%) e com nível de escolaridade mais frequente correspondente ao ensino superior completo (36,7%). A maioria relatou sentir dor (89,8%), praticava alguma atividade física regularmente (51,0%) e apresentava diagnóstico de obesidade grau III. Quanto à autodeclaração de cor/raça, observou-se predominância de participantes pardos (51,0%), seguidos por pretos (24,49%) e brancos (20,41%), sem registros de indígenas ou amarelos. As características sociocomportamentais estão descritas de forma detalhada na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das características sociocomportamentais da amostra (n=49).

VARIÁVEIS	n	%
Sexo		
Feminino	32	65,3
Masculino	17	34,7
Faixa Etária (anos)		
18-29	4	8,2
30-39	12	24,5
40-49	20	40,8
≥50	13	26,5
Cor / Raça / Etnia		
Parda	27	51,0
Preta	12	24,49
Branca	10	20,41
Indígena	0	0
Amarela	0	0
Escolaridade		
Médio incompleto	3	6,1
Médio completo	12	24,5
Superior incompleto	5	10,2
Superior completo	18	36,7
Pós-Graduação	11	22,4
Presença de trabalho		

Não	10	20,4
Sim	39	79,6
Prática de exercícios		
Não	24	49,0
Sim	25	51,0
Presença de dor articular		
Não	5	10,2
Sim	44	89,8

As características antropométricas e clínicas dos participantes, obtidas por meio das medidas de índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura, circunferência abdominal e intensidade da dor autorreferida, são apresentadas na Tabela 2, com os respectivos valores de média e desvio padrão. Esses dados evidenciam que a amostra foi composta, predominantemente, por indivíduos com obesidade grau III e que relataram altos níveis de dor.

Tabela 2. Caracterização da amostra, segundo dados antropométricos e da intensidade de dor.

VARIÁVEIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
IMC (kg/m ²)	42,8	3,2
Circunferência cintura (cm)	117,8	13,9
Circunferência abdominal (cm)	130,3	15,1
Intensidade da dor (EVA - 0 A 10)	6,8	1,2

Legenda: IMC = Índice de Massa Corporal, calculado pela razão entre o peso (kg) e o quadrado da altura (m²). Valores de referência para IMC (OMS, 2000): Abaixo do peso: IMC < 18,5; Peso normal: 18,5 ≤ IMC < 24,9; Sobrepeso: 25,0 ≤ IMC < 29,9; Obesidade grau I: 30,0 ≤ IMC < 34,9; Obesidade grau II: 35,0 ≤ IMC < 39,9; Obesidade grau III: IMC ≥ 40,0

A Tabela 3 apresenta a distribuição das queixas dolorosas por local anatômico, assim como as médias de intensidade autorreferida. Observou-se que os joelhos foram os locais mais frequentemente acometidos, com 75,5% dos participantes relatando dor, seguidos pela região lombar, com 73,5%. As queixas em ombros e quadris atingiram 49,0% e 40,8%, respectivamente. As regiões torácica e cervical apresentaram prevalências semelhantes, de 14,3% cada, enquanto outras áreas corresponderam a 16,3% dos relatos.

Tabela 3. Distribuição da dor por local e intensidade (n=49).

LOCAL DA DOR	n	%	INTENSIDADE DA DOR (MÉDIA ± DP)
Lombar	36	73,5	6,8 ± 1,4
Torácica	7	14,3	6,7 ± 1,2
Cervical	7	14,3	6,5 ± 1,1
Ombros	24	49,0	6,7 ± 1,3
Quadril	20	40,8	6,6 ± 1,3
Joelho	37	75,5	6,7 ± 1,3
Outros	8	16,3	6,9 ± 1,5

5.1 Concordância Interavaliadores Para Fotogrametria

A concordância interavaliadores para a medição de ângulos em graus através da fotogrametria foi avaliada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), utilizando o modelo de efeitos mistos bidirecional (pessoas como efeito aleatório e medidas como efeito fixo), com definição de concordância absoluta. Os resultados indicaram um ICC para medidas únicas de 0,960 (IC 95%: 0,820 – 0,985), evidenciando excelente confiabilidade interavaliadores. O teste F (F=80,143; p<0,001) confirmou que o ICC é significativamente diferente de zero, reforçando a consistência entre as avaliações.

O gráfico de dispersão da Figura 23 ilustra a relação entre as medições realizadas pelos dois avaliadores, mostrando visualmente a forte concordância entre eles.

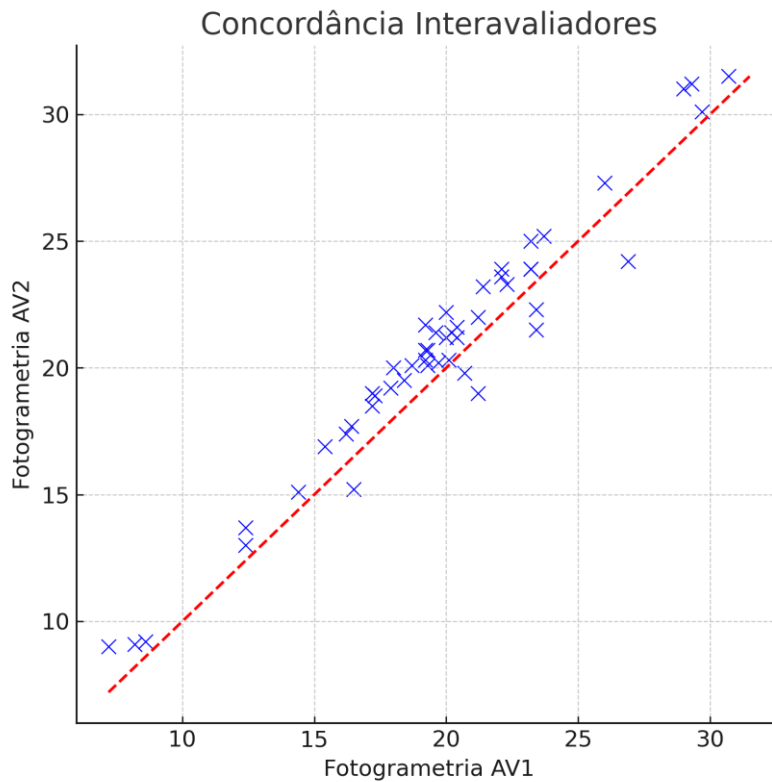


Figura 23. Gráfico ICC interavaliadores. A linha tracejada representa a identidade perfeita ($y = x$), evidenciando a proximidade entre as medições.

Fonte: Próprio Autor

5.2 Comparação Entre Raio X E Fotogrametria (Concordância Inter Métodos)

A priori, utilizou-se o Teste T pareado para comparar os valores obtidos pela radiografia e pela fotogrametria, que representam duas metodologias distintas de mensuração do mesmo ângulo corporal. A diferença média observada foi de -6,53 graus (desvio padrão [dp] 4,94; [IC: -7,95 a -5,11], $p < 0,001$), indicando que, em média, a medição obtida por fotogrametria superestima os valores em relação à radiografia (padrão ouro).

O gráfico pareado da Figura 24 ilustra as medidas individuais de cada participante para ambos os métodos, evidenciando visualmente a tendência sistemática da fotogrametria apresentar valores maiores que a radiografia.

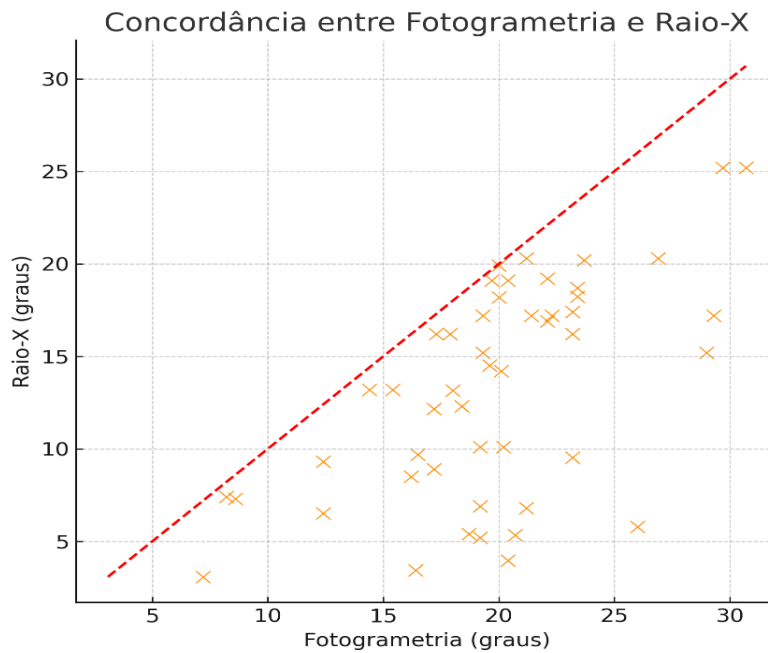


Figura 25. Gráfico de ICC Inter métodos. A linha tracejada representa a identidade perfeita ($y = x$), evidenciando que a fotogrametria tende a apresentar valores maiores que o raio X, demonstrando não consistência entre as medições.

Fonte: Próprio Autor

Para avaliar a concordância entre os valores do ângulo Q obtidos por fotogrametria e radiografia, foi utilizada uma representação gráfica da diferença entre os métodos através do gráfico de Bland-Altman(89). Observou-se uma média das diferenças de -6,5 graus, indicando uma tendência sistemática de superestimação pelo método fotogramétrico. Os limites de concordância, definidos pela média acrescida e subtraída de 1,96 vezes o desvio padrão das diferenças, variaram de +3,2 a -16,2 graus. Esses resultados revelam variações consideráveis entre as técnicas, com implicações relevantes para a interpretação da equivalência clínica entre os métodos. A linha pontilhada em zero, que representa o ideal de concordância perfeita, foi ultrapassada de forma consistente, reforçando a discrepância entre os dois instrumentos avaliativos (Figura 26).

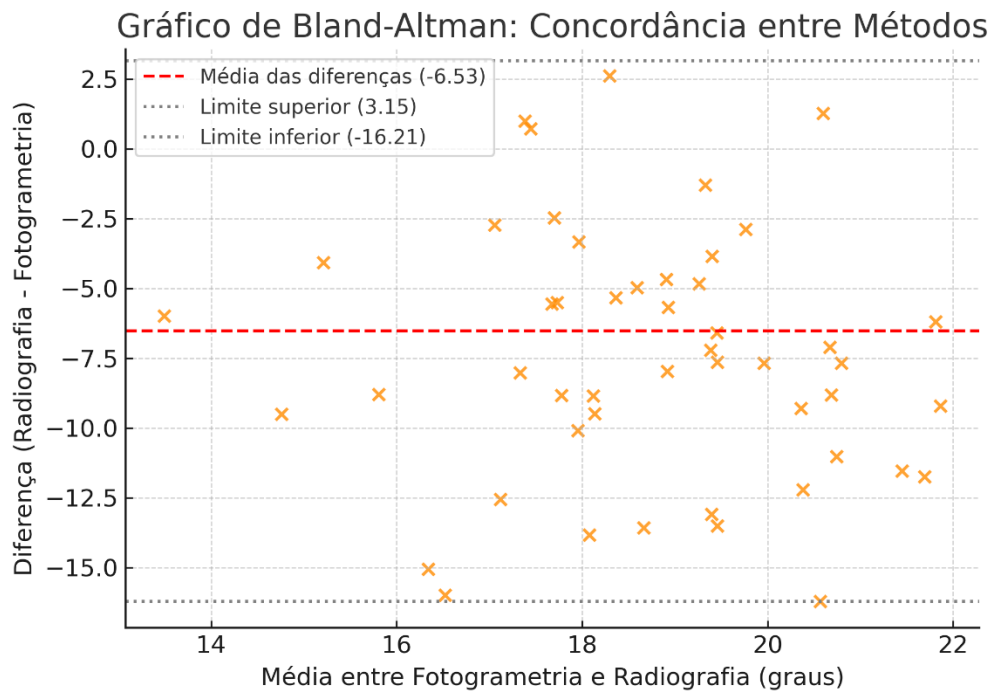


Figura 26. Diferença dos valores do ângulo Q entre fotogrametria e raio X

Fonte: Próprio Autor

5.2.1 Correlação Entre Fotogrametria E Raio-X

Com o objetivo de verificar a associação entre os valores do ângulo Q obtidos pelos dois métodos, foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman, devido à distribuição não paramétrica dos dados. Os resultados indicaram uma correlação positiva moderada entre as duas técnicas ($r = 0,595$; $p < 0,001$), sugerindo que, embora exista associação entre os métodos, essa relação não é suficientemente forte para inferir equivalência. A Figura 27 apresenta o gráfico de dispersão dos valores do ângulo Q obtidos por fotogrametria e radiografia, ilustrando visualmente essa associação.

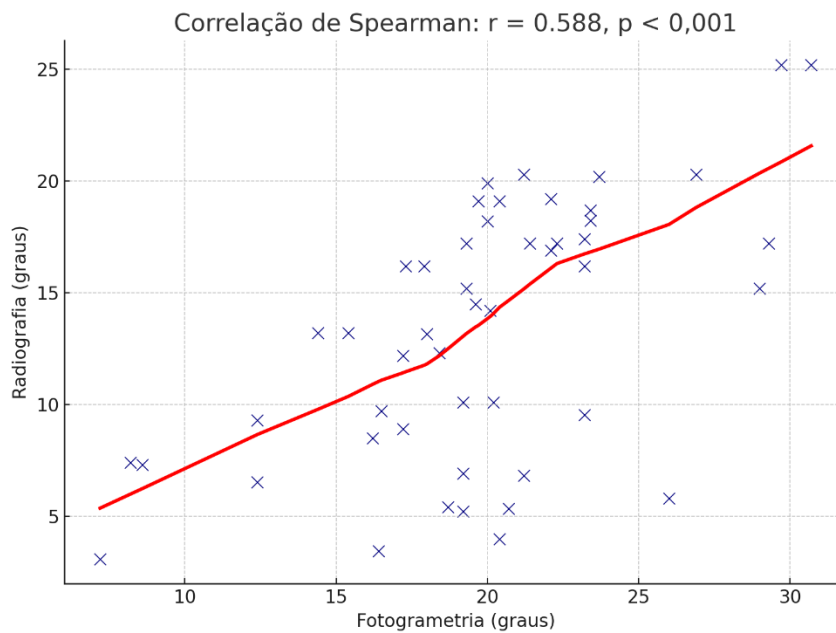


Figura 27. Correlação entre ângulo Q obtido por fotogrametria e radiografia

Fonte: Próprio Autor

Esse achado reforça que, à medida que os valores obtidos por fotogrametria aumentam, os valores obtidos por radiografia também tendem a aumentar, embora de maneira não linear e com variabilidade considerável. A significância estatística ($p < 0,001$) indica que essa correlação não ocorreu por acaso, mas a moderação da força da associação sugere que os métodos não são intercambiáveis.

5.2.2 Curva Roc e Acurácia da Fotogrametria

A análise da curva ROC (Receiver Operating Characteristic) foi utilizada para avaliar a capacidade discriminativa dos métodos na distinção entre indivíduos com e sem alteração postural, tomando a radiografia como referência.

Para o método fotogramétrico, a área sob a curva (AUC) foi de 0,959 (erro padrão = 0,030; IC 95%: 0,901 – 1,000; $p < 0,001$), indicando excelente acurácia diagnóstica. Esses resultados demonstram alta sensibilidade e especificidade da fotogrametria para identificação de indivíduos com ângulo Q alterado, com desempenho estatisticamente significativo. A AUC próxima de 1,0 reforça o potencial da técnica como ferramenta de triagem ou acompanhamento em contextos clínicos

com recursos limitados. A Figura 24 ilustra o desempenho do método fotogramétrico com base na curva ROC.

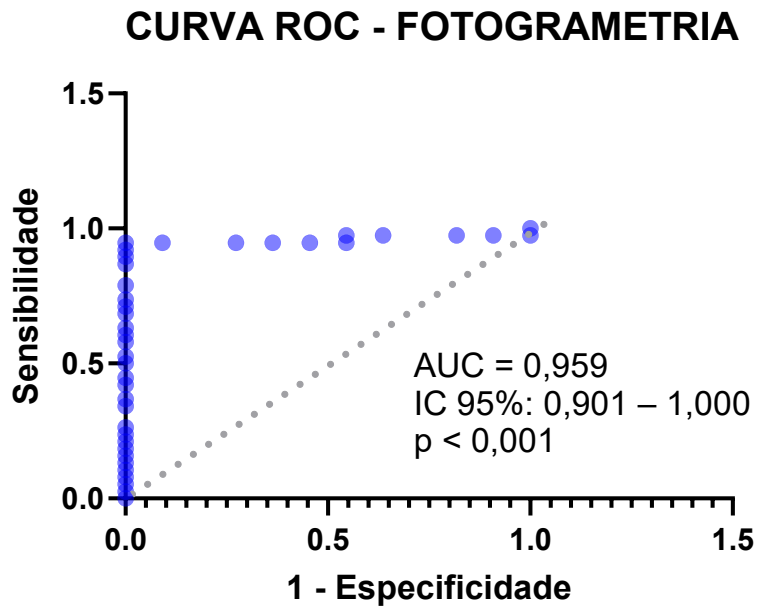


Figura 28. Curva ROC do método fotogramétrico para identificação de alterações no ângulo Q.

Fonte: Próprio autor

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a acurácia e a confiabilidade da fotogrametria digital (método alternativo) na mensuração do ângulo Q do joelho em indivíduos com obesidade, tendo como referência a radiografia (padrão-ouro). Observou-se excelente confiabilidade interavaliadores para a fotogrametria (ICC = 0,960), mesmo diante dos desafios impostos pela morfologia corporal da amostra. Esse achado reforça a consistência interna da técnica, amplamente reconhecida na literatura por sua reprodutibilidade, sobretudo quando aplicada com protocolos padronizados e avaliadores treinados(2,57,79,90,91).

A predominância de mulheres na amostra (65,3%) está em consonância com estudos semelhantes conduzidos em populações bariátricas, refletindo tanto a maior prevalência da obesidade entre mulheres quanto o maior interesse desse público por intervenções cirúrgicas e cuidados com a saúde e a estética corporal(46,92,93).

Ao comparar os valores do ângulo Q obtidos por fotogrametria com aqueles obtidos por radiografia, observou-se uma tendência sistemática de superestimação pelo método fotogramétrico. Essa discrepância foi confirmada por diferentes métricas de concordância: o baixo coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e os amplos limites de acordo no gráfico de Bland-Altman indicaram fraca consistência entre os métodos, sugerindo que, embora relacionados, eles não são intercambiáveis. Esse achado difere do estudo de Draper et al. (2011), no qual a goniometria subestimou o ângulo Q em relação à ressonância magnética(94). No entanto, aquele estudo envolveu indivíduos eutróficos, o que limita comparações diretas com a presente amostra, composta por pessoas com obesidade.

Kawasaki et al. (2022) também observaram correlações moderadas entre medidas fotográficas (ângulo vertical craniano e ângulo de rotação cranial) e parâmetros radiográficos da coluna cervical, ressaltando que tais correlações não implicam equivalência diagnóstica. Ainda assim, os autores destacaram o potencial clínico da fotogrametria como alternativa acessível à radiografia em avaliações posturais(25). De modo semelhante, Gadotti et al. (2013) encontraram alta confiabilidade intra e interavaliadores para ângulos medidos por fotografia e radiografia na região craniocervical, embora com baixa concordância na avaliação

visual e variações em ângulos mais complexos(71). Esses resultados reforçam a importância de protocolos rigorosos e do treinamento dos avaliadores para reduzir vieses de medição.

A experiência prática e a análise dos resultados deste estudo revelaram desafios importantes na identificação e marcação dos pontos anatômicos em indivíduos com obesidade. Embora a fotogrametria seja um método acessível e de fácil aplicação, a dificuldade em localizar estruturas como a EIAS e a tuberosidade da tíbia pode comprometer a precisão das medidas. Em especial, o acúmulo de tecido adiposo abdominal tende a deslocar lateralmente a marcação da EIAS, o que pode justificar a superestimação sistemática do ângulo Q observada na fotogrametria. Essa observação é consistente com Yamada et al. (2021), que relataram baixa confiabilidade na identificação da EIPS em indivíduos com maior adiposidade(29), e com Kuehnepfel et al. (2015), que evidenciaram dificuldade na localização de pontos anatômicos tradicionais em populações com composição corporal alterada(96).

A análise da acurácia diagnóstica mostrou que, embora a radiografia permaneça como padrão-ouro, a fotogrametria apresentou excelente capacidade discriminativa ($AUC = 0,959$) no contexto experimental deste estudo. Esse resultado deve ser interpretado com cautela, pois reflete o desempenho relativo dos métodos na amostra específica, e não a superioridade intrínseca da fotogrametria sobre o método radiográfico. Ainda assim, sugere que, sob condições controladas e com o uso de softwares adequados, a fotogrametria pode oferecer boa sensibilidade para detectar variações posturais relevantes.

Corroborando essa perspectiva, Sacco et al. (2007) demonstraram que a acurácia da fotogrametria pode variar de acordo com o software utilizado, observando maior concordância com a goniometria quando empregaram o Corel em comparação ao SAPO(97). Isso reforça a importância da escolha tecnológica e da padronização de procedimentos para garantir validade aos resultados.

Em relação às variáveis antropométricas, verificou-se que IMC e circunferência abdominal não influenciaram significativamente a discrepância entre métodos — resultado semelhante ao relatado por Khasawneh et al. (2020), que também não observaram relação significativa entre IMC e ângulo Q(98). Assim, as diferenças

encontradas parecem decorrer mais de fatores operacionais, como controle postural e marcação anatômica, do que de características corporais em si.

Uma limitação metodológica relevante foi a diferença no posicionamento dos pés entre os métodos: na escanometria radiográfica, os pés foram ajustados paralelamente, conforme o protocolo do exame; na fotogrametria, os participantes permaneceram em posição fundamental, com alguns levemente em rotação externa. Essa diferença pode ter contribuído para o aumento do ângulo Q observado na fotogrametria. Draper et al. (2011) e Smith et al. (2008) observaram que rotações externas dos pés tendem a elevar o ângulo Q, enquanto a rotação interna o reduz(94,99). Da mesma forma, Sánchez et al. (2014) identificaram diferenças significativas no ângulo Q entre posturas com pés paralelos e com rotação externa, reforçando a influência do posicionamento sobre a medida(72).

Além disso, a escanometria foi realizada apenas no lado direito dos participantes, devido a restrições de espaço e porte corporal. Embora necessária, essa padronização unilateral pode ter introduzido viés, especialmente considerando que muitos participantes relataram dor articular — fator que, segundo Messer et al. (2014), pode alterar o alinhamento e a distribuição de cargas nos membros inferiores, induzindo compensações biomecânicas(101). A dor, portanto, pode ter influenciado indiretamente a medida do ângulo Q, e recomenda-se que estudos futuros considerem essa variável no desenho experimental.

Outro aspecto a ser considerado é a prevalência de pé chato em indivíduos obesos, conforme relatado por Branco et al. (2023)(100). Essa condição pode alterar o eixo biomecânico do membro inferior, afetando o ângulo Q. Durante o exame radiográfico, o avaliador ajustou os pés para mantê-los paralelos, seguindo o procedimento padrão; já na fotogrametria, esse controle não foi realizado, o que possivelmente gerou variações no posicionamento dos joelhos e, por consequência, nos valores angulares. Essa diferença operacional ajuda a explicar, ao menos em parte, a superestimação observada na fotogrametria.

Apesar da boa confiabilidade e dos indicadores favoráveis de acurácia, é importante reconhecer que a aplicabilidade clínica da fotogrametria em indivíduos com obesidade ainda é limitada, em razão das dificuldades técnicas de marcação e da influência das variações posturais. Recomenda-se, portanto, que futuras

investigações aprimorem a padronização da posição dos pés, considerem a obtenção de imagens bilaterais e explorem tecnologias complementares, como a ultrassonografia portátil, para aprimorar a precisão anatômica e a validade das medidas fotogramétricas nesta população.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a comparação entre os métodos de radiografia e fotogrametria não apresentou boa confiabilidade, indicando que tais métodos não podem ser considerados intercambiáveis. Embora a avaliação do ângulo Q por meio da fotogrametria tenha demonstrado valores de confiabilidade interavaliadores classificados como muito bons a excelentes, essa técnica não se mostrou uma alternativa adequada para a população com obesidade. Assim, novos estudos são necessários para aprofundar a investigação da acurácia entre essas metodologias e contribuir para a padronização de protocolos.

REFERÊNCIAS

1. Gangnet N, Pomero V, Dumas R, Skalli W, Vital JM. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: A three-dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2003;25(5-6):424-433. doi:10.1007/s00276-003-0154-6
2. Fortin C, Ehrmann Feldman D, Cheriet F, Labelle H. Clinical methods for quantifying body segment posture: a literature review. *Disabil Rehabil*. 2011;33(5):367-383. doi:10.3109/09638288.2010.492066
3. Hrysomallis C, Goodman C. A review of resistance exercise and posture realignment. *J Strength Cond Res*. 2001;15(3):385–90. doi:10.1519/1533-4287(2001)015<0385:AROREA>2.0.CO;2
4. Singla D, Veqar Z, Hussain ME. Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review. *J Chiropr Med*. 2017;16(2):131–8. doi:10.1016/j.jcm.2017.01.005
5. Moura JAR de. *Postura Corporal Humana: Avaliação Qualitativa Visual Por Simetrografia e a Prescrição de Exercícios Físicos*. 1ª ed. Várzea Paulista (SP): Editora Fontoura; 2012.
6. Falcão FRC, Marinho APS, Sá KN. Correlação dos desvios posturais com dores musculoesqueléticas. *Rev Ciênc Méd Biol*. 2007;6(1):54–62.
7. Viana D, Marques L, Loss I, Guimarães E. Alterações posturais e qualidade de vida em adolescentes obesos. *Rev Bras Qual Vida*. 2020;13(2):204–15.
8. Schwanke NL, Pohl HH, Reuter CP, Borges TS, de Souza S, Burgos MS. Differences in body posture, strength and flexibility in schoolchildren with overweight and obesity: A quasi-experimental study. *Man Ther*. 2016;22:138-144. doi:10.1016/j.math.2015.11.004
9. Rezende LS, Morais ACBR, Hamu TCDS. Caracterização dos desvios posturais e sintomas musculoesqueléticos em indivíduos adultos eutróficos e com excesso de peso. *Movimenta*. 2019;12(3):372-383.

10. Reysy F, Bokae F, Roghani T, et al. Comparison of Postural Balance, Muscle Force and Spinal Posture in Obese Children and Adolescents- A Protocol Study. Iranian journal of diabetes and obesity. Publicado online 2024. doi:10.18502/ijdo.v16i1.15242
11. Camargo MZ. Postura e obesidade infantil: análise do alinhamento no plano sagital em pré-escolares [dissertação]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2013.
12. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 26]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
13. Kissler HJ, Settmacher U. Bariatric Surgery to Treat Obesity. Semin Nephrol. 2013;33(1):75-89. doi:10.1016/j.semnephrol.2012.12.004
14. Calcaterra V, Marin L, Vandoni M, et al. Childhood Obesity and Incorrect Body Posture: Impact on Physical Activity and the Therapeutic Role of Exercise. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(24). doi:10.3390/ijerph192416728
15. de Sousa Nascimento F, Freitas GE, Martins Gervásio F. Métodos de avaliação físico-funcional em adultos obesos: uma revisão integrativa. Revista Cereus. 2023;15(2). doi:10.18605/2175-7275/cereus.v15n2p298-314
16. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cristini C, et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: The EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. American Journal of Clinical Nutrition. 2009;89(6):1895-1900. doi:10.3945/ajcn.2008.26950
17. Savarese LG, Menezes-Reis R, Bonugli GP, Herrero CFP da S, Defino HLA, Nogueira-Barbosa MH. Spinopelvic sagittal balance: what does the radiologist need to know? Radiol Bras. 2020;53(3):175-184. doi:10.1590/0100-3984.2019.0048
18. Aroeira RMC, Leal JS, Pertence AE de M, de Las Casas EB, Greco M. Non-ionizing method of screening adolescent idiopathic scoliosis in schoolchildren. Ciencia e Saude Coletiva. 2019;24(2):523-534. doi:10.1590/1413-81232018242.12882017

19. Singla D, Veqar Z. Methods of Postural Assessment Used for Sports Persons. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014;8(4):1-04.
doi:10.7860/JCDR/2014/6836.4266
20. Nunes AP, Brito P, Franco-Salerno GR, Silva JF, Costa LM, Rocha T. Métodos qualitativos e quantitativos de avaliação do alinhamento postural. *Rev Bras Ciênc Mov*. 2016;17(1):45–52.
21. Vacari DA, Ulbricht L, Schneider FK, Neves EB. Principais métodos de diagnóstico postural da coluna lombar. *Rev educ fis UEM [Internet]*. 2013Apr;24(2):305–15. Available from:
<https://doi.org/10.4025/reveducfis.v24.2.17015>
22. Brito APN, Franco-Salerno GR, Prado-Rico JM, Fernandes SME. Métodos qualitativos e quantitativos de avaliação do alinhamento postural. *Fisioterapia Brasil*. 2016;17(3):275-284.
23. Pivotto LR, Navarro IJRL, Candotti CT. Radiography and photogrammetry-based methods of assessing cervical spine posture in the sagittal plane: A systematic review with meta-analysis. *Gait Posture*. 2021;84:357-367.
doi:10.1016/j.gaitpost.2020.12.033
24. Dilian O, Kimmel R, Tezmah-Shahar R, Agmon M. Can We Quantify Aging-Associated Postural Changes Using Photogrammetry? A Systematic Review. *Sensors*. 2022;22(17). doi:10.3390/s22176640
25. Kawasaki T, Ohji S, Aizawa J, et al. Correlation between the Photographic Cranial Angles and Radiographic Cervical Spine Alignment. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(10). doi:10.3390/ijerph19106278
26. Genin SM. Photogrammetry: Methods of survey and applications on restoration works. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol 42. Copernicus GmbH; 2019:557-564.
doi:10.5194/isprs-Archives-XLII-2-W11-557-2019
27. Iunes DH, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, Castro FA, Salgado HS. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. *Braz J Phys Ther*. 2009;13(4):308–15.

28. Mancini MC. Obstáculos diagnósticos e desafios terapêuticos no paciente obeso. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2001;45(6):525–31. doi:10.1590/S0004-27302001000600013
29. Yamada S, Ebara T, Uehara T, Kimura S, Aoki K, Inada A, et al. Reliability of anthropometric landmarks on body surface for estimating pelvic incidence without lateral X-ray. *Environmental and Occupational Health Practice.* 2021;3(1). doi:10.1539/eohp.2019-0021-0a.
30. Horsak B, Schwab C, Durstberger S, Thajer A, Greber-Platzer S, Kainz H, et al. 3D free-hand ultrasound to register anatomical landmarks at the pelvis and localize the hip joint center in lean and obese individuals. *Scientific Reports.* 2021 May 20;11(1):10650. doi:10.1038/s41598-021-89763-7.
31. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos: provas e funções.* 5ª ed. Barueri: Manole; 2007.
32. Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *European Spine Journal.* 2007;16(9):1459-1467. doi:10.1007/s00586-006-0294-6
33. Le Huec JC, Saddiki • R, Franke • J, Rigal • J, Aunoble • S. Equilibrium of the human body and the gravity line: the basics. doi:10.1007/s00586-011-1939-7
34. Moreira R, Teles A, Fialho R, et al. Mobile applications for assessing human posture: a systematic literature review. *Electronics.* 2020;9(8):1196. doi:10.3390/electronics9081196
35. Ayala T, Di Alencar M, Ferreira K, Matias S. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(3):219–23
36. Bayattork M, Sköld MB, Sundstrup E, Andersen LL. Exercise interventions to improve postural malalignments in head, neck, and trunk among adolescents, adults, and older people: Systematic review of randomized controlled trials. *J Exerc Rehabil.* 2020;16(1):36-48. doi:10.12965/jer.2040034.017
37. Souza TG de, Valle IMR, Batista ITS, Gomes LE, Carvalho RG da S. Avaliação postural: avaliação quantitativa da postura estática de crianças de seis a

dez anos de idade. *Acta Fisiátrica*. 2022;29(1):18-24. doi:10.11606/issn.2317-0190.v29i1a170112

38. Candotti CT, Todeschini GB, Noll M, Nichele Da Rosa B, Vieira A. Análise Da Postura Dinâmica de Universitários e Sua Relação Com a Disciplina de Educação Postural Dynamic Posture Analysis of University Students and Its Relationship with Postural Education Discipline.; 2015.
39. Capodaglio P, Castelnuovo G, Brunani A, Vismara L, Villa V, Capodaglio EM. Functional limitations and occupational issues in obesity: a review. *Int J Occup Saf Ergon*. 2010;16(4):507–523. doi:10.1080/10803548.2010.11076863.
40. World Health Organization. Regional Office for Europe. WHO European Regional Obesity : Report 2022.
41. Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes*. 2008;32(9):1431-1437. doi:10.1038/ijo.2008.102
42. Batistão MV, Carnaz L, Barbosa LF, Da Motta GC, Sato TDO. Posture and musculoskeletal pain in eutrophic, overweighed, and obese students. A cross-sectional study. *Motriz Revista de Educacao Fisica*. 2014;20(2):192-199. doi:10.1590/S1980-65742014000200009
43. Trzeciak M, Barczyk K. Comparison of body posture in children depending on the age of starting school education - A pilot study. *Fizjoterapia*. 2014;22:16-24. doi:10.1515/physio-2014-0020.
44. Kováčiková Z, Svoboda Z, Neumannová K, Bizovská L, Cuberek R, Janura M. Assessment of postural stability in overweight and obese middle-aged women. *Acta Gymnica*. 2014;44(3):149-153. doi:10.5507/ag.2014.015
45. Soheilipour F, Pazouki A, Mazaherinezhad A, Yagoubzadeh K, Dadgostar H, Rouhani F. The Prevalence of Genu Varum and Genu Valgum in Overweight and Obese Patients: Assessing the Relationship between Body Mass Index and Knee Angular Deformities. *Acta Biomed*. 2020 Oct 5;91(4):ahead of print. doi:10.23750/abm.v91i4.9077. PMID: 33525267; PMCID: PMC7927531.

46. Pacca DM, de Campos GC, Zorzi AR, Chaim EA, de Miranda JB. Prevalence of joint pain and osteoarthritis in obese Brazilian population. *Arq Bras Cir Dig.* 2018 Mar 1;31(1):e1344. doi:10.1590/0102-672020180001e1344. PMID:29513805; PMCID:PMC5863990.
47. Ouchi N, Parker JL, Lugus JJ, Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol.* 2011 Feb;11(2):85-97. doi: 10.1038/nri2921. Epub 2011 Jan 21. PMID: 21252989; PMCID: PMC3518031.
48. Frankel L, Sanmartin C, Conner-Spady B, Marshall DA, Freeman-Collins L, Wall A, Hawker GA. Osteoarthritis patients' perceptions of "appropriateness" for total joint replacement surgery. *Osteoarthritis Cartilage.* 2012 Sep;20(9):967-73. doi: 10.1016/j.joca.2012.05.008. Epub 2012 May 31. PMID: 22659599.
49. Melo IT, São-Pedro M. Dor musculoesquelética em membros inferiores de pacientes obesos antes e depois da cirurgia bariátrica. *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2012 Jan-Mar;25(1):29-32. doi:10.1590/S0102-67202012000100007.
50. Bayattork M, Sköld MB, Sundstrup E, Andersen LL. Exercise interventions to improve postural malalignments in head, neck, and trunk among adolescents, adults, and older people: systematic review of randomized controlled trials. *J Exerc Rehabil.* 2020 Feb 26;16(1):36-48. doi: 10.12965/jer.2040034.017. PMID: 32161733; PMCID: PMC7056483.
51. Noll M, Candotti CT, Vieira A. Instrumentos de avaliação da postura dinâmica: aplicabilidade ao ambiente escolar. *Fisioter Mov.* 2013 jan-mar;26(1):203-17. doi:10.1590/S0103-51502013000100023.
52. Valentim DP, Sato TO, Comper MLC, Silva AM, Boas CV, Padula RS. Reliability, construct validity and interpretability of the Brazilian version of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Strain Index (SI). *Braz J Phys Ther.* 2018;22(3):198-204. doi:10.1016/j.bjpt.2017.08.003.
53. Fernández-González P, Koutsou A, Cuesta-Gómez A, Carratalá-Tejada M, Miangolarra-Page JC, Molina-Rueda F. Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects. *Sensors (Basel).* 2020 Jun 2;20(11):3154. doi: 10.3390/s20113154. PMID: 32498380; PMCID: PMC7308968.

54. Nor Adnan NM, Ab Patar MNA, Lee H, Yamamoto SI, Jong-Young L, Mahmud J. Biomechanical analysis using Kinovea for sports application. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol 342. Institute of Physics Publishing; 2018. doi:10.1088/1757-899X/342/1/012097
55. Ricieri DDV. Princípios processuais da Biofotogrametria e sua adaptação para medidas em estudos sobre movimentos respiratórios toracoabdominais [tese de doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente; 2008. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/81211>
56. Saad KR. Confiabilidade e validade da fotogrametria na avaliação das curvaturas da coluna nos planos frontal e sagital em portadores de escoliose idiopática do adolescente [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5163/tde-28012009-161131/pt-br.php>
57. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Corrêa ECR, Silva AMT. Biofotogrametria: confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2011 Jul;13(4):299–305. doi:10.5007/1980-0037.2011v13n4p299.
58. Macedo Ribeiro AF, Bergmann A, Lemos T, et al. Reference Values for Human Posture Measurements Based on Computerized Photogrammetry: A Systematic Review. J Manipulative Physiol Ther. 2017;40(3):156-168. doi:10.1016/j.jmpt.2016.12.001
59. Cirilo TAS, Oliveira VG de, Ceniz AA, Tanigute CC, Fernandes ACN, Silva EM da. Alinhamento postural e qualidade vocal em cantores. Audiology - Communication Research. 2021;26. doi:10.1590/2317-6431-2021-2499
60. Nunes AP, Brito P, Franco-Salerno GR, et al. REVISÃO Métodos Qualitativos e Quantitativos de Avaliação Do Alinhamento Postural Qualitative and Quantitative Methods of Postural Assessment. Vol 17.; 2016.
61. Strasse WA Der, Oliveira KRG de, Beraldo LM, Stadnik AMW. Symmetric-electromyographic analysis in the evaluation of scoliosis treatment. Revista Brasileira

de Medicina do Esporte. 2018;24(6):455-459. doi:10.1590/1517-869220182406168696

62. Dos Santos JB. Descrição do método de avaliação postural de Portland State University. *Fisioterapia Brasil*. 2018;6(5):392-395. doi:10.33233/fb.v6i5.2029

63. Ferreira DMA, Fernandes CG, Camargo MR, Pachioni CAS, Fregonesi CEPT, Faria CRS. Avaliação da coluna vertebral: relação entre gibosidade e curvas sagitais por método não invasivo. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010;12(4):282–9. doi:10.5007/1980-0037.2010v12n4p282.

64. Fernandes LFRM, Barros JW, Shimano AC, Moreira FBR, Gonçalves FF, Amorim GS, et al. Utilização da técnica de Moiré para detectar alterações posturais. *Fisioter Pesqui*. 2003 Jun;10(1):16–23. doi:10.1590/fpusp.v10i1.77507.

65. Berryman F, Pynsent P, Fairbank J, Disney S. A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis. *European Spine Journal*. 2008;17(5):663-672. doi:10.1007/s00586-007-0581-x

66. Sedrez J, Candotti C. Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: uma revisão sistemática. *Motricidade*. 2013;9(4):100–11. doi:10.6063/motricidade.9(4).949.

67. Penha P, Casarotto R, Sacco I, Marques A, João S. Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age. *Braz J Phys Ther*. 2008 Sep-Oct;12(5):386–91. doi:10.1590/S1413-35552008000500008.

68. Bonagamba GH, Coelho DM, Oliveira AS. Confiabilidade interavaliadores e intra-avaliador do escoliômetro. *Braz J Phys Ther*. 2010 Sep-Oct;14(5):432–8. doi:10.1590/S1413-35552010005000025.

69. Sedrez JA, Candotti CT. Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: Uma revisão sistemática. *Motricidade*. 2013;9(4):100-111. doi:10.6063/motricidade.9(4).949

70. Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K. Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop*. 2018;5(1). doi:10.1186/s40634-018-0161-5

71. Marques AP. Manual de goniometria. 3ª ed. Barueri: Manole; 2014. 136 p.

72. Sanchez HM, Sanchez EG de M, Baraúna MA, Canto RS de T. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta Ortop Bras.* 2014;22(6):325-329. doi:10.1590/1413-78522014220600451
73. Gadotti IC, Armijo-Olivo S, Silveira A, Magee D. Reliability of the craniocervical posture assessment: Visual and angular measurements using photographs and radiographs. *J Manipulative Physiol Ther.* 2013;36(9):619-625. doi:10.1016/j.jmpt.2013.09.002
74. Daffin L, Stuelcken M, Sayers M. Internal and external sagittal craniovertebral alignment: A comparison between radiological and photogrammetric approaches in asymptomatic participants. *Musculoskelet Sci Pract.* 2019;43:12-17. doi:10.1016/j.msksp.2019.05.003
75. Pytiak A, Bomar JD, Peterson JB, et al. Analysis of spinal alignment and pelvic parameters on upright radiographs: implications for acetabular development. *J Hip Preserv Surg.* 2016;3(3):208-214. doi:10.1093/jhps/hnw008
76. Ovadia D, Bar-On E, Fragnière B, et al. Radiation-free quantitative assessment of scoliosis: A multi center prospective study. *European Spine Journal.* 2007;16(1):97-105. doi:10.1007/s00586-006-0118-8
77. Porto AB, Okazaki VHA. Thoracic Kyphosis and Lumbar Lordosis Assessment by Radiography and Photogrammetry: A Review of Normative Values and Reliability. *J Manipulative Physiol Ther.* 2018;41(8):712-723. doi:10.1016/j.jmpt.2018.03.003
78. Van Niekerk SM, Louw Q, Vaughan C, Grimmer-Somers K, Schreve K. Photographic measurement of upper-body sitting posture of high school students: A reliability and validity study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9. doi:10.1186/1471-2474-9-113
79. Iunes, D.H.; Castro, F.A.; Salgado, H.S.; Moura, I.C.; Oliveira, A.S.; Bevilacqua-Grossi, D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev. Bras. Fisioter.* 2005, 9, 327–334.
80. Skouras AZ, Kanellopoulos AK, Stasi S, Triantafyllou A, Koulouvaris P, Papagiannis G, Papathanasiou G. Clinical Significance of the Static and Dynamic Q-angle. *Cureus.* 2022 May 11;14(5):e24911. doi: 10.7759/cureus.24911. PMID: 35698708; PMCID: PMC9186474.

81. Almeida GPL, França FJR, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. 2016;51(2):181-186. doi:10.1016/j.rboe.2016.01.010
82. Almeida GPL, Silva APDMCCE, França FJR, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Ângulo-q na dor patelofemoral: relação com valgo dinâmico de joelho, torque abdutor do quadril, dor e função. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2016;51(2):181-186. doi:10.1016/j.rbo.2015.05.003
83. Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(10):1070-1073. doi:10.1016/j.clinbiomech.2004.07.010
84. Faria AM. *Condromalácia patelar: biomecânica, testes e musculação aplicada ao tratamento*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Autografia Editora; 2020
85. Sanchez HM, Sanchez EG de M, Baraúna MA, Canto RS de T. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta Ortop Bras*. 2014;22(6):325-329. doi:10.1590/1413-78522014220600451
86. Mota RS, Macêdo MC, Corradini S, Patrício NA, Baptista AF, Sá KN. The effect of home exercise on the posture and mobility of people with HAM/TSP: A randomized clinical trial. *Arq Neuropsiquiatr*. 2020;78(3):149-157. doi:10.1590/0004-282X20190169
87. Quintana MSL, Alonso AC, Luna NMS, Silva JP, Lino MHDS, Brech GC, Greve JM DA. Correlation of the sagittal balance with postural analysis of the pelvis and lumbar spine [Internet]. *Acta Ortop Bras*. 2024;32(1). [cited 2025 Jul 2]. Available from: <https://observatorio.fm.usp.br/handle/OPI/76998>
88. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
89. Hirakata VN, Camey SA. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman. *Clin Biomed Res [Internet]*. 2009;29(3):261–268. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/11727>

90. Nunes JSF, Costa MC, Costa Aprigio A, Godoi Filho JR, Ferreira RA. Softwares mais utilizados na fotogrametria para avaliação da postura corporal nos estudos e nos periódicos brasileiros. *Colloq Vitae*. 2014 Dec 20;6(1):34–42.
91. GLANER MF et al. Fotogrametria: Fidedignidade e Falta de Objetividade Na Avaliação Postural. Vol 8. 1st ed. Motricidade; 2012.
92. Zyger LT, Zanardo VPS, Tomicki C. Nutritional profile and lifestyle of patients before and after bariatric surgery. *Sci Med (Porto Alegre)*. 2016;26(3). doi:10.15448/1980-6108.2016.3.23707
93. Lehmann ALF, Valezi AC, Brito EM, Marson AC, Souza JCL. Correlação entre hipomotilidade da vesícula biliar e desenvolvimento de colecistolitíase após operação bariátrica. *Rev Col Bras Cir*. 2006 Sep-Oct;33(5):285–8. doi:10.1590/S0100-69912006000500005.
94. Draper CE, Chew KTL, Wang R, Jennings F, Gold GE, Fredericson M. Comparison of quadriceps angle measurements using short-arm and long-arm goniometers: correlation with MRI. *PM R*. 2011 Feb;3(2):111–6. doi:10.1016/j.pmrj.2010.10.020.
95. Weber P, Castilhos Rodrigues Corrêa E, Milanesi JM, Soares JC, Trevisan ME. Craniocervical posture: cephalometric and biophotogrammetric analysis. *Braz J Oral Sci*. 2012;11(3):416–21. doi:10.20396/bjos.v11i3.8641399.
96. Kuehnappel A, Ahnert P, Loeffler M, Broda A, Scholz M. Reliability of 3D laser-based anthropometry and comparison with classical anthropometry. *Sci Rep*. 2016 May 26;6:26672. doi:10.1038/srep26672.
97. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura A, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Braz J Phys Ther [Internet]*. 2007 Sep-Oct;11(5):411–7. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000500013>.
98. Khasawneh RR, Allouh MZ, Abu-El-rub E. Measurement of the quadriceps(Q)angle with respect to various body parameters in young Arab population. *PLoS One*. 2019;14(6). doi:10.1371/journal.pone.0218387

99. Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008 Dec;16(12):1068–79. doi:10.1007/s00167-008-0643-6.
100. Branco JC, Cabral MAB, Nedel SS. Perfil plantar de indivíduos obesos e sua associação com a dor nos pés. *RBONE – Rev Bras Obes Nutri Emagrec.* 2023;17(108):357–63. Disponível em: <https://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/2251>. Acesso em: 23 de abril de 2024.
101. Messier SP, Pater M, Beavers DP, Legault C, Loeser RF, Hunter DJ, et al. Influences of alignment and obesity on knee joint loading in osteoarthritic gait. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014;22(4): 552-558. doi:10.1016/j.joca.2014.01.013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.



Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP
Grupo de Pesquisa em Doenças Metabólicas, Exercício Físico e Tecnologias em
Saúde - METS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Com o intuito investigar e analisar recursos biomecânicos para investigação de alterações posturais em pacientes com diagnóstico de obesidade, um estudante de pós graduação *stricto sensu* mestrado profissional em Tecnologias em saúde da Escola Baiana de Medicina e Saúde, pretende avaliar os dados de diferentes pacientes adultos que concordem em participar do estudo.

Caso concorde em participar do estudo, você responderá a um questionário contendo perguntas sobre nível de atividade física, relato e frequência de dores articulares. Serão coletadas informações referentes a nome, idade, raça, peso, altura, medidas de circunferência do abdome e quadril e serão feitos exames radiológicos (raio-x) de quadril e joelho, e for fim; uma bateria de testes para avaliar o comportamento da postura e funcionalidade do corpo, todos não-ivasivos. A coleta de dados será realizada no Hospital São Matheus, localizado no centro da cidade de Feira de Santana, sendo que estas coletas serão realizadas em ambiente privado com atendimento individual realizada pelo próprio investigador responsável pela pesquisa. Nenhum tipo de constrangimento deverá ocorrer pela própria natureza da pesquisa onde serão respeitadas as limitações de cada voluntário quando da aplicação dos procedimentos.

Declaramos que toda comunicação com os voluntários será realizada presencialmente na clínica no dia agendado por eles para a consulta médica. Além disso, nenhum dos formulários de coleta será armazenado em ambiente compartilhado, assim como, não utilizaremos de formulários virtuais para coleta de dados de nenhuma natureza.

Sabe-se que existe forte prevalencia de alterações posturais e desequilíbrios funcionais em indivíduos com obesidade, com forte associação a dores articulares. Nesta pesquisa, buscamos validar a acuracia de tecnologias de saúde que permitam avaliar e obter parâmetros de intervenção (direcionamento dos exercícios propostos) que sejam de fácil acesso aos profissionais de educação física e fisioterapia, sem a necessidade da imagem do Raio-x para obter valores angulares, contribuindo assim, para a população de estudo e para os profisisonais inseridos nesse campo de atuação. Não haverá momento em que exigirá dos voluntários realizarem esforço físico, mas por se tratarem de pacientes considerados grupos especiais, haverá um socorrista para qualquer evento adverso. Os benefícios da sua participação neste estudo se refletirão em subsidios para que profissionais, que têm como objeto de estudo a saúde e bem estar do indivíduo, sejam capazes de



desenvolver e aprimorar novos conhecimentos para que possam aplicar e embasar sua área de atuação.

A sua participação é voluntária, não lhe trará qualquer malefício e não interferirá nas suas atividades de vida diária. Em relação aos testes e exames, o avaliador estará atento durante todo o procedimento, ademais, estrategicamente, os protocolos serão aplicados em ambiente com piso antiderrapante, cadeiras ajustadas para atender pacientes com obesidade e feedback constante serão obtidos dos voluntários sobre a sua condição de saúde. Em caso de danos decorrente da participação no estudo, desde que seja comprovado, o voluntário será ressarcido. Além disso, em virtude do tempo prolongado das coletas de dados, os voluntários que desejarem terão direito a um lanche.

Todos os instrumentos preenchidos ficarão sob a responsabilidade do líder dessa pesquisa e serão armazenados em local apropriado (armário com chaves) no Laboratório de Estudos do Movimento (LABEM) da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. A contar da data de preenchimento dos instrumentos, serão armazenados por um período de 5 anos e ao completar esse período serão incinerados.

Nenhum dos instrumentos de coleta constará qualquer identificação dos voluntários da pesquisa, visto que, a única forma de identificação se dará por um número de identificação aleatório. Os seus dados de identificação serão mantidos em sigilo e resguardados para fins de publicações do estudo em revistas científicas especializadas e de relatórios técnicos dirigidos para organizações de saúde e instituições científicas. Mesmo que concorde em participar poderá solicitar desligamento a qualquer momento.

Como forma de retorno aos voluntários da pesquisa iremos agendar uma reunião logo após as análises dos dados, para nesse mesmo momento apresentar e discutir os resultados encontrados, retirar possíveis dúvidas e após o encerramento do estudo para retratar os resultados das avaliações finais. Essas informações serão disponibilizadas no e-mail individual de cada voluntário e a reunião será agendada individualmente por meio de correio eletrônico e como segunda opção por contato telefônico. Pretendemos também, assim que possível, apresentar os resultados dos estudos a todos os participantes e demonstrar as aplicações desses resultados para as rotinas das pessoas.

Segue na próxima página o termo para ser assinado por V. Sa. caso concorde em participar do estudo.



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

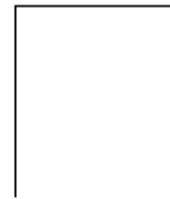
Eu _____ declaro ter sido informado(a) sobre o objetivo do trabalho “**Análise de recursos biomecânicos para investigação de alterações posturais em pacientes com diagnóstico de obesidade**”. Sei que o estudo visa testar a hipótese de que a avaliação por goniometria e biofotogrametria digital podem ter acurácia e confiabilidade elevada quando comparado aos dados do Raio X, para avaliação postural de pacientes obesos. Sei que os meus dados serão mantidos em sigilo, sendo utilizados, resguardando a minha identificação para fins de publicações científicas em revistas especializadas e de relatórios técnicos dirigidos para organizações de saúde e instituições científicas. Além de ter acesso às **informações acima**, tive também a oportunidade de fazer perguntas para saber mais sobre o trabalho.

Este documento constará de duas vias de igual teor e forma, sendo necessário rubricar as páginas e assinar na última via. Declaramos que uma delas ficará em poder do participante da pesquisa.

Feira de Santana, ___/___/___

Assinatura do participante

Assinatura do responsável pela pesquisa



Impressão do dedo polegar
Caso não saiba assinar

Contato: Clarcson Plácido C. dos Santos (Pesquisador)– clarcson@bahiana.edu.br
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública
Rua Silveira Martins, 3386, Cabula.
Segunda-feira de 08 às 12 horas, Coordenação do curso de Educação Física
Tel.: (71) 9110-0648.

ATENÇÃO: Em caso de dúvida e ou denúncia quanto aos seus direitos, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública através do endereço: Av. Dom João VI, nº 274, Brotas. CEP: 40.285-001 - Salvador – BA. Telefone: (71) 2101-1921 / (71) 98383-7127 – E-mail: cep@bahiana.edu.br

APÊNDICE B – Instrumento de coleta de dados.



QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

DADOS PESSOAIS



V1	REGISTRO CENSO (<i>registro</i>):
V2	NOME COMPLETO (<i>nome</i>):
V3	TELEFONE (<i>fone</i>):
V4	E-MAIL (<i>mail</i>):
V5	DATA DE NASCIMENTO (<i>data</i>):
V6	IDADE (<i>idade</i>):
V7	SEXO (<i>sex</i>): FEM <input type="checkbox"/> 0 MASC <input type="checkbox"/> 1 OUTRO <input type="checkbox"/> 2
V8	NATALIDADE (<i>natural</i>): BRASILEIRO <input type="checkbox"/> 0 ESTRANGEIRO <input type="checkbox"/> 1
V9	VOCÊ SE CONSIDERA: (cor) <input type="checkbox"/> preto(a) 0, <input type="checkbox"/> pardo(a) 1, <input type="checkbox"/> branco(a) 2, <input type="checkbox"/> indígena 3, <input type="checkbox"/> amarelo(a) 4
V10	ESTADO CIVIL (<i>estado civil</i>): <input type="checkbox"/> solteiro(a) 0; <input type="checkbox"/> casado (a) 1; <input type="checkbox"/> união estável 2; <input type="checkbox"/> divorciado (a) 3; <input type="checkbox"/> viúvo (a) 4; <input type="checkbox"/> outro 5

SITUAÇÃO DE ESCOLARIDADE, RENDA E PROFISSÃO

V11	GRAU DE ESCOLARIDADE (<i>escolar</i>): Ensino fundamental incompleto <input type="checkbox"/> 0 Ensino fundamental completo <input type="checkbox"/> 1 Ensino médio incompleto <input type="checkbox"/> 2 Ensino médio completo <input type="checkbox"/> 3 Ensino superior incompleto <input type="checkbox"/> 4 Ensino superior completo <input type="checkbox"/> 5 Pós-graduação <input type="checkbox"/> 6
V12	TRABALHA (<i>trabalha</i>): NÃO <input type="checkbox"/> 0 SIM <input type="checkbox"/> 1
V13	RENDA FAMILIAR MENSAL (<i>renda familiar</i>): Menos de R\$ 1.000 <input type="checkbox"/> 1 R\$ 1.000 - R\$ 3.000 <input type="checkbox"/> 2 R\$ 3.001 - R\$ 6.000 <input type="checkbox"/> 3 R\$ 6.001 - R\$ 10.000 <input type="checkbox"/> 4 R\$ 10.001 - R\$ 15.000 <input type="checkbox"/> 5 R\$ 15.001 - R\$ 20.000 <input type="checkbox"/> 6 Mais de R\$ 20.000 <input type="checkbox"/> 7

SITUAÇÃO DE MORADIA

V14	QUAL CIDADE VOCÊ MORA? (<i>cidade atual</i>): FEIRA DE SANTANA <input type="checkbox"/> 0
-----	--

	SALVADOR/CAPITAL <input checked="" type="checkbox"/>)1 OUTRA CIDADE <input checked="" type="checkbox"/>)2
V15	SITUAÇÃO DE MORADIA <i>(residência)</i> : <input checked="" type="checkbox"/>) Própria 0 <input checked="" type="checkbox"/>) Alugada 1 <input checked="" type="checkbox"/>) Cedida 2 <input checked="" type="checkbox"/>) Outro (especifique) 3
V16	VOCÊ OU ALGUÉM DE SUA FAMÍLIA TEM ALGUMA DEFICIÊNCIA FÍSICA OU DE MOBILIDADE? <i>(deficiência)</i> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>)0 SIM <input checked="" type="checkbox"/>)1

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA*

V17	VOCÊ COSTUMA FAZER EXERCÍCIOS FÍSICOS? <i>(exercício)</i> Não <input checked="" type="checkbox"/>)0 Sim <input checked="" type="checkbox"/>)1
V18	QUAL EXERCÍCIO FÍSICO VOCÊ PRÁTICA? <i>(tipos)</i> Musculação <input checked="" type="checkbox"/>)0 Natação <input checked="" type="checkbox"/>)1 Caminhada <input checked="" type="checkbox"/>)2 corrida <input checked="" type="checkbox"/>)3 Crossfit <input checked="" type="checkbox"/>)4 outro _____ <input checked="" type="checkbox"/>)5 Não se aplica <input checked="" type="checkbox"/>)888
V19	QUAL A DURAÇÃO MÉDIA DAS SUAS SESSÕES DE ATIVIDADE FÍSICA? (EM MINUTOS) <i>(tempo)</i> _____ NÃO SE APLICA <input checked="" type="checkbox"/>)888
V20	QUAL A FREQUÊNCIA SEMANAL DE SUAS SESSOES DE ATIVIDADE FÍSICA? (EM DIAS) <i>(frequência)</i> 1x semana <input checked="" type="checkbox"/>)0 2x semana <input checked="" type="checkbox"/>)1 3x semana <input checked="" type="checkbox"/>)2 4x semana <input checked="" type="checkbox"/>)3 5x semana <input checked="" type="checkbox"/>)4 6x semana <input checked="" type="checkbox"/>)5 7x semana <input checked="" type="checkbox"/>)6 Não Se Aplica <input checked="" type="checkbox"/>)888

DOR ARTICULAR E MUSCULAR AO LONGO DO DIA

V21	VOCÊ EXPERIMENTA DOR ARTICULAR OU MUSCULAR NO SEU DIA A DIA? <i>(dor)</i> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>)0 SIM <input checked="" type="checkbox"/>)1
V22	SENDO POSITIVO, A DOR É PRESENTE EM QUAL DESSES LOCAIS? <i>(local)</i> Lombar <input checked="" type="checkbox"/>)0 Tórax <input checked="" type="checkbox"/>)1 Cervical <input checked="" type="checkbox"/>)2 Ombros <input checked="" type="checkbox"/>)3 Quadril <input checked="" type="checkbox"/>)4 Joelhos <input checked="" type="checkbox"/>)5 Outro _____ <input checked="" type="checkbox"/>)6 Não se aplica <input checked="" type="checkbox"/>)888

V23	<p>SE SIM, DESCREVA A INTENSIDADE DA DOR DE ACORDO COM A ESCALA ABAIXO (interpretar)</p> <p>ESCALA VISUAL ANALÓGICA - EVA</p> <p>RESULTADO: _____ NÃO SE APLICA <input checked="" type="checkbox"/> 888</p>

HISTÓRICO DE SAÚDE E DOENÇA

V24	<p>HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ ESTAVA CIENTE DE SEU PROBLEMA DE OBESIDADE? (tempo saber)</p> <p>INFANCIA <input checked="" type="checkbox"/> 0 FASE ADULTA <input checked="" type="checkbox"/> 1 NÃO SEI INFORMAR <input checked="" type="checkbox"/> 2</p>
V25	<p>VOCÊ JÁ TENTOU OUTRAS FORMAS DE TRATAMENTO PARA A OBESIDADE ANTES DA CIRURGIA? (outras tentativas)</p> <p>NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input checked="" type="checkbox"/> 1</p>
V26	<p>SE SIM, IDENTIFIQUE-OS (outras tentativas)</p> <p>DIETAS <input checked="" type="checkbox"/> 0 EXERCÍCIOS <input checked="" type="checkbox"/> 1 MEDICAMENTOS <input checked="" type="checkbox"/> 2 OUTROS <input checked="" type="checkbox"/> 3 NÃO SE APLICA <input checked="" type="checkbox"/> 888</p>
V27	<p>VOCÊ FOI DIAGNOSTICADO COM OUTRAS CONDIÇÕES MÉDICAS ANTES DA CIRURGIA? (outras doenças)</p> <p>NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input checked="" type="checkbox"/> 1</p>
V28	<p>SE SIM, RELATE QUAIS SÃO (listar outras doenças):</p> <p>DIABETES <input checked="" type="checkbox"/> 0 HIPERTENSÃO <input checked="" type="checkbox"/> 1 APNEIA DO SONO <input checked="" type="checkbox"/> 2 OUTRAS <input checked="" type="checkbox"/> 3 NÃO SE APLICA <input checked="" type="checkbox"/> 888</p>
V29	<p>VOCÊ JÁ FEZ CIRURGIAS ABDOMINAIS OU BARIÁTRICAS NO PASSADO? (cirurgia apt)</p> <p>NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input checked="" type="checkbox"/> 1</p>
V30	<p>VOCÊ FUMA ATUALMENTE? (tabagismo)</p> <p>NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input checked="" type="checkbox"/> 1</p>
V31	<p>SE SIM, QUANTOS CIGARROS VOCÊ FUMA POR DIA? (outras cigarros/dia)</p> <p>Unidades _____</p> <p>NÃO SE APLICA <input checked="" type="checkbox"/> 888</p>
V32	<p>VOCÊ CONSUME ALCÓOL REGULARMENTE (SIM/NÃO)? (consumo álcool)</p> <p>NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input checked="" type="checkbox"/> 1</p>
V33	<p>SE SIM, COM QUE FREQUÊNCIA? (frequência)</p> <p>1x semana <input checked="" type="checkbox"/> 0 2x semana <input checked="" type="checkbox"/> 1 3x semana <input checked="" type="checkbox"/> 2 4x semana <input checked="" type="checkbox"/> 3 5x semana <input checked="" type="checkbox"/> 4</p>

	6x semana <input checked="" type="checkbox"/> 5 7x semana <input checked="" type="checkbox"/> 6 Não Se Aplica <input type="checkbox"/> 888
V34	VOCE JÁ TEVE COMPLICAÇÕES RELACIONADAS À OBESIDADE, COMO DOENÇAS CARDÍACAS, DERRAME OU PROBLEMAS ARTICULARES? (<i>complicação obes</i>) NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input type="checkbox"/> 1
V35	EM CASO POSITIVO, QUAL? (<i>listar problemas obes</i>) DOENÇAS CARDÍACAS <input checked="" type="checkbox"/> 0 DERRAME <input type="checkbox"/> 1 PROBLEMAS ARTICULARES <input type="checkbox"/> 2 <u>DIABETES</u> <input checked="" type="checkbox"/> 3 Não Se Aplica <input type="checkbox"/> 888
V36	VOCE JÁ FOI DIAGNOSTICADO COM DEPRESSÃO OU TRANSTORNOS DE ANSIEDADE? (<i>depressão ansiedade</i>) NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input type="checkbox"/> 1
V37	SE SIM, RECEBEU TRATAMENTO MEDICAMENTOSO OU TERAPIA? (<i>terapia depressão ansiedade</i>) TERAPIA <input type="checkbox"/> 0 MEDICAMENTO <input type="checkbox"/> 1 OS DOIS <input type="checkbox"/> 2 Não Se Aplica <input type="checkbox"/> 888
V38	VOCE TEVE HISTÓRICO DE ABUSO DE SUBSTÂNCIAS (ÁLCOOL, DROGAS) NO PASSADO NÃO <input checked="" type="checkbox"/> 0 SIM <input type="checkbox"/> 1-2 (<i>abuso substâncias</i>)
V39	SE SIM, DESCREVA BREVEMENTE O TRATAMENTO QUE RECEBEU. (<i>descreva abuso substâncias</i>) TERAPIA <input type="checkbox"/> 0 MEDICAMENTO <input type="checkbox"/> 1 OS DOIS <input type="checkbox"/> 2 OUTROS _____ <input type="checkbox"/> 3 Não Se Aplica <input type="checkbox"/> 888
V40	COMO VOCÊ AVALIARIA SUA QUALIDADE DE VIDA ANTES DE OPTAR PELA CIRURGIA BARIÁTRICA EM UMA ESCALA DE 1 A 10, SENDO 1 A PIOR QUALIDADE DE VIDA POSSÍVEL E 10 A MELHOR QUALIDADE DE VIDA POSSÍVEL? (<i>esc. qual. vida antes</i>) RESP:
V41	PENSANDO EM UMA PREVISÃO PÓS CIRÚRGICA, COMO VOCÊ <u>AVALIARIA SUA</u> FUTURA QUALIDADE DE VIDA APÓS A CIRURGIA BARIÁTRICA, SE APLICÁVEL, EM UMA ESCALA DE 1 A 10? (<i>esc. qual. vida depois</i>) RESP:

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

V42	Altura (em centímetros) (<i>altura</i>):
V43	Peso (em quilogramas) (<i>peso</i>):
V44	Circunferência da Cintura menor perimetro (em centímetros) (<i>circun. cintura menor</i>):
V45	Circunferência Abdominal (em centímetros) (<i>circun. abd.</i>):

RAIO X E BIOFOTOGRAMETRIA

V46	Raio x Ângulo Q perna direita (<i>raioq</i>)
V47	Classificação Ângulo Q Raio x (<i>class_raio_x</i>)
V48	Fotogrametria AV1 (foto_av1)
V49	Classificação Fotogrametria AV1 (classfoto_av1)
V50	Fotogrametria AV2 (foto_av2)
V51	Classificação Fotogrametria AV2 (classfoto_av2)

DADOS GERAIS DO PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO

V52	Data do preenchimento do Questionário (<i>datapreen</i>)
V53	Data da assinatura do consentimento livre e esclarecido (<i>datapconsent</i>): / /
V54	Este formulário foi preenchido por (<i>usforID</i>): _____
V55	Este formulário foi conferido por (<i>confID</i>): _____

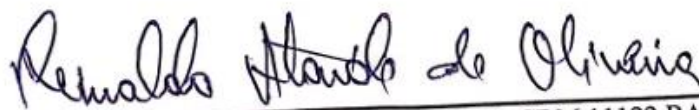
APÊNDICE C. Carta de Anuência do Hospital São Matheus

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos o pesquisador João Henrique Cerqueira Barros a desenvolver o projeto de pesquisa “**Análise de recursos biomecânicos para investigação de alterações posturais em pacientes com diagnóstico de obesidade**”, que está sob a orientação do Prof. Dr. Clarkson Plácido Conceição dos Santos, cujo objetivo será testar a hipótese de que os processos avaliativos goniometria e biofotogrametria digital podem ter acurácia e confiabilidade elevada quando comparado aos dados do Raio X (padrão-ouro), para avaliação postural de pacientes obesos, que serão submetidos à cirurgia bariátrica no Hospital São Matheus.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.


Feira de Santana, julho de 2023.



REINALDO ATAÍDE DE OLIVEIRA CRM 11122 BA
Médico Cirurgião Bariátrico

ANEXOS

ANEXO 1. Artigo submetido ao Periódico Bodywork Movement Therapies

 Outlook

Confirm co-authorship of submission to Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics

De em.jmpt.73d.956cdf.cfc25f39@editorialmanager.com
<em.jmpt.73d.956cdf.cfc25f39@editorialmanager.com>
em nome de
Claire Johnson, DC, MEd, PhD <em@editorialmanager.com>

Data Qui, 14/08/2025 22:45

Para JOÃO HENRIQUE CERQUEIRA BARROS <joaobarros.pos@bahiana.edu.br>

[Geralmente, você não obtém emails de em@editorialmanager.com. Saiba por que isso é importante em <https://aka.ms/LearnAboutSenderIdentification>]

*This is an automated message. *

Journal: Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics

Title: VALIDITY AND RELIABILITY OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY FOR MEASURING THE KNEE Q ANGLE IN PEOPLE WITH OBESITY

Corresponding Author: Dr Clarson Plácido Conceição dos Santos

Co-Authors: João Henrique Cerqueira Barros; Ana Gabriela Terencio de Sousa; Josias Melo Leite; Lucas Antônio Jesus de Souza; Lélia Lessa Teixeira Pinto; Eric Simas Bomfim; Luiz Alberto Bastos de Almeida
Manuscript Number:

Dear João Henrique Cerqueira Barros,

Dr Clarson Plácido Conceição dos Santos submitted this manuscript via Elsevier's online submission system, Editorial Manager, and you have been listed as a Co-Author of this submission. Elsevier asks Co-Authors to confirm their consent to be listed as Co-Author and track the papers status. In order to confirm your connection to this submission, please click here to confirm your co-authorship:

<https://www.editorialmanager.com/jmpt/1.asp?i=154417&l=VRZ3PJR6>

If you have not yet registered for the journal on Editorial Manager, you will need to create an account to complete this confirmation. Once your account is set up and you have confirmed your status as Co-Author of the submission, you will be able to view and track the status of the submission as it goes through the editorial process by logging in at <https://www.editorialmanager.com/jmpt/>. If you did not co-author this submission, please contact the Corresponding Author directly at clarson@bahiana.edu.br

Thank you,

Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics

More information and support

FAQ: What is Editorial Manager Co-Author registration?

https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/28460/supporthub/publishing/kw/co-author+editorial+manager/

Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics
VALIDITY AND RELIABILITY OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY FOR MEASURING
THE KNEE Q ANGLE IN PEOPLE WITH OBESITY
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	JMPT-D-25-00244
Article Type:	Original Research
Section/Category:	Validity Study
Keywords:	Obesity; Q angle; Photogrammetry; Postural assessment; Radiography; Reliability
Corresponding Author:	Clarcson Plácido Conceição dos Santos, Ph.D. Bahiana School of Medicine and Public Health BRAZIL
First Author:	João Henrique Cerqueira Barros
Order of Authors:	João Henrique Cerqueira Barros Ana Gabriela Terencio de Sousa Josias Melo Leite Lucas Antônio Jesus de Souza Lélia Lessa Teixeira Pinto Eric Simas Bomfim Luiz Alberto Bastos de Almeida Clarcson Plácido Conceição dos Santos
Abstract:	<p>Objective</p> <p>Evaluate the accuracy of digital photogrammetry compared to radiography in measuring the Q angle in individuals with obesity and assess the inter-rater reliability of the photogrammetric technique.</p> <p>Methods</p> <p>Forty-nine individuals eligible for bariatric surgery underwent Q angle measurement through radiography (scannometry) and digital photogrammetry. Two independent evaluators analyzed the photogrammetric images. The analysis included Intraclass Correlation Coefficient (ICC), paired t-test, Spearman correlation, linear regression and ROC curves.</p> <p>Results</p> <p>Digital photogrammetry demonstrated excellent inter-rater reliability (ICC = 0.960). However, it showed low agreement with the radiographic values (ICC = 0.344), with a mean difference of -6,53° (p<0.001), indicating systematic underestimation by radiography. The ROC analysis revealed excellent diagnostic accuracy for photogrammetry (AUC = 0.959) and low accuracy for radiography (AUC = 0.422).</p> <p>Conclusion</p> <p>Digital photogrammetry demonstrated to be a reliable and precise method for assessing the Q angle in individuals with obesity. Although it should not replace the radiography, it presents itself as a promising complementary tool in clinical settings with limited resources.</p>

Cover Letter

Salvador-Bahia, August 3, 2025

Editor-in-Chief

Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics

Dear Editor,

On behalf of all co-authors, I am pleased to submit the manuscript entitled "**Validity and Reliability of Digital Photogrammetry for Measuring the Knee Q Angle in People with Obesity**" for consideration for publication in the *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*.

This study aimed to evaluate the accuracy of digital photogrammetry in comparison to radiography for measuring the Q angle in individuals with obesity, and to assess the inter-rater reliability of the photogrammetric technique. Given the increasing prevalence of obesity and the clinical importance of biomechanical assessments in this population, we believe that this investigation offers original and relevant contributions, especially for professionals in physiotherapy, rehabilitation, and musculoskeletal assessment.

The findings revealed that **digital photogrammetry has excellent inter-rater reliability (ICC = 0.960)**, confirming its consistency across evaluators. Despite the **low agreement with radiographic values (ICC = 0.344)** and a systematic underestimation by radiography, the **ROC curve analysis highlighted the superior diagnostic performance of photogrammetry (AUC = 0.959)**. These results support digital photogrammetry as a **reliable, precise, and accessible method**, particularly valuable in clinical settings with limited access to radiological equipment.

We emphasize the **novelty and relevance** of this study, which— to the best of our knowledge — is the first to explore the use of digital photogrammetry for Q angle assessment specifically in individuals with obesity, using rigorous statistical methods including ICC, paired t-tests, Spearman correlation, linear regression, and ROC curve analyses.

We confirm that this manuscript is **not under consideration by any other journal** and that **all authors have read and approved the final version** of the manuscript for submission.

We appreciate your time and consideration and hope that our work aligns with the scientific standards and interests of your esteemed journal.

Sincerely,

Clarcson Plácido, PhD

Corresponding Author and Lead Researcher
Bahiana School of Medicine and Public Health

Title Page Form and Submission Checklist

Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics

Submission Checklist

	Required at initial submission for all	Required at initial submission - as relevant
X	Cover letter	Ethics approval/exemption letter for human/animal studies
X	Title page form	Signed permission to acknowledge form (if acknowledgements)
X	Signed copyright form for each author	Permission to reprint (if reprinted tables or figures)
X	Conflict/Disclosure of interest form for each author	Include call outs for figures and tables in text (if present)
X	Use AMA manual of style for text and references	Uses reporting guideline (eg. CONSORT, PRISMA, etc)
X	Correct use of English (spelling, grammar, syntax)	
X	Structured abstract	
	Recommendations for 3 peer reviewers name and emails	

Title Page Form

TOPIC	INSTRUCTIONS	Fill in information here
Article Title	Accurate, succinct, uses key words. No declarative statements. No questions. Include variables, who/what was studied, and research design.	Validity and Reliability of Digital Photogrammetry for Measuring the Knee Q Angle in People with Obesity
Corresponding author information	- First name, middle initial, last (family) name - Email address - Postal mailing address	Clarcsom P. C. dos Santos Email: clarcsom@bahiana.edu.br Address: Alameda dos Bosques, 836, Edif. Jatobá, Apt 2701, Horto Bela Vista, Salvador-Bahia-Brasil, 41098-010
MeSH terms/keywords	Only use terms found here https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh	Obesity, Q angle, Photogrammetry, Postural assessment, Radiography, Reliability.
Running head	Short title. 40 letters maximum	Digital Photogrammet - Knee Q Angle in Obesity
Words in abstract	How many words (should be no more than 250)	163
Words in text	How many words (do not count abstract, table/figure, or references)	3214
Practical Applications	Summarize the practical <i>findings</i> of the study in 3 to 5 short sentences. Use complete sentences.	Digital photogrammetry showed excellent inter-rater reliability in measuring the Q angle in individuals with obesity. Radiography systematically underestimated Q angle values compared to photogrammetry. Agreement between the two methods was low, indicating they are not interchangeable. Photogrammetry demonstrated excellent diagnostic accuracy, outperforming radiography in detecting Q angle alterations. The method is a viable complementary tool in clinical settings with limited resources, though not a replacement for radiography.
If human subjects or animals	Name of Research Ethics Committee or equivalent.	Ethics Committee in Research Involving Human Beings of the Bahiana School of Medicine and Public Health
If a clinical trial	Clinical trial registration number, web address.	Does not apply
If acknowledgements	List full name and how each person contributed.	André Neves: marked angle Q on the x-ray and sent the angular measurements George Neves: checked the markings and helped Dr. André Neves with the confirmation of the anatomical points Washington Fluminense: radiology technician who performed the scanometry
If previously published figures or tables	List what is being reprinted and source.	Does not apply
If study received funding or support	Entity, description, number of grant/funding.	Does not apply
AUTHOR INFORMATION		Provide correct author order at time of submission. Order changes after submission are subject to approval.
Contributorship - Only use author initials eg. John Frank Smith = JFS		
<i>Concept development</i> (provided idea for the research)		JHCB; CPCS
<i>Design</i> (planned the methods to generate the results)		JHCB; CPCS; LLTP; LABA
<i>Supervision</i> (oversight, organization and implementation)		JHCB; AGTS
<i>Data collection/processing</i> (experiments, organization, or reporting data)		JHCB; ESB; CPCS
<i>Analysis/interpretation</i> (analysis, evaluation, presentation of results)		JHCB; CPCS
<i>Literature search</i> (performed the literature search)		JHCB; JML; LAJS
<i>Writing</i> (responsible for writing a substantive part of the manuscript)		JHCB; JML; LAJS
<i>Critical review</i> (revised manuscript for intellectual content)		CPCS; LLTP; AGTS; ESB; LABA
<i>Other</i> (list other specific novel contributions)		

First author Given / First name and middle initial	João Henrique
Family / Last name	Cerqueira Barros
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Postgraduate student
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	joaobarros.pos@bahiana.edu.br
Second author Given / First name and middle initial	Ana Gabriela
Family / Last name	Terencio de Sousa
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Graduate student
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	anagsousa21.2@bahiana.edu.br
Third author Given / First name and middle initial	Josias
Family / Last name	Melo Leite
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Master's degree
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	nino.melo@outlook.com
Fourth author Given / First name and middle initial	Lucas Antônio
Family / Last name	Jesus de Souza
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Postgraduate student
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	lucassouza@bahiana.edu.br
Fifth author Given / First name and middle initial	Lélia
Family / Last name	Lessa Teixeira Pinto
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Ph.D.
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	leliapinto@bahiana.edu.br
Sixth author Given / First name and middle initial	Eric
Family / Last name	Simas Bomfim
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Postgraduate student
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	eric_s_bomfim@hotmail.com
Seventh author Given / First name and middle initial	Luiz Alberto
Family / Last name	Bastos de Almeida
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Master's degree
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	lulalong1000@yahoo.com.br
Eighth author Given / First name and middle initial	Clarcson
Family / Last name	Plácido Conceição dos Santos
Highest academic and professional degrees. Do not include certifications.	Ph.D.
Name of department(s) and institution(s)	Bahiana School of Medicine and Public Health
Location (city, state/region, country)	Salvador - Bahia - Brazil
Email address	clarcson@bahiana.edu.br

VALIDITY AND RELIABILITY OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY FOR MEASURING THE KNEE Q ANGLE IN PEOPLE WITH OBESITY

Objective Evaluate the accuracy of digital photogrammetry compared to radiography in measuring the Q angle in individuals with obesity and assess the inter-rater reliability of the photogrammetric technique.

Methods Forty-nine individuals eligible for bariatric surgery underwent Q angle measurement through radiography (scannometry) and digital photogrammetry. Two independent evaluators analyzed the photogrammetric images. The analysis included Intraclass Correlation Coefficient (ICC), paired t-test, Spearman correlation, linear regression and ROC curves.

Results Digital photogrammetry demonstrated excellent inter-rater reliability (ICC = 0.960). However, it showed low agreement with the radiographic values (ICC = 0.344), with a mean difference of $-6,53^\circ$ ($p < 0.001$), indicating systematic underestimation by radiography. The ROC analysis revealed excellent diagnostic accuracy for photogrammetry (AUC = 0.959) and low accuracy for radiography (AUC = 0.422).

Conclusion Digital photogrammetry demonstrated to be a reliable and precise method for assessing the Q angle in individuals with obesity. Although it should not replace the radiography, it presents itself as a promising complementary tool in clinical settings with limited resources.

Keywords: Obesity, Q angle, Photogrammetry, Postural assessment, Radiography, Reliability.

1 Introduction

Body posture refers to the static and dynamic organization of the musculoskeletal structures in relation to the action of gravity, being determined by biomechanical, neuromuscular and morphological factors,¹⁻³ since postural changes can compromise the distribution of joint loads, favor pain conditions and negatively impact functionality.⁴⁻⁶ In individuals with obesity, these changes are even more prevalent, due to excess body mass and redistribution of the center of gravity, resulting in a mechanical overload and higher risk of musculoskeletal dysfunctions.⁷⁻¹¹

Besides from the metabolic and cardiovascular repercussions of obesity,^{12,13} there is a growing concern regarding the structural and functional changes of the musculoskeletal system in obese individuals, specially about postural alignment.^{8,10,14} Studies show a correlation between obesity, musculoskeletal pain and reduced functional capacity, highlighting the importance of valid and reliable postural assessment methods in this population.^{9,15,16}

Among the assessment methods to analyze the postural alignment, there is the radiography, which is considered the gold standard. However, it is an expensive method, requires specialized technical expertise and involves exposure to ionizing radiation, limiting its large-scale applicability.¹⁷

In light of these conditions, alternative and non-invasive methods have been proposed for postural evaluation, with emphasis to digital photogrammetry. This technique involves the analysis of two-dimensional images captured by a digital camera, allowing for angular measurements in specific programs based on

superficial anatomical markers.¹⁸⁻²¹ Studies have demonstrated its intra and inter-rater reliability, as well as its operational feasibility in environments with limited resources.²²

Nevertheless, the accuracy of digital photogrammetry compared to radiography is still underexplored in individuals with obesity, considering the anthropometric and structural particularities of this population, such as the accumulation of adipose tissue, which may difficult the identification of anatomic points,²³ making it necessary to investigate the validity of this method. Therefore, this study aims to compare digital photogrammetry with radiographic examination for the assessment of the Q angle in obese patients, with the goal of expanding clinical tools for postural evaluation.

2 Methodology

2.1 Study design

This is an observational cross-sectional study, in which the final sample consisted of 49 volunteers attending the bariatric surgery clinic at Hospital São Matheus, in the city of Feira de Santana (BA), during the period of April to September 2024. The sample was selected by convenience and composed of volunteers diagnosed with obesity (BMI > 30 kg/m²), with participants aged ≥ 18 years old, who were elective candidates for gastric by-pass surgery. As an inclusion criterion, participants had to be in the pre-operative phase of bariatric surgery and, in the case of women, they could not be pregnant. The research protocol for this study was approved by the Ethics Committee in Research Involving Human Beings of the Bahiana School of Medicine and Public Health

(EBMSP-BA), in accordance with opinion n° 6459816 and CAAE 71658323.0.0000.5544, in compliance with the ethical guidelines established by Resolution n° 466/2012 of the National Health Council, which regulates research involving human beings in Brazil.

2.2 Procedure

The Q angle or quadriceps angle is an angular measure based on the reading between two lines; one starting at the anterior superior iliac spine (ASIS) and the other extending from the tibial tuberosity, both intersecting at the center of the patella. The importance of the Q angle lies in its relation to knee stability and alignment,²⁴ as an excessive increase in this angle can generate a laterally force vector, an increasing tension on the patellofemoral joint and a predisposing to dysfunctions such as patellofemoral pain syndrome and patellar instability.^{24,25}

To evaluate the Q angle through X-ray, each participant in the study underwent a radiographic examination called scannometry. Instructed by a radiology technician, they were guided from positioning on the machine to the image capture, which was performed with the individuals in an orthostatic position, with their feet parallel, aligned and barefoot, and with the load equally distributed between the lower limbs. The X-ray incidence was anteroposterior (AP), covering the entire length of the lower limbs, from the pelvis to the feet. Due to the participants high body mass and the need to accommodate the physical space of the room and the positioning of the equipment, only images of the right side of all volunteers were obtained. The equipment used was the High-Frequency Radiological Unit HF500M | HF630M (*Lotus Healthcare*, Pato Branco,

Paraná, Brazil, 2021). The measurement of the Q angle was performed with the help of the MicroDicom Viewer software (MicroDicom Ltd., Sófia, Bulgária, 2023).

2.3 Data analysis

Descriptive analysis was performed on the sociodemographic, anthropometric and clinical variables, with absolute and relative frequency distributions for categorical variables, and means and standard deviations for continuous variables. To assess the inter-rater reliability between the two observers in measuring the Q angle via photogrammetry, the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was used, with a bidirectional mixed-effects model, with definition of absolute agreement. The interpretation followed the criteria proposed by Koo and Li (2016): ICC \geq 0.90 (excellent), between 0.75 and 0.89 (good), between 0.50 and 0.74 (moderate) and $<$ 0.50 (low reliability).²⁶

The agreement between the methods (photogrammetry and radiography) was assessed using the paired Student's t-test, considering the application of both methods on the same individual. In addition, the Bland-Altman graphical analysis was performed to check the magnitude of the individual discrepancy and the systematic bias between the techniques, with the limits of agreement defined by the mean of the differences \pm 1.96 times the standard deviation.²⁷

Additionally, a correlation analysis was performed between the values obtained by the photogrammetry and the X-ray exam, considered the gold standard. The correlation was assessed using the Spearman coefficient due to the non-normal distribution of the data.²⁸ To check the linear association between

the methods, simple linear regression was applied. Furthermore, the diagnostic accuracy of photogrammetry was analyzed in relation to X-ray using the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve, with the calculation of sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV).²⁹

Finally, multiple linear regression analysis was performed to verify whether variables such as body mass index (BMI) and abdominal circumference influenced the variability of the results between the methods.

3 Results

The study was composed by 49 participants, predominantly female (65.3%), with highest concentration in the age group between 40 and 49 years old (40.8%) and the most frequent educational level was corresponding to completed higher education (36.7%). The majority reported experiencing pain (89.8%), were engaged in some form of regularly physical activity (51.0%) and were diagnosed with obesity class III. Regarding self-declared color/race there was a predominance of participants identifying as brown (51.0%), followed by black (24.5%) and white (24.5%), with no records of indigenous or asian participants. The socialbehavioral characteristics are detailed in Table 1.

Table 1. Distribution of the sociobehavioral characteristics of the sample (n=49).

VARIABLES	n	%
Gender		
Female	32	65.3
Male	17	34.7

Age Group (years)

18-29	4	8.2
30-39	12	24.5
40-49	20	40.8
≥50	13	26.5

Race, Ethnicity and Color

Brown	25	51.0
Black	24,5	12
White	24,5	12
Indigenous	0	0
Asian	0	0

Education

High school incomplete	3	6.1
High school complete	12	24.5
Higher education incomplete	5	10.2
Higher education complete	18	36.7
Postgraduate	11	22.4

Employment

No	10	20.4
Yes	39	79.6

Physical exercise practice

No	24	49.0
Yes	25	51.0

Presence of joint pain

No	5	10.2
Yes	44	89.8

The anthropometric and clinical characteristics of the participants, obtained through measurements of body mass index (BMI), waist circumference, abdominal circumference and self-reported pain intensity are presented in Table 2, along with the respective mean values and standard deviations.

Table 2. Characterization of the sample, according to anthropometric data and pain intensity.

VARIABLES	MEAN	STANDARD DEVIATION
BMI (kg/m ²)	42.8	3.2
Waist circumference (cm)	117.8	13.9
Abdominal circumference (cm)	130.3	15.1
Pain intensity (EVA - 0 to 10)	6.8	1.2

BMI = Body Mass Index, calculated by the ratio between weight (kg) and the square of height (m²).
Reference values for BMI (WHO, 2000): Underweight: BMI < 18.5; Normal weight: 18.5 ≤ BMI < 24.9; Overweight: 25.0 ≤ BMI < 29.9; Obesity class I: 30.0 ≤ BMI < 34.9; Obesity class II: 35.0 ≤ BMI < 39.9; Obesity class III: BMI ≥ 40.0

The inter-rater agreement for measuring angles in degrees through photogrammetry was evaluated using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), with a bidirectional mixed-effects model (people as random effect, and measurements as fixed effect), with absolute agreement defined. The results indicated an ICC for single measures of 0.960 (IC 95%: 0.820 – 0.985), demonstrating an excellent inter-rater reliability. The F-test (F=80.143; p<0.001) confirmed that the ICC is significantly different from zero, reinforcing the consistency between the assessments.

The paired t-test compared the values obtained by radiography and photogrammetry, aiming to analyze the agreement between the methods. The observed mean difference was -6.53 degrees (standard deviation [SD] 4.94; [IC: -7.95 to -5.11], $p < 0.001$), indicating that, on average, the measurement obtained by radiography underestimates the values in relation to photogrammetry.

The standard deviation of the differences was 4.94 degrees, reflecting some variability among participants in the discrepancy between the two methods. The standard error of the mean was 0.71, indicating good precision in estimating the mean difference. The 95% confidence interval for the mean difference ranged from -7.95 to -5.11 degrees, confirming that, with high confidence, radiography tends to present lower values than photogrammetry. The t-statistic was -9.25 with 48 degrees of freedom, and the significance value ($p < 0.001$) shows that the difference is statistically significant, meaning it did not occur by chance. These results reinforce the existence of a systematic difference between the evaluation methods used.

In addition to the t-test, the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was also calculated to assess the reliability between the two measurements. The ICC value for single measures was 0.344, indicating low to moderate reliability between the techniques. Furthermore, the 95% confidence interval for the ICC was wide (from -0.097 to 0.658) and included negative values, demonstrating statistical uncertainty regarding the consistency of the measurements between the methods. These results suggest that, although statistically significant (IC: -0.097 to 0.658); $p < 0.001$), the methods do not show strong agreement.

To assess the agreement between the Q angle values obtained by photogrammetry and radiography, a graphical representation of the difference between the methods was used through the Bland-Altman graphic (Mancini 2001; GLANER 2012). A mean difference of -6.5 degrees was observed, indicating a systematic tendency of underestimation by the radiographic method. The limits of agreement, defined by the mean plus and minus 1.96 times the standard deviation of the differences, ranged from +3.2 to -16.2 degrees. These results reveal considerable variations between the techniques, with relevant implications for the interpretation of clinical equivalence between the methods. The dashed line at zero, representing the ideal of perfect agreement, was consistently exceeded, reinforcing the discrepancy between the two assessment instruments (Figure 1).

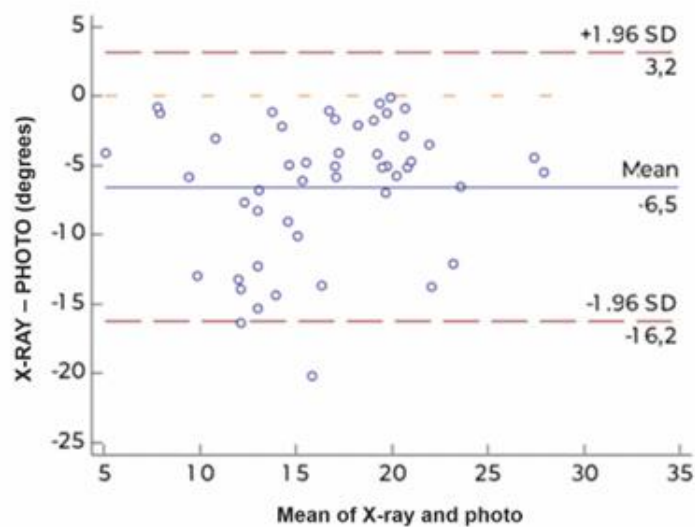


Figure 1. Difference in Q angle values between photogrammetry and X-ray in individuals with obesity

In order to verify the association between the Q angle values obtained by the two methods, the Spearman correlation coefficient was applied, due to the non-normal data distribution. The results indicated a moderate positive correlation between the two techniques ($r_s = 0.595$; $p < 0.001$), suggesting that, although there is an association between the methods, this relationship is not strong enough to infer equivalence.

This finding reinforces that, as the values obtained by photogrammetry increase, the values obtained by radiography also tend to increase, although in a non-linear manner and with considerable variability. The statistical significance ($p < 0.001$) indicates that this correlation did not occur by chance, but the moderate strength of the association suggests the methods are not interchangeable. Therefore, while photogrammetry may show a similar trend to radiography in identifying postural patterns, it still lacks the precision needed to replace the gold standard in diagnostic contexts.

The ROC (Receiver Operating Characteristic) curve analysis was used to evaluate the discriminative capacity of the methods in the distinguishing between individuals with and without postural alterations, using a radiography as reference.

For the photogrammetric method, the area under the curve (AUC) was 0.959 (standard error = 0.030; IC 95%: 0.901 – 1.000; $p < 0.001$), indicating excellent diagnostic accuracy. These results demonstrate high sensitivity and specificity of photogrammetry for identifying individuals with an altered Q angle, with statistically significant performance. The AUC close to 1.0 reinforces the

potential of the technique as a screening or monitoring tool in clinical settings with limited resources. The following graphic illustrates the performance of the photogrammetric method based on the ROC curve (Figure 2).

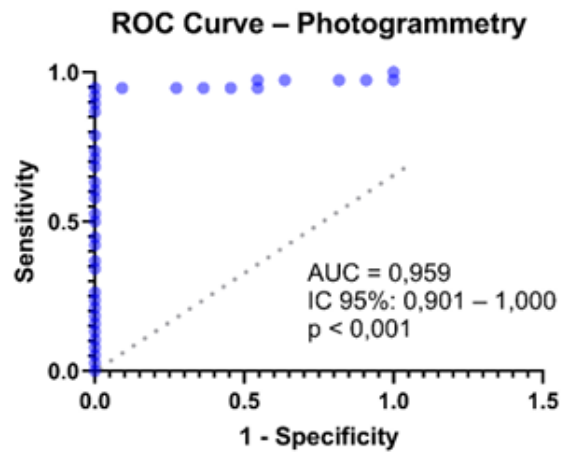


Figure 2. ROC curve of the photogrammetry method for identifying changes in the Q angle.

On the other hand, the ROC curve for radiography showed an AUC of 0.422 (standard error = 0.087; IC 95%: 0.251 – 0.593; $p = 0.367$), which represents a performance worse than chance (reference value: AUC = 0.5). In addition to the lack of statistical significance, the wide overlap of the confidence interval with 0.5 indicates that, in this specific dataset, radiography did not demonstrate acceptable discriminative power as a standalone test to differentiate individuals with or without alterations.

These seemingly contradictory findings may be related to the underestimation of radiographic values already identified in the Bland-Altman analysis and the possible interference of anthropometric factors in the visibility of

anatomical points during scannometry. Even so, the superiority of photogrammetry in the AUC suggests that, with standardized protocols and in specific populations such as obese individuals, the technique demonstrates better than expected diagnostic performance.

4 Discussion

The main objective of the present study was to analyze the accuracy and reliability of digital photogrammetry in the measuring of the Q angle in individuals with obesity, using the gold standard as reference, the radiography. Excellent inter-rater reliability was observed for photogrammetry (ICC = 0.960), even in the face of challenges posed by the body morphology of the sample. This finding reinforces the consistency of the technique, which is already recognized in the literature for its reproducibility, especially when applied with standardized protocols and trained evaluators.^{3,30-33}

The predominance of women in the sample (65.3%) is consistent with similar studies conducted in bariatric populations, reflecting both the higher prevalence of obesity among women as their greater interest in surgical interventions and in health and body aesthetics care.³⁴⁻³⁷

However, when comparing the Q angle values obtained by photogrammetry with those obtained by radiography, a systematic tendency of underestimation by the radiographic method was observed. This discrepancy was confirmed by different agreement metrics: the low Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and the wide limits identified in the Bland-Altman graphic evidenced the weak consistency between the two methods, reinforcing that, even

though related, they are not interchangeable. This result is consistent with the study by Kawasaki et al. (2022),²¹ which found moderate correlations between photographic measurements (CVA and FHP) and radiographic parameters of the cervical spine, but emphasized that such correlations do not imply diagnostic equivalence.

Similarly, Gadotti et al. (2013)³⁸ observed a high intra and inter-rater reliability for most of the angles measured through photography and radiography in the craniocervical region. Although, the authors also identified low agreement in visual evaluation ($\kappa = 0.37$) and significant variations in more complex angles, indicating that even quantitative methods require caution regarding inter-raters reproducibility and precise identifying anatomical points.

In the present study, some methodological limitations might have contributed to the low agreement between the methods. Scannometry was performed only on the right side of the participants, due to physical space limitations and the body size of the sample. The unilateral standardization, even though necessary due to physical space limitations and the body size of the sample, prevented comparison between sides, which may be relevant in individuals with structural asymmetries. Moreover, the manual positioning of the feet by the technicians might have subtly altered the natural postural alignment, interfering with the final Q angle values.

Another relevant factor is the anatomical complexity of the Q angle, which involves points located in multiarticular and distant regions. This characteristic makes it susceptible to variations due to posture, joint range of motion and precision in anatomical points marking. Gadotti et al, (2013),³⁸ when evaluating

regions with lower postural variability, such as the cervical area, reported better inter-rater reliability indices, suggesting that the anatomical region can directly influence the results.

The analysis of diagnostic accuracy reinforced the potential of photogrammetry as a clinical tool. The ROC curve showed high discriminative capacity (AUC = 0.959), whilst radiography demonstrated low discriminative power (AUC = 0.422), contradicting its role as the gold standard in this context. These findings suggest that, under standardized conditions and with the use of appropriate software, photogrammetry may offer more reliable results in certain situations.

The study by Sacco et al. (2007)³³ supports this idea by demonstrating that the accuracy of photogrammetry can vary depending on the software used. Despite the fact that both programs tested (Corel and SAPO) showed a high correlation with each other, the agreement with goniometry was higher in the Corel software. This reinforces the importance of carefully selecting technological resources and standardizing procedures to ensure greater validity of the results.

Moreover, the analysis done indicated that anthropometric variables such as BMI and abdominal circumference did not have significant influence on the discrepancy between the methods. This finding is in line with the study by Khasawneh et al. (2019),³⁹ which also found no significant association between BMI and Q angle, suggesting that variability in the measurements might be more related to operational factors, such as postural control and accuracy in anatomical marking, rather than to body characteristics themselves.

This study has some limitations that should be considered when interpreting the results. The first concerns the performance of the scannometry only on the right side of the participants, due to structural limitations of the physical space and the body size of the sample. This unilateral approach may have compromised the representativeness of the measurements, especially in individuals with structural asymmetries. Additionally, foot positioning was performed manually by the responsible technician, which might have interfered with the participants natural posture and, consequently, in the Q angle values obtained.

Another important limitation is related to the anatomical complexity of the Q angle, which involves identifying distant points located on different joints, increasing measurement variability. The presence of obesity class III in the sample also posed as an additional challenge, making it more difficult to accurately identify anatomical points during marking, especially in radiographic images.

Lastly, it is important to emphasize that the comparison between the assessment methods was based in images obtained independently, which may have introduced slight postural variations along the data collection. Furthermore, the study used only one type of photogrammetric analysis software, which limits the generalizability of the results to other systems. These aspects should be considered in future studies, which could include the bilateral imaging, complementary anatomical localization techniques (such as portable ultrasound) and larger, more diverse samples to validate and expand upon the findings presented.

Therefore, although digital photogrammetry should not be considered a direct substitute for radiography for measuring the Q angle in individuals with obesity, the data presented here reinforce its value as a complementary tool, especially in clinical settings with limited access to radiology. For future directions, it is recommended to implement more rigorous standardization of foot positioning, the use of bilateral images and the adoption of complementary technologies, such as portable ultrasound, to improve anatomical points accuracy and, consequently, the precision of photogrammetry in future studies.

5 Conclusion

Therefore, it is concluded that although the assessment of the Q angle through photogrammetry showed inter-rater reliability values classified as very good to excellent, the comparison between the X-ray and photogrammetry methods did not present good reliability, rejecting the null hypothesis that there would be no significant difference between the methods. Thus, further studies are needed to investigate the accuracy between these methodologies, as well as to standardize protocols.

Acknowledgments

The authors would like to thank the IHEF Clinic, São Matheus Hospital, Dr. André Neves and Dr. George Neves; and Washigton Fluminense (X-ray technician) for their contribution in carrying out the procedures of this research.

References

1. Hrysmallis C, Goodman C. A review of resistance exercise and posture realignment. *J Strength Cond Res.* 2001;15(3):385-390. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015%3C0385:arorea%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015%3C0385:arorea%3E2.0.co;2)
2. Gangnet N, Pomero V, Dumas R, Skalli W, Vital JM. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surg Radiol Anat.* 2003;25(5-6):424-433. <https://doi.org/10.1007/s00276-003-0154-6>
3. Fortin C, Ehrmann Feldman D, Cheriet F, Labelle H. Clinical methods for quantifying body segment posture: a literature review. *Disabil Rehabil.* 2011;33(5):367-383. <https://doi.org/10.3109/09638288.2010.492066>
4. Moura JAR de. Postura corporal humana: avaliação qualitativa visual por simetria e a prescrição de exercícios físicos. 1st ed. Várzea Paulista, Brazil: Editora Fontoura; 2012.
5. Singla D, Veqar Z, Hussain ME. Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review. *J Chiropr Med.* 2017;16(2):131-138. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.01.005>
6. Falcão FRC, Marinho APS, Sá KN. Correlação dos desvios posturais com dores musculoesqueléticas. *Rev Cienc Med Biol.* 2007;6(1):54-62.
7. Schwanke NL, Pohl HH, Reuter CP, Borges TS, de Souza S, Burgos MS. Differences in body posture, strength and flexibility in schoolchildren with overweight and obesity: a quasi-experimental study. *Man Ther.* 2016;22:138-144. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.11.004>
8. Reysy F, Bokae F, Roghani T, et al. Comparison of postural balance, muscle force and spinal posture in obese children and adolescents – a protocol study. *Iran J Diabetes Obes.* 2024. <https://doi.org/10.18502/ijdo.v16i1.15242>
9. Viana D, Rocha L, Loss I, Guimarães E. Alterações posturais e qualidade de vida em adolescentes obesos. *Rev Bras Qual Vida.* 2020;13(2):204-215. Accessed [2024 Jun 26]. <http://www.revista.ueg.br/index.php/movimenta/article/view/9073>
10. Rezende LS, Morais ACBR, Hamu TCDS. Caracterização dos desvios posturais e sintomas musculoesqueléticos em indivíduos adultos eutróficos e com excesso de peso. *Movimenta.* 2019;12(3):372-383.
11. Camargo MZ. Postura e obesidade infantil: análise do alinhamento no plano sagital em pré-escolares [master thesis]. Londrina, Brazil: Universidade Estadual de Londrina; 2013. Accessed [2024 Jun 26]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=657821
12. Kissler HJ, Settmacher U. Bariatric surgery to treat obesity. *Semin Nephrol.* 2013;33(1):75-89. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2012.12.004>
13. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. 2022 Accessed [2024 Jun 26]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
14. Calcaterra V, Marin L, Vandoni M, et al. Childhood obesity and incorrect body posture: impact on physical activity and the therapeutic role of

- exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24).
<https://doi.org/10.3390/ijerph192416728>
15. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cristini C, et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS study. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(6):1895-1900. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26950>
 16. Nascimento FS, Freitas GE, Martins Gervásio F. Métodos de avaliação físico-funcional em adultos obesos: uma revisão integrativa. *Rev Cereus*. 2023;15(2). <https://doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v15n2p298-314>
 17. Vacari DA, Ulbricht L, Schneider FK, Neves EB. Principais métodos de diagnóstico postural da coluna lombar. *Rev Educ Fis UEM*. 2013;24(2):305-315. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v24.2.17015>
 18. Genin SM. Photogrammetry: methods of survey and applications on restoration works. *ISPRS Ann Photogramm Remote Sens Spatial Inf Sci*. 2019;42:557-564. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-557-2019>
 19. Pivotto LR, Navarro IJRL, Candotti CT. Radiography and photogrammetry-based methods of assessing cervical spine posture in the sagittal plane: a systematic review with meta-analysis. *Gait Posture*. 2021;84:357-367. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.12.033>
 20. Dilian O, Kimmel R, Tezmah-Shahar R, Agmon M. Can we quantify aging-associated postural changes using photogrammetry? A systematic review. *Sensors (Basel)*. 2022;22(17). <https://doi.org/10.3390/s22176640>
 21. Kawasaki T, Ohji S, Aizawa J, et al. Correlation between the photographic cranial angles and radiographic cervical spine alignment. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph19106278>
 22. lunes DH, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, Castro FA, Salgado HS. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. *Braz J Phys Ther*. 2009;13(4):308-315. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552009005000039>
 23. Mancini MC. Obstáculos diagnósticos e desafios terapêuticos no paciente obeso. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2001;45(6):525-531. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302001000600013>
 24. Sanchez HM, Sanchez EG de M, Baraúna MA, Canto RS de T. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta Ortop Bras*. 2014;22(6):325-329. <https://doi.org/10.1590/1413-78522014220600451>
 25. Faria AM. Condromalácia patelar: biomecânica, testes e musculação aplicada ao tratamento. 1st ed. Rio de Janeiro, Brazil: Autografia Editora; 2020.
 26. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
 27. Hirakata VN, Camey SA. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman. *Clin Biomed Res*. 2009;29(3):261-268. Accessed [2024 Jun 26]. <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/11727>
 28. Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesth Analg*. 2018;126(5):1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

29. Nahm FS. Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. *Korean J Anesthesiol.* 2022;75(1):25-36. <https://doi.org/10.4097/kja.21209>
30. Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da valiação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(3):327-334. Accessed [2024 Jun 26]. <https://repositorio.usp.br/item/001485806>
31. Nunes JSF, Costa MC, Costa Aprigio A, Godoi Filho JR, Ferreira RA. Softwares mais utilizados na fotogrametria para avaliação da postura corporal nos estudos e nos periódicos brasileiros. *Colloq Vitae.* 2014;6(1):34-42. Accessed [2024 Jun 26]. <https://journal.unoeste.br/index.php/cv/article/view/1039>
32. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Corrêa ECR, Silva AMT. Biofotogrametria: confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011;13(4):299-305. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n4p299>
33. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(5):411-417. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000500013>
34. Lehmann ALF, Valezi AC, Brito EM, Marson AC, Souza JCL. Correlação entre hipomobilidade da vesícula biliar e desenvolvimento de colecistolitíase após operação bariátrica. *Rev Col Bras Cir.* 2006;33(5):285-288. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912006000500005>
35. Melo IT, São-Pedro M. Dor musculoesquelética em membros inferiores de pacientes obesos antes e depois da cirurgia bariátrica. *Arq Bras Cir Dig.* 2012;25(1):29-32. <https://doi.org/10.1590/S0102-67202012000100007>
36. Zyger LT, Zanardo VPS, Tomicki C. Nutritional profile and lifestyle of patients before and after bariatric surgery. *Sci Med.* 2016;26(3). <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2016.3.23707>
37. Pacca DM, de Campos GC, Zorzi AR, Chaim EA, de Miranda JB. Prevalence of joint pain and osteoarthritis in obese Brazilian population. *Arq Bras Cir Dig.* 2018;31(1):e1344. <https://doi.org/10.1590/0102-672020180001e1344>
38. Gadotti IC, Armijo-Olivo S, Silveira A, Magee D. Reliability of the craniocervical posture assessment: visual and angular measurements using photographs and radiographs. *J Manipulative Physiol Ther.* 2013;36(9):619-625. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.09.002>
39. Khasawneh RR, Allouh MZ, Abu-El-rub E. Measurement of the quadriceps (Q) angle with respect to various body parameters in young Arab population. *PLoS One.* 2019;14(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218387>

ANEXO 2. Autorização do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DE RECURSOS BIOMECÂNICOS PARA INVESTIGAÇÃO DE ALTERAÇÕES POSTURAIS EM PACIENTES COM DIAGNÓSTICO DE OBESIDADE

Pesquisador: Clarcson Plácido Conceição dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71658323.0.0000.5544

Instituição Proponente: Fundação Bahiana para Desenvolvimento das Ciências - FUNDECI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.459.816

Apresentação do Projeto:

Para a Organização mundial de saúde (OMS), a obesidade é considerada uma doença crônica que gera forte impacto negativo na qualidade de vida dos indivíduos que são acometidos por ela, além de estar relacionada a elevadas taxas de morbidade e mortalidade. Como consequência do sobrepeso juntamente com hábitos de hipocinesia e sedentarismo, são encontradas alterações no equilíbrio funcional do indivíduo, acarretando em disfunções e alterações posturais que têm forte associação com quadros algicos, processos inflamatórios e até degenerativos nas estruturas osteomioarticulares. A avaliação da postura permite identificar relações de padrões posturais e suas alterações; tornando-se uma ferramenta importante no processo de diagnóstico e intervenção. Apesar da avaliação radiográfica ser considerada padrão-ouro para medidas angulares, existem correntes de pensamentos que questionam a necessidade de submeter o paciente à radiação e buscam determinar a diferença mínima significativa entre dispositivos clinicamente utilizáveis para determinar a eficácia para seu uso clínico e investigação. Dessa forma, a biofotogrametria é um método que vem sendo utilizado para determinar medidas angulares e estudar a posição do corpo com base em fotografias e através da ligação a um computador ou smartphone usando um programa ou app específico.

Objetivo da Pesquisa:

-Objetivo Primário:

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274

Bairro: BROTAS

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)2101-1921

CEP: 40.285-001

E-mail: cep@bahiana.edu.br



Continuação do Parecer: 6.459.816

Testar a hipótese de que a avaliação por goniometria e biofotogrametria digital podem ter acurácia e confiabilidade elevada quando comparado aos dados do Raio X, para avaliação postural de pacientes obesos.

Objetivo Secundário:

1. Descrever e comparar a medida do ângulo Q como resultado do raio x, goniometria e biofotogrametria dos pacientes.
2. Analisar o equilíbrio pélvico no plano sagital pelas medidas de raio x, goniometria e biofotogrametria.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

-Riscos:

Os riscos dessa pesquisa, em detrimento da sua natureza, estão relacionados ao fato dos voluntários se sentirem constrangidos em função do entendimento pessoal sobre as questões que fazem parte dos formulários ou no momento da aplicação dos testes, mas que poderão ser contornadas no ato do seu preenchimento ou ação das avaliações através de esclarecimentos pelo pesquisador que estará aplicando e/ou acompanhando os participantes. Os voluntários também poderão apresentar desconforto pelo tempo gasto no preenchimento do questionário. Caso isso ocorra os voluntários poderão interromper o preenchimento dos instrumentos ou solicitar a interrupção e retomar posteriormente, se assim o desejar.

Com despeito à avaliação por imagem radiográfica ou raio-x, o principal risco é a exposição à radiação ionizante. Para mitigar esse risco, seguiremos diretrizes rigorosas de proteção radiológica. O exame será realizado em uma sala com estrutura apropriada e com alto padrão de segurança, o voluntário será exposto a uma radiação mínima necessária, utilização de equipamentos de radiologia modernos e bem calibrados e garantir que apenas profissionais treinados realizem os exames. Em relação aos testes, o avaliador estará atento durante todo o procedimento. Ademais, estrategicamente, os protocolos serão aplicados em ambiente com piso antiderrapante, cadeiras e macas ajustadas para atender pacientes com obesidade e feedback constante serão obtidos dos voluntários sobre a sua condição de saúde. Caso algum dos voluntários da pesquisa apresente qualquer desconforto mediante a aplicação dos protocolos, será dado suporte total para o mesmo, que já se encontra em ambiente hospitalar, mas se assim o desejar, terá disponível o transporte para um centro de atendimento específico (clínica ou hospital

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274

Bairro: BROTAS

CEP: 40.285-001

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)2101-1921

E-mail: cep@bahiana.edu.br



Continuação do Parecer: 6.459.816

de referência) se sua escolha, sendo acompanhado durante todo o desenrolar do processo pelo investigador. Caso haja alguma recomendação médica específica em relação ao desfecho clínico proveniente da aplicação dos protocolos, serão tomadas todas as medidas cabíveis para o tratamento e recuperação do(s) voluntário(s).

-Benefícios:

Os resultados desta pesquisa implicam em novos conhecimentos para que profissionais de Educação Física e profissionais de saúde em geral possam aplicar e embasar em sua área de atuação, oferecendo subsídios para que sejam capazes de desenvolver e aprimorar métodos mais eficazes de avaliação e prescrição de exercícios físicos (reprogramação funcional) a pacientes obesos. Como forma de retorno aos voluntários da pesquisa agendaremos uma reunião logo após as análises dos dados, para nesse mesmo momento apresentar e discutir os resultados encontrados, retirar possíveis dúvidas e após o encerramento do estudo para retratar os resultados das avaliações finais. Essas informações serão disponibilizadas no e-mail individual de cada voluntário e a reunião será agendada individualmente por meio de correio eletrônico (determinações do Ofício Circular nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS, de 24 de fevereiro de 2021) e como segunda opção por contato telefônico. Pretendemos também, assim que possível, apresentar os resultados dos estudos a todos os participantes e demonstrar as aplicações desses resultados para as rotinas das pessoas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo observacional transversal. Trata-se de um estudo de validação de protocolo, no qual visa avaliar a confiabilidade e precisão dos dados quantitativos obtidos através da biofotogrametria digital, fazendo a comparação dos mesmos resultados obtidos através da análise radiográfica.

-Local e período do Estudo: Hospital São Matheus, localizado no município de Feira de Santana (BA), durante o período de setembro a dezembro de 2023.

-Amostra: será selecionada por conveniência e composta por voluntários com diagnóstico de obesidade, sendo selecionados aqueles com idade 18 anos, eletivos ao procedimento cirúrgico de By-pass gástrico.

-Critério de Inclusão: os participantes deverão estar no pré-operatório de cirurgia bariátrica.

-Critério de Exclusão: serão excluídos dados de pacientes com déficit cognitivo diagnosticado, mas esses não serão proibidos de participarem da pesquisa.

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274	CEP: 40.285-001
Bairro: BROTAS	
UF: BA	Município: SALVADOR
Telefone: (71)2101-1921	E-mail: cep@bahiana.edu.br



Continuação do Parecer: 8.459.816

Instrumentos de Medidas serão utilizados:

1. formulário clínico para coleta de dados gerais onde constam informações sociodemográficas, dados clínicos como peso, altura, sexo, circunferência de abdome, histórico de atividades físicas e relatos de dores, onde esses dados serão utilizados como variáveis da pesquisa.

2. Medição do Ângulo Q através das técnicas de radiografia e fotogrametria digital (biofotogrametria). O ângulo Q é formado pela intersecção de duas linhas que se cruzam no centro da patela, uma linha direcionada da espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) ao centro da patela e outra da tuberosidade anterior da tibia. Quanto maior o ângulo Q, maiores serão as forças de lateralização que irão incidir sobre a patela, que aumentarão a pressão patelar deixando essa articulação suscetível a agravos como síndrome da dor patelofemural, condromalácia patelar, entre outras patologias ortopédicas. Para obtenção da medida do ângulo Q através do raio-X, o voluntário ficará posicionado na mesa em posição supina, com o joelho estendido. Serão realizadas radiografias do joelho em duas incidências principais: incidência anteroposterior (AP) e incidência axial (lateral), permitindo através dessas imagens visualizar a patela em relação ao fêmur. A partir daí, serão

localizados os pontos anatômicos ponto médio da patela e tuberosidade da tibia, ambos localizado na incidência AP; e o epicôndilo lateral do fêmur, identificado na incidência axial.

3. Medição do alinhamento pélvico no plano sagital através da biofotogrametria e do raio x: O Equilíbrio pélvico no plano sagital refere-se à posição adequada da pelve em relação à coluna vertebral quando vista de perfil e é uma medida importante para avaliar a

postura e a biomecânica do corpo humano, principalmente na região lombar e pélvica. A avaliação do equilíbrio pélvico no plano sagital é relevante pois auxilia na identificação de desvios posturais, assimetrias, alterações na curvatura da coluna vertebral e disfunções relacionadas à pelve(18). Para a medida do equilíbrio pélvico no plano sagital através da imagem de raio-X, o voluntário se posicionará lateralmente em uma mesa

de raio-X em posição ereta, onde a imagem obtida permitirá analisar a posição e inclinação do sacro e das espinhas ilíacas. Para a obtenção dos valores do alinhamento pélvico no plano sagital através da biofotogrametria, os voluntários deverão estar descalços, sem meias e com o mínimo de roupas possível. Serão identificados e marcados os pontos anatômicos por técnicas de anatomia palpatória e serão feitas imagens por fotografia

digital pela câmera traseira do equipamento Iphone Xr da marca Apple. Serão obtidas imagens no plano sagital em ambos os lados, com o celular apoiado em pedestral modelo Ring Light

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274

Bairro: BROTAS

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)2101-1921

CEP: 40.285-001

E-mail: cep@bahiana.edu.br



Continuação do Parecer: 6.459.816

Iluminador Tomate 35cm 14 Polegadas da marca Tomate. Após isso, as imagens serão exportadas e processadas através do software de Avaliação Postural SAPO (Desenvolvido pela Universidade de São Paulo, versão 0,69) e pelo app APECS (desenvolvido por New Body Technology; versão 7.1.4), para a determinação das medidas angulares.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de Rosto: preenchida e assinada;
- Cronograma: apresentado, com previsão de início de coletas de dados para 05/12/23.
- Orçamento: apresentado, no valor de R\$5525,00. Indica financiamento próprio;
- Carta de anuência: apresentada, assinada pelo diretor médico do hospital
- TCLE: apresentado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sanadas as pendências do parecer consubstanciado nº6.275.044, referentes ao TCLE, riscos, cronograma e carta de anuência, sugerimos aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o CEP-Bahiana, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação deste protocolo de pesquisa dentro dos objetivos e metodologia proposta.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2175612.pdf	02/10/2023 17:41:33		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_anuencia_revisado.pdf	02/10/2023 17:41:04	Clarcson Plácido Conceição dos Santos	Aceito
Outros	RESPOSTA_AO_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP.docx	02/10/2023 17:40:05	Clarcson Plácido Conceição dos Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Revisado.docx	02/10/2023 17:39:46	Clarcson Plácido Conceição dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_REVISADO.docx	02/10/2023 17:38:59	Clarcson Plácido Conceição dos Santos	Aceito
Folha de Rosto	047_2023_Joao_Henrique_Cerqueira_	12/07/2023	JOAO HENRIQUE	Aceito

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274
 Bairro: BROTAS CEP: 40.285-001
 UF: BA Município: SALVADOR
 Telefone: (71)2101-1921 E-mail: cep@bahiana.edu.br



Continuação do Parecer: 6.459.816

Folha de Rosto	FOLHADER_Nucleo_de_Pesquisa_e_A ssinado.pdf	11:49:55	CERQUEIRA BARROS	Aceito
----------------	--	----------	---------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SALVADOR, 25 de Outubro de 2023

Assinado por:
Noilton Jorge Dias
(Coordenador(a))

Endereço: AVENIDA DOM JOÃO VI, 274
Bairro: BROTAS **CEP:** 40.285-001
UF: BA **Município:** SALVADOR
Telefone: (71)2101-1921 **E-mail:** cep@bahiana.edu.br