

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO INSTRUMENTO FLEXICURVA PARA
AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL

Eduardo Gonçalves Raupp

Porto Alegre

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO INSTRUMENTO FLEXICURVA PARA
AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL

Eduardo Gonçalves Raupp

Dissertação de mestrado submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Movimento Humano da
Escola de Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul

Orientador

PROF^a. DR^a. CLÁUDIA TARRAGÔ CANDOTTI

Porto Alegre

2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a quem sempre me incentiva a buscar algo a mais, que me dá suporte em qualquer situação, que está sempre ao meu lado, minha esposa Alice.

Aos meus pais João e Joana, que me educaram e não mediram esforços para me ajudarem sempre. Também minha irmã Roberta, sempre disposta e com um sorriso para alegrar.

À Radiologia Pante e toda a sua equipe pela atenção que nos deram durante as coletas.

Ao PPG da UFRGS, na pessoa de seus professores e funcionários pelo comprometimento na formação dos alunos.

Aos funcionários de ESEF, em especial aos do LAPEX, que estiveram mais próximos.

A todas as pessoas que se disponibilizaram para fazer parte da amostra.

Ao nosso grupo Biomec, pela união e pela parceria.

Aos membros da banca Prof^a. Dr^a. Adriane Vieira, Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro e Prof^a. Dr^a. Joelly Mahnic de Toledo, pela atenção dispensada da avaliação final deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss, por contribuir para realização desse trabalho.

E à minha orientadora Prof^a Dr^a. Cláudia Candotti, por acreditar em mim, pelo carinho, dedicação e competência em todos os momentos deste trabalho.

RESUMO

A avaliação da curvatura da coluna cervical realizada por quiropraxistas, fisioterapeutas e ortopedistas é importante para a obtenção de um resultado clínico desejável, sendo o exame de Raios-X considerado o padrão ouro e o mais utilizado na prática clínica. Entretanto, devido à sua natureza invasiva é considerado inadequado para uso repetido ao acompanhar tratamentos posturais, além das dificuldades encontradas na portabilidade do equipamento, o tempo necessário para obter e ler a imagem radiográfica e os custos relacionados ao exame. Neste sentido, pesquisadores têm buscado métodos menos invasivos, práticos e de baixo custo para diagnosticar alterações das curvaturas da coluna vertebral. Não obstante, a escolha de um instrumento deve ser baseada em parâmetros científicos como validade, repetibilidade e reprodutibilidade. O flexicurva já apresenta essas propriedades psicométricas em relação a coluna torácica e lombar, mas carece de informações sobre seu uso na coluna cervical. Essa dissertação foi dividida em dois estudos: **Estudo 1** - Realizou-se uma revisão sistemática com objetivo de investigar os métodos não invasivos disponíveis para avaliar a curvatura cervical no plano sagital. A metodologia utilizada neste estudo seguiu as recomendações propostas pela Colaboração Cochrane. Dezesesseis artigos foram incluídos para revisão a partir dos critérios de seleção. Na avaliação da qualidade metodológica treze dos dezesseis estudos foram considerados de alta qualidade. Um total de 5 métodos para avaliar a lordose da coluna cervical foram encontrados nos artigos revisados: (1) Fotogrametria; (2) Avaliação visual; (3) Flexicurva; (4) Sistema de digitalização 3D; (5) Sistema por ultrassom de postura 3D. Os resultados dessa revisão sistemática permitem concluir que a fotogrametria apresentou os melhores resultados de reprodutibilidade, contudo, carece de validação concorrente. A avaliação visual se mostrou não reprodutível e também carece de validação concorrente. O flexicurva demonstrou resultados controversos para reprodutibilidade e a necessidade de mais estudos com diferentes pontos anatômicos para avaliação da validade concorrente. E, ambos os sistemas que avaliam a coluna cervical em 3D requerem mais estudos, além do fato de serem mais caros e complexos para aplicabilidade. **Estudo 2** - No estudo de validação, os objetivos foram: (1) identificar a validade concorrente do instrumento flexicurva a partir da verificação de concordância entre os resultados do exame de Raios-X e do flexicurva; (2) verificar a reprodutibilidade intra e inter avaliador do instrumento flexicurva; e (3) identificar a capacidade diagnóstica da medida fornecida pelo instrumento flexicurva. A amostra foi composta por 118 indivíduos adultos voluntários, de ambos os sexos divididos em dois grupos: (1) grupo VAL (n=55) participou da fase de validação concorrente; (2) grupo REP (n=58) participou da fase de avaliação da reprodutibilidade do flexicurva. Para fins de análise, os grupos VAL e REP foram divididos em sub-grupos pelo Índice de Massa Corpórea (IMC). Na análise estatística, para a validade concorrente foram utilizados: Teste de Correlação Produto-Momento de Pearson, Teste t pareado, cálculo do erro RMS e análise gráfica de Bland e Altman. Para a reprodutibilidade: Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), erro padrão da medida (SEM) e o mínimo erro detectável (MDC). ($\alpha < 0,05$). O grupo REP apresentou resultados de excelente reprodutibilidade intra avaliador (ICC= 0,771; $p < 0,001$; SEM=4,4⁰; MDC=8,6⁰) e inter avaliador (ICC=0,775; $p < 0,001$; SEM=4,3⁰; MDC=8,5⁰), sendo esse resultado mantido para os sub-grupos 'baixo peso' e 'sobrepeso', enquanto que no sub-grupo 'saúdável' o resultado de reprodutibilidade foi considerado moderado. No que diz respeito à validação concorrente, o grupo VAL apresentou correlação alta entre os ângulos flexicurva e ângulos Cobb ($r=0,570$; $p < 0,001$; Erro RMS=9,83°). Ainda, o sub-grupo 'baixo peso' apresentou correlação praticamente perfeita ($r=0,926$; $p < 0,001$; Erro RMS=5,66°), o sub-grupo 'saúdável' correlação alta ($r=0,575$; $p < 0,001$; Erro RMS=9,01°), e o sub-grupo 'sobrepeso' não apresentou correlação ($r=0,069$; $p=0,832$). Quanto à capacidade diagnóstica, o flexicurva apresentou sensibilidade de 59% e especificidade de 44%. Conclui-se que o flexicurva mostrou-se um instrumento reprodutível para ser usado pelo mesmo avaliador assim como por diferentes avaliadores, e também se mostrou um instrumento válido para avaliar a curvatura da coluna cervical no plano sagital em indivíduos adultos classificados pelo IMC com baixo peso e saudáveis.

Palavras-chave: vértebras cervicais, pescoço, avaliação, estudos de validação, lordose.

ABSTRACT

The evaluation of the curvature of the cervical spine carried out by chiropractors, physical therapists and orthopedists is important for obtaining a desired clinical result, being the X-ray examination the gold standard and the most widely used in clinical practice. However, because of its invasive nature is considered unsuitable for repeated use to monitor postural treatments, in addition difficulties in portability of the equipment, the time required to obtain and read the radiographic image and costs related to the examination. In this sense, researchers have investigated less invasive, practical and low cost methods to diagnose changes in curvature of the spine. However, the choice of a tool should be based on scientific parameters such as validity, reproducibility and repeatability. The flexicurve already has these psychometric properties with respect to the thoracic and lumbar spine, but lacks information on its use in the cervical spine. This dissertation was divided into two studies: **Study 1** - We performed a systematic review in order to investigate the non-invasive methods available to evaluate the cervical curvature in the sagittal plane. The methodology used in this study followed the recommendations proposed by the Cochrane Collaboration. Sixteen articles were included for review from the selection criteria. In assessing the methodological quality thirteen of the sixteen studies were considered high quality. A total of five methods to assess the lordosis of the cervical spine were found in review articles: (1) Photogrammetry; (2) Visual assessment; (3) Flexicurve; (4) 3D scanning system; (5) 3D ultrasound posture system. The results of this systematic review showed that the photogrammetry showed the best results of reproducibility, however, lack concurrent validation. Visual assessment showed not be reproducible and also lacks concurrent validation. The flexicurve demonstrated controversial results for reproducibility and the need for more studies with different anatomical sites for evaluation of the concurrent validity. And both systems that evaluate the cervical spine in 3D require further study, and the fact they are more expensive and complex for applicability. **Study 2** - In the validation study, the objectives were: (1) identify the concurrent validity of the flexicurve instrument from the concordance between the results of the examination of X-rays and flexicurve; (2) to verify the reproducibility intra and inter evaluator of flexicurve instrument; and (3) identify the diagnostic capacity of the measure provided by flexicurve instrument. The sample consisted of 118 adult volunteers individuals of both sexes divided into two groups : (1) VAL group (n=55) participated in the concurrent validation phase; (2) REP group (n=58) participated in the evaluation phase of the reproducibility of flexicurve. For analysis purposes, the VAL and REP groups were divided into sub-groups by body mass index (BMI). In statistical analysis, for concurrent validity were used: Correlation Test Product-Moment Pearson, paired t test, RMS error and graphical analysis of Bland and Altman. For reproducibility: intraclass correlation coefficient (ICC), standard error of measurement (SEM) and the minimum detectable change (MDC). ($\alpha < 0,05$). The REP group presented results of excellent reproducibility intra evaluator (ICC= 0,771; $p < 0,001$; SEM=4,40; MDC=8,60) and inter evaluator (ICC=0,775; $p < 0,001$; SEM=4,30; MDC=8,50), this result being maintained for sub-groups "low weight" and "overweight", while in "healthy" subgroup reproducibility of the result was considered moderate. Regarding the concurrent validation, the VAL group showed high correlation between the angles of flexicurve and Cobb angles ($r=0,570$; $p < 0,001$; RMS Error=9,83°). Still, the sub-group "underweight" showed practically perfect correlation ($r=0,926$; $p < 0,001$; RMS error=5,66°), the "healthy" sub-group high correlation ($r=0,575$; $p < 0,001$; RMS error<9,01°), and the sub- group "overweight" showed no correlation ($r=0,069$; $p=0,832$). As for the diagnostic capacity, flexicurve had a sensitivity of 59% and specificity of 44% .In conclusion the flexicurve showed a reproducible tool to be used by the same evaluator as well as by different evaluators, and also proved a valid tool to assess curvature of the cervical spine in the sagittal plane in adults classified by BMI underweight and healthy.

Key words: cervical vertebrae, neck, evaluation, validation studies, lordosis.

LISTA DE QUADROS, TABELAS E FIGURAS

Capítulo 1

Quadro 1 - Estratégia de busca completa no Pubmed	16
Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos, baseado nas orientações do PRISMA	18
Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica	19
Tabela 2. Síntese dos 15 estudos incluídos nesta revisão.....	21

Capítulo 2

Quadro 1. Classificação IMC	40
Figura 1. Marcação do ponto C0 com marcador adesivo em indivíduo com faixa na cabeça.	35
Figura 2. Metodologia de avaliação do flexicurva	36
Figura 3. Metodologia de análise do flexicurva	37
Figura 4. Imagens do flexicurva	38
Figura 5. Análise radiográfica	39
Figura 6. Desenho do estudo	40
Figura 7. Distribuição dos AF em relação aos AC, equação de regressão linear e coeficiente de determinação	46
Figura 8. Método gráfico de Bland & Altman	49
Figura 9. Distribuição dos AF corrigidos em relação aos AC	50
Figura 10. Radiografia da coluna cervical de quatro indivíduos da amostra, com o flexicurva acoplado no contorno da coluna.....	53

Tabela 1 - Reprodutibilidade intra e inter avaliador: média e desvio padrão, ICC, SEM (standard error of measurement) e MDC (minimal detectable change) dos ângulos fornecidos pelo flexicurva no Grupo REP	43
Tabela 2 - Reprodutibilidade intra e inter avaliador: média e desvio padrão, ICC, SEM (standard error of measurement) e MDC (minimal detectable change) dos ângulos fornecidos pelo flexicurva no Grupo REP, subdividido pelo IMC (baixo peso, saudável e sobrepeso)	44
Tabela 3 - Média absoluta das diferenças (MAD) entre as avaliações para reprodutibilidade intra e inter avaliador do AF no Grupo REP total e subdividido pelo IMC (baixo peso, saudável e sobrepeso)	45
Tabela 4 - Média e desvio padrão dos ângulos Cobb (AC) e do flexicurva (AF) obtidos na avaliação do grupo VAL (total e nos sub-grupos: baixo peso, saudável e sobrepeso).....	46
Tabela 5 - Resultados da validação concorrente: coeficiente de Pearson (r), coeficiente de determinação (R ²), teste t pareado e erro RMS do grupo VAL (total e nos sub-grupos: baixo peso, saudável e sobrepeso)	47
Tabela 6 - Média absoluta das diferenças (MAD) entre as medidas do AC e do AF corrigido no Grupo VAL total e nos sub-grupos baixo peso, saudável e sobrepeso	48

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	10
CAPITULO 1: MÉTODOS NÃO INVASIVOS DE AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL: REVISÃO SISTEMÁTICA	12
RESUMO	12
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.2 METODOLOGIA	15
1.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA.....	16
1.4 FORÇA DE EVIDÊNCIA	17
1.5 RESULTADOS.....	17
1.6 DISCUSSÃO.....	24
1.7 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPITULO 2: VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO INSTRUMENTO FLEXICURVA PARA AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL.....	31
RESUMO	31
2.1 INTRODUÇÃO	33
2.2 METODOLOGIA	34
2.2.1 Procedimento de coleta e análise de dados.....	35
2.2.2 Tratamento estatístico	41
2.3 RESULTADOS.....	43
2.4 DISCUSSÃO.....	50
2.5 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	62
PERSPECTIVAS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO.....	64
Anexo 1 - Checklist de 13 itens para avaliação da qualidade metodológica.....	66
Apêndice 1 - Resultado das 18 combinações de níveis vertebrais nos três polinômios: ICC inter e intra avaliador e Correlção de Pearson (r) entre ângulos Cobb C1-C7 e ângulos flexicurva.....	67

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido visando fornecer uma metodologia alternativa ao padrão ouro (exame de Raios-X) para avaliação da curvatura da coluna cervical. O instrumento flexicurva foi o escolhido para o desenvolvimento desse estudo. Embora já tenham sido realizados estudos com este instrumento, mostrando resultados válidos e reprodutíveis nas regiões torácica e lombar da coluna vertebral, a região cervical carece de mais estudos, pois dentro do nosso conhecimento, apenas quatro estudos o utilizaram para avaliar a coluna cervical, demonstrando resultados controversos.

Nosso estudo foi desenvolvido em duas etapas: (1) etapa de reprodutibilidade, sendo a coleta de dados realizada no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); e (2) etapa de validade, sendo a coleta realizada no Instituto de Radiologia Pante SS LTDA. Toda a análise dos dados foi posteriormente realizada no LAPEX.

A partir dos dados obtidos na literatura e nas coletas da fase experimental desse estudo, foi possível a elaboração desta dissertação de mestrado, cujo texto está formatado da seguinte forma: (1) introdução; (2) Capítulo 1, contendo a revisão sistemática de literatura dos métodos não invasivos de avaliação da curvatura cervical no plano sagital; (3) Capítulo 2, contendo os resultados da coleta de dados, incluindo a validade concorrente, a reprodutibilidade e capacidade diagnóstica do instrumento flexicurva; (4) considerações finais; (5) dificuldades e limitações do estudo; (6) perspectivas; (7) referências bibliográficas utilizadas na introdução; e (8) anexos/apêndices. Ressalta-se que os Capítulos 1 e 2 estão apresentados em formato de artigos.

INTRODUÇÃO

Problemas na coluna cervical estão se tornando cada vez mais frequentes em nossa sociedade (Cohen, 2015). Uma revisão sistemática sobre dor na coluna cervical de todo o mundo mostrou que a prevalência em um ano variou de 16,7% a 75,1% para toda a população adulta, com uma média de 37,2% (Fejer, Kyvik & Hartvigsen, 2006). Considerando que o alinhamento normal da lordose cervical é um dos fatores importantes para o movimento e função dessa região (Miyazaki *et al.*, 2008), qualquer alteração desse alinhamento poderia influenciar na existência de dor e, por esse motivo, tem sido sugerido que o alinhamento da postura no plano sagital é um resultado clínico desejável (Kuchera, 1995; Cote *et al.*, 1997).

Em termos do alinhamento da coluna cervical, há um consenso geral que a curvatura lordótica na coluna cervical representa uma situação “normal” ou “ideal” (Harrison *et al.*, 2001), sendo importante para amenizar cargas impostas a essa região nas atividades cotidianas, sejam laborais ou esportivas. Já, do ponto de vista biomecânico, há controvérsia na literatura se a perda da lordose fisiológica cervical poderia ser uma possível causa de dor, devido ao desequilíbrio muscular ou, no caso das deformidades cifóticas, devido à sobrecarga estrutural das partes anteriores da coluna (Harrison *et al.*, 2001). Entretanto, há um consenso no que se refere à classificação das posturas na coluna cervical, quando o desalinhamento está presente, sendo a coluna cervical, no plano sagital, geralmente classificada como: “retificada, normal ou hiperlordose” (Helliwell, Evans & Wright, 1994).

No que diz respeito à lordose cervical, estudos identificaram uma relação entre uma curva cervical anormal e condições como dores de cabeça (Nagasawa, Sakakibara & Takahashi, 1993), cervicalgia (Harrison *et al.*, 2004; Miyazaki *et al.*, 2008), alterações relacionadas à síndrome do chicote (Kai *et al.*, 2001) e alterações degenerativas dos discos e dos corpos vertebrais (Matsunaga *et al.*, 1997; Katsuura *et al.*, 2001). Além disso, Takeshima *et al.*, (2002) relatam que no plano sagital, alterações no alinhamento estático da coluna cervical alteram a dinâmica cinemática da coluna cervical durante atividades rotineiras, como flexão e extensão. Ainda, a perda da lordose normal pode induzir mudanças patológicas e acelerar a degeneração na coluna cervical (Miyazaki *et al.*, 2008).

Para avaliar e identificar alterações nas curvas da coluna vertebral, o exame de Raios-X é considerado o padrão ouro e é o mais utilizado na prática clínica (Tayyab *et al.*, 2007). Como método de análise desse tipo de exame, o ângulo de Cobb tem sido a escolha para avaliar as curvas de lordose e cifose da coluna no plano sagital, mostrando de boa a alta correlação inter e intra-avaliador (Harrison *et al.*, 2000). Entretanto, devido à sua natureza invasiva, o exame de Raios-X é considerado inadequado para uso repetido ao acompanhar tratamentos posturais, uma vez que o paciente é submetido à exposição repetida da radiação. Além disso, as dificuldades encontradas na portabilidade limitada de equipamentos de Raios-X, o tempo necessário para obter e ler a imagem radiográfica e os custos envolvidos são alguns dos fatores que estimulam o uso de outros métodos para avaliar as curvas da coluna vertebral (Greendale *et al.*, 2010).

Neste sentido, surge a necessidade de estudos buscando métodos menos invasivos, práticos e de baixo custo para diagnosticar alterações nas curvaturas da coluna vertebral. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo geral identificar se o instrumento flexicurva é capaz de fornecer informação válida e reproduzível sobre o ângulo da curvatura cervical da coluna vertebral de adultos no plano sagital. Especificamente, os objetivos foram: (1) identificar a validade concorrente do instrumento flexicurva a partir da verificação de concordância entre os resultados do exame de Raios-X e do flexicurva; (2) verificar a reprodutibilidade intra e inter avaliador do instrumento flexicurva; e (3) identificar a capacidade diagnóstica da medida fornecida pelo instrumento flexicurva.

CAPITULO 1: MÉTODOS NÃO INVASIVOS DE AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL: REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

A avaliação da lordose da coluna cervical é um componente essencial na avaliação de pacientes apresentando sintomas musculoesqueléticos nesta região. O exame de Raios-X é considerado o critério de referência para medir a lordose cervical. Contudo, a exposição à radiação limita o uso das radiografias para avaliar a lordose cervical na prática clínica e em pesquisas. Neste sentido, pesquisadores têm buscado métodos menos invasivos para avaliar a curvatura da coluna cervical. Assim, o objetivo do presente estudo foi revisar sistematicamente quais são os métodos não invasivos propostos para a avaliação da lordose cervical. O estudo trata-se de uma revisão sistemática de estudos observacionais. Foi realizada uma pesquisa independente e duplicada nas seguintes bases de dados eletrônicas: MEDLINE, EMBASE, SCOPUS e SCIENCE com a finalidade de identificar os estudos de interesse. Os critérios de inclusão foram estudos que realizassem as análises de validação concorrente, e ou repetibilidade, e ou de reprodutibilidade inter avaliador, e ou reprodutibilidade intra avaliador de instrumentos ou métodos que avaliassem a lordose da coluna cervical em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos. Dos 1335 artigos encontrados, 16 artigos foram incluídos para revisão a partir dos critérios de seleção. Um total de 5 métodos para avaliar a lordose da coluna cervical foram encontrados nos artigos revisados: (1) Fotogrametria; (2) Avaliação visual; (3) Flexicurva; (4) Sistema de digitalização 3D; (5) Sistema por ultrassom de postura 3D. Na avaliação da qualidade metodológica treze dos dezesseis estudos foram considerados de alta qualidade e o estudo apresentou forte força de evidência científica. Os resultados desta revisão sistemática mostraram que a fotogrametria apresentou os melhores resultados de reprodutibilidade, contudo, carece de validação concorrente. A avaliação visual se mostrou não reprodutível e também carece de validação concorrente. O flexicurva demonstrou resultados controversos para reprodutibilidade e a necessidade de mais estudos com diferentes pontos anatômicos para avaliação da validade concorrente. E, ambos os sistemas que avaliam a coluna cervical em 3D requerem mais estudos, além do fato de serem mais caros e complexos para aplicabilidade.

Palavras chaves: Lordose, vértebras cervicais, estudos de validação, reprodutibilidade dos testes.

ABSTRACT

The evaluation of lordosis of the cervical spine is an essential component in the evaluation of patients with musculoskeletal symptoms in this region. The X-ray examination is regarded as the a reference standard for measuring the cervical lordosis. However, radiation exposure limits the use of radiographs to assess cervical lordosis in clinical practice and research. In this regard, researchers have been studying less invasive methods to assess the curvature of the cervical spine. The objective of this study was to systematically review what are the non-invasive methods proposed for the evaluation of cervical lordosis. The study is a systematic review of observational studies. An independent and duplicated research was conducted in the following electronic databases: MEDLINE, EMBASE, SCOPUS and SCIENCE in order to identify studies of interest. Inclusion criteria were studies who performed the concurrent validation analysis, and or repeatability, and or inter evaluator reproducibility, and or intra evaluator reproducibility of instruments or methods to assess lordosis of the cervical spine in children, adults and seniors of both sexes. Of 1335 found articles, 16 articles were included for review from the selection criteria. A total of 5 methods to assess the lordosis of the cervical spine were found in review articles: (1) Photogrammetry; (2) Visual assessment; (3) Flexicurve; (4) 3D scanning system; (5) 3D ultrasound posture system. In assessing the methodological quality thirteen of the sixteen studies were considered high quality and the study showed a strong strength of scientific evidence. The results of this systematic review showed that the photogrammetry showed the best results of reproducibility, however, lack concurrent validation. Visual assessment showed not be reproducible and also lacks concurrent validation. The flexicurve demonstrated controversial results for reproducibility and the need for more studies with different anatomical sites for evaluation of the concurrent validity. And both systems that evaluate the cervical spine in 3D require further study, and the fact they are more expensive and complex for applicability.

Key words: lordosis, cervical vertebrae, validation studies, reproducibility of results.

1.1 INTRODUÇÃO

A avaliação da lordose da coluna cervical é um componente essencial na avaliação de pacientes apresentando sintomas musculoesqueléticos nesta região. Desvios da postura considerada normal podem comprometer o equilíbrio corporal, alterar a carga fisiológica, e levar a maiores forças de compressão e de cisalhamento entre os segmentos da coluna vertebral (Grimmer-Somers, Milanese & Louw, 2008; Prushansky *et al.*, 2012). O exame de Raios-X é considerado o critério de referência para medir a lordose cervical. Contudo, a exposição à radiação limita o uso das radiografias para avaliar a lordose cervical na prática clínica e em pesquisas (Gadotti *et al.*, 2013).

Justamente na tentativa de minimizar o uso do exame de Raios-X, alguns instrumentos alternativos vêm sendo propostos para a avaliação da cervical. Nesse contexto, citamos o instrumento eletrônico de postura da cabeça (Lau, Chiu & Lam, 2009; 2010), a fotogrametria (Cuccia & Carola, 2009; Fortin *et al.*, 2012) e o instrumento CROM (*Cervical Range of Motion Instrument*) (Garrett, Youdas & Madson, 1993). Contudo, esses recursos avaliam a posição da cabeça em relação ao tronco, mas não avaliam as especificidades da curvatura da cervical. Considerando as avaliações do posicionamento da cabeça e da coluna cervical como avaliações distintas, mas não necessariamente excludentes entre si, entendemos que podem ser complementares. No entanto, acreditamos que, mesmo que empiricamente exista alguma relação entre a posição de cabeça e a curvatura da coluna cervical, o adequado para a construção de um diagnóstico postural seria a realização de uma avaliação da curvatura da coluna cervical propriamente dita.

Neste sentido, pesquisadores têm buscado métodos menos invasivos para avaliar a curvatura da coluna cervical. Não obstante, a escolha de um instrumento deve ser baseada em parâmetros científicos como validade, repetibilidade e reprodutibilidade (Oliveira *et al.*, 2012). Assim, dentro do nosso conhecimento, não se tem estudos de quais métodos não invasivos se enquadram nesses parâmetros científicos para avaliar a lordose cervical. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi revisar sistematicamente os métodos não invasivos propostos para a avaliação da lordose cervical, que realizassem análises de validade, repetibilidade ou reprodutibilidade.

1.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo de revisão sistemática segue as recomendações propostas pela Colaboração Cochrane (Higgins & Green, 2011). Trata-se de uma revisão sistemática de estudos observacionais, o qual foi desenvolvido no programa de pós-graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Foram incluídos estudos que realizassem as análises de validação concorrente, e/ou repetibilidade (*medidas repetidas no mesmo dia pelo mesmo avaliador*), e/ou reprodutibilidade inter avaliador (*medidas realizadas por diferentes avaliadores*) e/ou reprodutibilidade intra avaliador (*medidas realizadas pelo mesmo avaliador em dias diferentes*) de instrumentos ou métodos que avaliassem a lordose da coluna cervical em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos. Critérios de exclusão: estudos que utilizassem equipamentos de Raios-X na avaliação da lordose cervical.

Foi realizada uma pesquisa independente e duplicada nas seguintes bases de dados eletrônicas: MEDLINE (acessada pelo PubMed), EMBASE, SCOPUS e SCIENCE com a finalidade de identificar os estudos de interesse. Além disso, foram buscadas referências em estudos publicados, e pesquisadores e autores da área foram contatados para informações de estudos não publicados ou incompletos.

A estratégia de busca ocorreu do início das bases de dados até o momento da realização da pesquisa e foi composta pelos seguintes termos em inglês: “*lordosis*”, “*cervical vertebrae*”, “*validation studies*” e “*Reproducibility of Results*”. A estratégia de busca completa utilizada para o PubMed pode ser observada no Quadro 1.

A seleção dos estudos foi realizada pelos títulos e resumos de todos os artigos identificados na estratégia de busca, os quais foram avaliados independentemente por dois investigadores. Todos os resumos que não forneceram informações suficientes sobre os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para avaliação do texto completo. Na segunda fase, os mesmos revisores independentemente avaliaram os textos completos dos artigos e fizeram a seleção de acordo com os critérios de elegibilidade. As diferenças entre os revisores foram resolvidas por consenso. Caso houvesse persistência no desacordo, a avaliação foi feita por um terceiro revisor. Foram incluídos estudos nos idiomas português, inglês e espanhol.

"Validation Studies" [Publication Type] OR "Reproducibility of Results"[Mesh] OR "Reproducibility of Findings" OR "Reliability" OR "Reliabilities" OR "Validity" OR "Validities" OR "Validity of Results" OR "Reliability and Validity" OR "Validity and Reliability" OR "Reliability of Results"
 AND
 "Cervical Vertebrae"[Mesh] OR "Cervical Vertebrae" OR "Vertebrae, Cervical" OR "Cervical curvatures" OR "Cervical curve" OR "Cervical"
 AND
 "Noninvasive instrument" OR "Non-invasive Monitoring" OR "Measurement" OR "Measurements" OR "Postural Assessment" OR "Postural Evaluation Methods" OR "Non-radiological Measures"

Quadro 1 - Estratégia de busca completa no Pubmed

Um formulário padrão de extração dos dados foi elaborado e usado na extração dos dados dos estudos incluídos. Dados do estudo, como autor, ano de publicação, objetivo, instrumento ou método de avaliação, características dos indivíduos estudados, tamanho da amostra, metodologia do estudo e resultados foram extraídos de forma independente por dois pesquisadores. Após a extração independente, os autores juntaram os dados extraídos para elaboração de um formulário unificado de extração dos dados. Qualquer discordância na elaboração deste formulário final foi discutida entre os dois revisores, e um terceiro pesquisador foi consultado nos casos em que a discordância persistiu.

1.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA

A análise da qualidade metodológica dos estudos que foram incluídos nesta revisão sistemática foi avaliada por uma ferramenta relativamente nova de avaliação crítica para estudos de validade e reprodutibilidade criada por Brink & Louw (2011) (Anexo 1). Esta ferramenta é composta por um *checklist* de 13 itens, e foi desenvolvida a partir de duas ferramentas existentes, a *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies* (QUADAS) e a *Quality Appraisal of Diagnostic Reliability Studies* (QAREL). Os estudos foram considerados de alta qualidade se tivessem um escore $\geq 60\%$ nos itens aplicáveis, de acordo com a proposição de estudos anteriores (Barrett, McCreesh & Lewis, 2014; Van der Wurff, Hagmeijer & Meyne, 2000; May, Littlewood & Bishop 2006; Adhia *et al.*, 2013). Dois revisores de forma independente avaliaram a qualidade metodológica dos estudos incluídos. Qualquer desacordo foi discutido entre eles, nos casos que o desacordo persistiu, um terceiro revisor foi consultado.

1.4 FORÇA DE EVIDÊNCIA

A força da evidência científica foi analisada por meio da Melhor Síntese de Evidência (BES), a qual tem sido usada com sucesso por outros revisores (Maher, 2000; Huisstede *et al.*, 2010), incluindo o *Cochrane Back Review Group* (Trinh, 2009). O BES é uma alternativa à meta-análise, que propõe uma análise qualitativa dos estudos, onde a força de evidência é determinada pelo número e qualidade dos estudos e pela consistência dos seus resultados (Trinh, 2009).

Os critérios usados para classificar a força da evidência foram os seguintes: evidência forte, obtida por meio de vários estudos de alta qualidade; evidência moderada, obtida por meio de um estudo de alta qualidade e um ou mais estudos de baixa qualidade; evidência limitada, obtida por meio de um estudo de alta qualidade ou vários estudos de baixa qualidade; e sem evidência, obtida por meio de um estudo de baixa qualidade (Van Tulder, Koes & Bouter, 1997).

1.5 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o fluxograma da seleção dos artigos, baseado nas orientações do PRISMA (Moher *et al.*, 2009). Dezesesseis artigos foram incluídos para revisão a partir dos critérios de seleção. Desses estudos, 1 avaliou a validade concorrente e a reprodutibilidade intra e inter avaliador (McFarland, Wang-Price & Richard, 2015), 1 avaliou apenas a validade concorrente (Harrison *et al.*, 2005a), 1 investigou a repetibilidade, reprodutibilidade inter e intra avaliadores (Iunes *et al.*, 2005), 3 investigaram a reprodutibilidade inter e intra avaliadores (Fedorak *et al.*, 2003; Harrison *et al.*, 2005b; Gadotti *et al.*, 2013), 3 apenas reprodutibilidade intra avaliadores (Dunk, Lalonde & Callaghan, 2005; Penha *et al.*, 2008; Prushansky *et al.*, 2012), 3 avaliaram apenas a reprodutibilidade inter avaliadores (Rheault *et al.*, 1989; Iunes *et al.*, 2009; Alfonso-Penalosa *et al.*, 2013), 2 avaliaram apenas a repetibilidade (Black, McClure & Polansky, 1996; Belli *et al.*, 2009), 1 avaliou a repetibilidade e a reprodutibilidade inter avaliadores (Fortin *et al.*, 2012) e 1 avaliou a repetibilidade e a reprodutibilidade intra avaliadores (Refshauge, Goodsell & Lee, 1994).

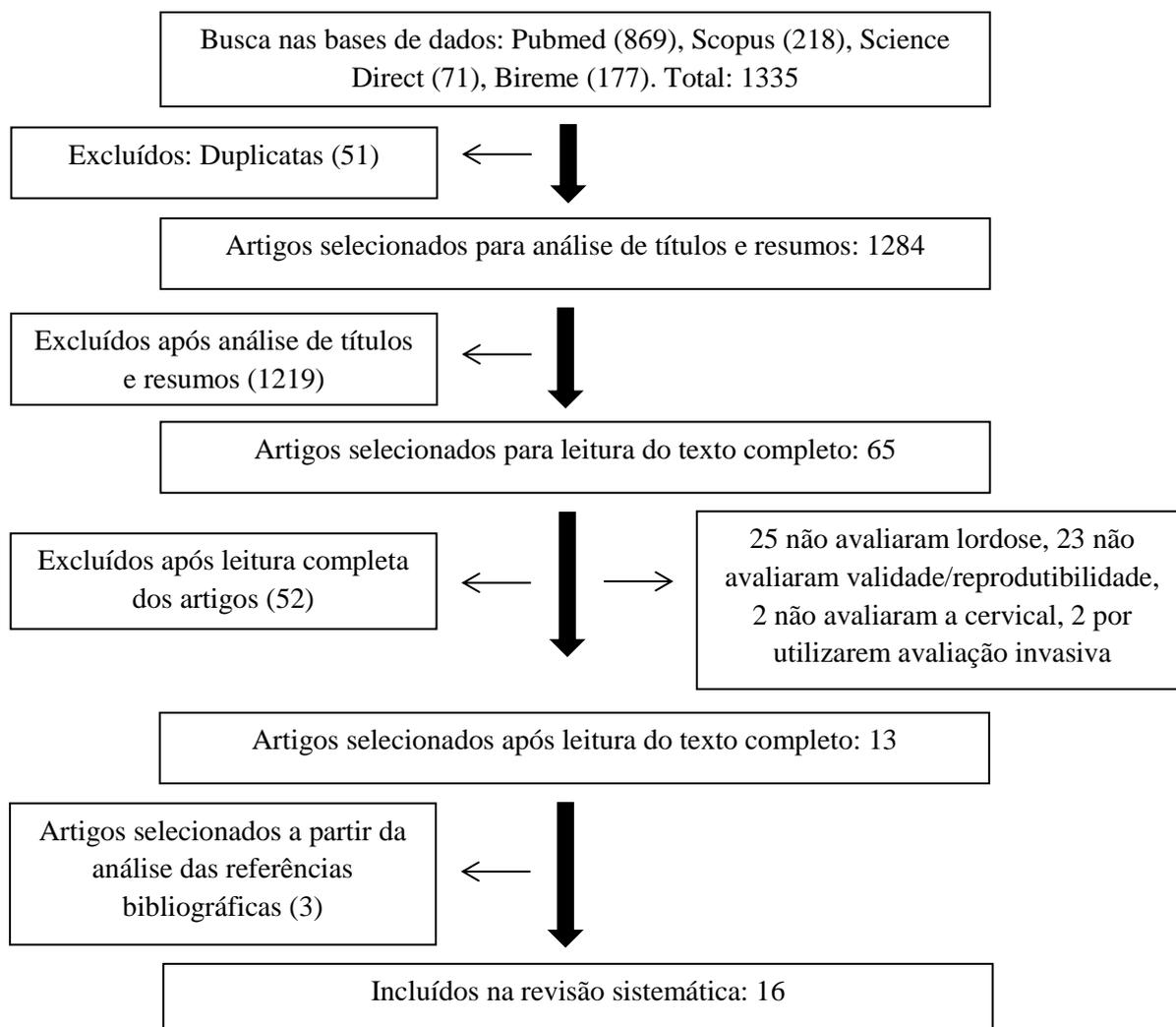


Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos, baseado nas orientações do PRISMA (Moher *et al.*, 2009).

Na avaliação da qualidade metodológica treze dos dezesseis estudos foram considerados de alta qualidade (escore $\geq 60\%$). A média da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi de 73,85%. O processo de pontuação total é apresentado na Tabela 1. Nos casos em que houve desacordo entre os dois avaliadores com relação à pontuação dos itens, um terceiro revisor estava disponível para moderar o desacordo, mas isso não foi necessário. As principais áreas de fraqueza metodológica encontradas foram: inadequada descrição dos avaliadores, insuficiente cegamento intra avaliadores, e falta de variação na ordem dos testes.

Com relação à força de evidência, com base no elevado número de estudos incluídos com alta qualidade metodológica (treze dos dezesseis estudos), a presente revisão sistemática apresentou forte força de evidência científica.

Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica: 1. Adequada descrição da amostra; 2. Adequada descrição dos avaliadores; 3. Adequada explicação do padrão de referência; 4. Cegamento inter avaliadores; 5. Cegamento intra avaliadores; 6. Variação da ordem de avaliação; 7. Período de tempo entre o teste avaliado e o padrão de referência; 8. Período de tempo entre as medidas repetidas; 9. Independência do padrão de referência do teste avaliado; 10. Adequada descrição do procedimento do teste avaliado; 11. Adequada descrição do procedimento do padrão de referência; 12. Explicação de qualquer perda amostral; 13. Métodos estatísticos apropriados.

1º autor (ano)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Alta qualidade	% da qualidade
Gadotti (2013)	s	s	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	66,6
Iunes (2005)	s	s	n/a	s	s	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	88,8
Belli (2009)	s	n	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	Não	50
Dunk (2005)	s	n	n/a	n/a	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	75
Fortin (2012)	s	s	n/a	s	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	100
Refshauge (1994)	s	s	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	75
Iunes (2009)	s	s	n/a	s	n/a	n/a	n/a	s	n/a	s	n/a	s	n	Sim	85,7
Penha (2008)	s	n	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	n	Não	37,5
Fedorak (2003)	s	s	n/a	s	s	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	88,8
Alfonso (2012)	s	s	n/a	s	n/a	n/a	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	100
McFarland (2015)	s	n	s	n	n	n	n	s	s	s	s	s	s	Sim	61,5
Harrison (2005a)	s	s	s	n/a	n/a	n/a	s	n/a	s	s	s	s	s	Sim	100
Harrison (2005b)	s	n	n/a	s	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	77,7
Rheault (1989)	s	n	n/a	s	n/a	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	n	Sim	62,5
Black (1996)	s	n	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	Não	50
Prushansky (2012)	s	n	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	Sim	62,5

s=sim; n=não; n/a=não se aplica

Um total de 5 métodos para avaliar a lordose da coluna cervical foram encontrados nos artigos revisados (Tabela 2): (1) Fotogrametria (Gadotti *et al.*, 2013; Iunes *et al.*, 2005; Belli *et al.*, 2009; Dunk, Lalonde & Callaghan, 2005; Fortim *et al.*, 2012; Iunes *et al.*, 2009; Refshauge, Goodsell & Lee, 1994); (2) Avaliação visual (Fedorak *et al.*, 2003; Alfonso-Penalosa *et al.*, 2013; Penha *et al.*, 2008; Iunes *et al.*, 2009); (3) Flexicurva (Harrison *et al.*, 2005a; Harrison *et al.*, 2005b; Rheault *et al.*,

1989; McFarland, Wang-Price & Richard, 2015); (4) Sistema de digitalização 3D (Black, McClure & Polansky, 1996); (5) Sistema por ultrassom de postura 3D (Prushansky *et al.*, 2012). A fotogrametria foi o método mais estudado em termos de reprodutibilidade. Enquanto, apenas 2 artigos estudaram a validade, sendo estes sobre o instrumento flexicurva (Harrison *et al.*, 2005a; Wang-Price & Richard, 2015).

A maioria dos estudos avaliou sujeitos com idade média entre 20 e 41 anos (tabela 2). Apenas 3 estudos foram com idade média abaixo dos 20 anos (Penha *et al.*, 2008; Fortim *et al.*, 2012; Belli *et al.*, 2009). Com relação à reprodutibilidade dos métodos, os estudos mostraram resultados que variam de baixa a excelente reprodutibilidade. Os 2 únicos artigos de validade incluídos mostraram resultados de baixa validade concorrente (Harrison *et al.*, 2005a; Wang-Price & Richard, 2015) (Tabela 2).

Tabela 2. Síntese dos 15 estudos incluídos nesta revisão

1º autor (ano)	Objetivo	Instrumento	Metodologia	Resultados
Gadotti (2013)	Reprodutibilidade inter e intra avaliador	Fotogrametria	n= 22 (33 ± 8,03 anos). Uma fotografia da postura sagital foi tirada e o ângulo cervical foi medido no software Alcmage. Duas medidas foram realizadas por 2 avaliadores com uma semana de intervalo entre as medidas. As duas medidas de cada avaliador foram comparadas, assim como as medidas entre os avaliadores para testar a reprodutibilidade intra e inter-avaliadores, respectivamente.	ICC(SEM) - IC 95% Intra avaliador: Avaliador1: 0,98(0,37) - 0,96-0,99 Avaliador2: 0,98(0,22) - 0,96-0,99 Inter avaliador: 0,91(7,06) - 0,79-0,96
Iunes (2005)	Repetibilidade e reprodutibilidade inter e intra avaliador	Fotogrametria	n= 21 (24 ± 1,9 anos). Um avaliador tirou as fotos em duas ocasiões com intervalo de 1 semana. A análise da reprodutibilidade intra avaliador foi efetuada por duas avaliações das mesmas fotos pelo mesmo avaliador com intervalo de um mês. Para a reprodutibilidade inter avaliadores, três avaliadores avaliaram as mesmas fotos. A repetibilidade foi analisada pelas medidas angulares tomadas por um avaliador em 2 fotos diferentes do mesmo sujeito.	ICC – duas vezes o erro padrão Inter avaliador: 0,748 - 2,94 ⁰ Intra avaliador: 0,966 - 2,65 ⁰ Repetibilidade: 0,451 - 1,34 ⁰
Belli (2009)	Repetibilidade	Fotogrametria	n= 5 (11 ± 1,41 anos). Todos os pontos anatômicos foram localizados e marcados pelo mesmo avaliador e fotografias foram tiradas no plano sagital com um intervalo de 15 minutos entre as sessões. Após a primeira sessão, todos os marcadores foram removidos e recolocados pelo mesmo avaliador para a segunda sessão de fotos.	Repetibilidade: ICC excelente
Dunk (2005)	Reprodutibilidade intra avaliador	Fotogrametria	n= 20, 10 mulheres (21,8 ± 0.6 anos) 10 homens (22,6 ± 1.3 anos) foram fotografados no plano sagital. Três sessões de fotos foram realizadas: a 1º e 2º na manhã e tarde do mesmo dia e a 3º com uma semana de intervalo. Marcadores foram digitalizados e o ângulo da coluna cervical foi calculado. Foi avaliada a reprodutibilidade intra avaliador.	Reprodutibilidade Intra avaliador: Homens: ICC= 0,746 Mulheres: ICC= 0,837
Fortin (2012)	Repetibilidade e a reprodutibilidade inter avaliador	Fotogrametria	n= 70 (15,7 ± 2,5 anos). Dois avaliadores, de maneira independente realizaram sessões de fotos com intervalo de 60 minutos para calcular o ângulo da lordose cervical. Foi avaliada a repetibilidade e reprodutibilidade inter avaliador.	Coeficiente de confiabilidade - SEM Repetibilidade: 0,91- 2,6 Inter avaliador: 0,90 – 2,8
Refshauge (1994)	Repetibilidade e a reprodutibilidade intra avaliador	Fotogrametria	n= 17 (36,8 ± 10,3 anos). A repetibilidade (2 minutos de intervalo entre as avaliações) e a reprodutibilidade intravaliador (uma semana de intervalo) da fotogrametria foram investigadas, para avaliar a lordose cervical.	Repetibilidade 1º dia ICC= 0,90 Repetibilidade 2º dia ICC= 0,89 Intra avaliador ICC= 0,63 e 0,89

Iunes (2009)	Reprodutibilidade inter avaliador	Avaliação visual e fotogrametria	n=21 (24±1,9 anos). Três avaliadores avaliaram visualmente a coluna cervical e classificaram a como normal, retificada ou hiperlordose. Em seguida foram fotografados no plano sagital por um avaliador. As fotos foram utilizadas para calcular o ângulo da lordose cervical. Essas fotografias foram analisadas por três avaliadores.	Foi encontrada concordância inter avaliador na fotogrametria. A concordância inter avaliador da avaliação postural visual foi de 38%.
Penha (2008)	Reprodutibilidade intra avaliador	Avaliação visual em fotografias	n= 191 (7 a 10 anos). A coluna cervical foi qualitativamente avaliada e classificada como alinhada, hiperlordose ou retificação. A reprodutibilidade intra avaliador foi analisada, um avaliador avaliou as mesmas fotos em duas ocasiões deferentes, com um mês de intervalo.	Intra avaliador ICC= 0,43
Fedorak (2003)	Reprodutibilidade intra e inter avaliador	Avaliação visual em fotografias	n= 36 (41 anos 18–73). Vinte e oito profissionais avaliaram a postura em duas fotografias de cada sujeito, uma pósterio-anterior e uma sagital direita. Cada avaliador avaliou as fotografias no Power Point® e classificou a lordose da coluna cervical e lombar em normal, aumentada, ou diminuída. Para a reprodutibilidade intra avaliador, as fotos foram repetidas sem o conhecimento do avaliador.	Os resultados de reprodutibilidade da lordose cervical e lombar foram agrupados. Intra avaliador k= 0,50 Inter avaliador k= 0,16
Alfonso-Penalosa (2013)	Reprodutibilidade inter avaliador	Avaliação visual em fotografias	n=123 (20,8 ± 2,8 anos). Três avaliadores realizaram a avaliação em fotografias impressas: duas laterais direitas e duas laterais esquerdas. A curvatura da coluna cervical foi avaliada e classificada como sem alteração, hiperlordose cervical ou lordose cervical retificada, em ambos os planos sagitais direito e esquerdo.	Kappa (intervalo de confiança 95%) Hiperlordose: 0,334 (0,193-0,517) Retificada: 0,025 (0,070-0,122)
McFarland (2015)	Validade concorrente, reprodutibilidade intra e inter avaliador	Flexicurva	n= 57 (48,1 ± 13,1 anos). Dois avaliadores testaram a reprodutibilidade intra e inter avaliador do instrumento flexicurva e compararam com ângulo Cobb C2-C7 em radiografias para verificar a validade concorrente.	Reprodutibilidade: Intra avaliador ICC= 0,84 Inter avaliador ICC=0,53 Validade concorrente r= -0,25
Harrison (2005a)	Validade concorrente	Flexicurva	n= 96 (40,1 ± 17,9 anos). O flexicurva foi utilizado para mensurar o contorno da coluna cervical, da protuberância occipital até a vértebra mais proeminente. O resultado do flexicurva foi comparado com o de radiografias.	Flexicurva e radiografias tiveram diferença significativa, confirmadas pela análise de Bland Altman e pela correlação de Pearson (r= 0,10-0,15).

Harrison (2005b)	Reprodutibilidade inter e intra avaliador	Flexicurva	n= 30 (30,9 ± 9,19 anos). Este estudo obteve medições repetidas aleatórias envolvendo três avaliadores. Os sujeitos foram avaliados duas vezes por 3 avaliadores com um dia de intervalo entre as avaliações. O flexicurva foi moldado na cervical, a partir da protuberância occipital até à vértebra proeminente. Foram avaliadas a reprodutibilidade inter e intra avaliador.	Todos (8) os ICCs inter avaliador foram pobres (<0,40) A maioria (5) dos ICCs intra avaliador foram pobres. Somente 3 ICCs intra avaliador foram moderados (0,40 – 0,50).
Rheault (1989)	Reprodutibilidade inter avaliador	Flexicurva	n= 20 (22,7 ± 2,6 anos). Medidas da curvatura da coluna cervical foram feitas em duas posições diferentes: com a coluna cervical na posição neutra e com a coluna cervical na posição de flexão máxima por dois avaliadores.	posição neutra r= 0,80 posição flexionada r= 0,90 O teste t pareado mostrou que não existem diferenças significativas para ambas as posições (p>0,05).
Black (1996)	Repetibilidade	Sistema de digitalização 3D – Metrecom	n=30 (28 anos 22-45). Um modelo biomecânico foi desenvolvido que permitiu a medida do ângulo cervical. Para medir a repetibilidade, as medidas foram repetidas após três minutos de descanso dos participantes.	ICC (SEM) Ângulo da cervical alta: 0,65 (5,0) Ângulo da cervical baixa: 0,86 (3,7)
Prushansky (2012)	Reprodutibilidade intra avaliador	Sistema por ultrassom de postura 3D	n= 30 (26,8 ± 2,5 anos). Um avaliador realizou duas avaliações da curvatura da coluna cervical usando um sistema de ultrassom 3D, com intervalo de 1 semana entre as avaliações.	Intra avaliador: ICC= 0,68 SEM= 3,8

1.6 DISCUSSÃO

Nesta revisão, o método mais estudado foi a fotogrametria, sendo este também o que apresentou os melhores resultados de reprodutibilidade. Conforme Gadotti & Biasotto (2010), a fotogrametria (medidas em fotos) parece ser uma boa alternativa clínica quando comparada a outros métodos, como por exemplo, quando comparada a radiografias, por não ser invasiva, constituir-se em um método mais barato, e por ser um método mais objetivo quando comparado à avaliação visual. Neste sentido, a fotogrametria na área da saúde tem a finalidade de obter medidas da forma e das dimensões dos corpos ou de parte deles. Esse é um recurso acessível à maioria dos profissionais da área da saúde, permitindo realizar a avaliação postural e quantificar as alterações encontradas (Gadotti *et al.*, 2013). No entanto, a aplicação da técnica para o acompanhamento de mudanças temporais e investigação científica não é tão simples como aparenta ser, uma vez que requer vários cuidados metodológicos para padronizar as fotos e evitar efeitos de distorção (Vegter & Hage, 2000). As distorções implicam alterações na imagem fotográfica que podem causar impressão enganosa de possíveis assimetrias na postura do indivíduo (Watson & Macdonncha, 2000). Entre os cuidados metodológicos descritos na literatura para obter registros comparáveis estão: o treinamento do avaliador, trabalhar com apenas um avaliador ou com um número limitado, utilizar sempre a mesma câmera, posicioná-la sempre à mesma distância do paciente, usar tripé e marcas no chão para posicionar o paciente (Watson, 1998). Contudo, o método carece de validação concorrente na avaliação da lordose cervical.

Com relação a avaliação visual e a avaliação visual em fotografias, apenas estudos de reprodutibilidade foram incluídos, apresentando resultados de fraca a moderada reprodutibilidade tanto inter quanto intra avaliador. Este método é considerado a avaliação postural clássica, ou seja, a avaliação ensinada em cursos de graduação e normalmente realizada por profissionais de saúde. É um método baseado na análise visual por meio da observação qualitativa das curvaturas da coluna vertebral e das assimetrias corporais na vista lateral, assim como nos planos anterior e posterior (Kendall, McCreary & Provance, 1995). Embora um exame clínico da coluna normalmente deva começar com uma avaliação da postura através da inspeção visual, conforme Fedorak *et al.* (2003), esta avaliação qualitativa não permite a detecção de pequenas alterações e pode levar a erros e variações entre diferentes examinadores. As

implicações destes resultados são importantes para os profissionais da área da saúde, particularmente porque a avaliação visual é regularmente utilizada para avaliar a lordose cervical. Sendo assim, os profissionais precisam estar cientes das limitações da avaliação visual. Contudo, não sugerimos que a avaliação visual deva ser descartada simplesmente porque ela tem pouca reprodutibilidade. A inspeção visual é um componente importante em qualquer exame clínico, e o exame da coluna cervical não é exceção, podendo ser um indicativo para a realização de um exame mais aprofundado desta região.

O instrumento flexicurva foi o único método incluído que apresentou dois estudos de validade concorrente. Esse instrumento consiste de uma peça de chumbo flexível, revestido por plástico, que pode ser moldado na coluna cervical do indivíduo, a fim de se replicar a curvatura da coluna. Imediatamente após ser moldado, o flexicurva mantém a forma na qual é fixado, e deve ser sobreposto em um papel milimetrado, onde seu contorno é traçado. Por meio de análise geométrica do desenho da curvatura no papel, calcula-se o ângulo das curvaturas (Harrison *et al.*, 2005a, McFarland, Wang-Price & Richard, 2015). O primeiro estudo de validade foi de Harrison *et al.* (2005a), no qual os autores compararam os resultados do flexicurva com radiografias e, além de encontrarem valores médios significativamente diferentes entre os dois métodos de avaliação, encontraram uma correlações muito baixas ($r < 0,15$). Ainda, os resultados mostraram que o que o flexicurva identificava sempre uma lordose, mesmo que os indivíduos apresentassem retificação da curvatura cervical. Os autores especularam que esse erro poderia estar associado a, pelo menos, dois fatores: a escolha dos pontos superior e inferior para avaliação do flexicurva (protuberância occipital e vértebra proeminente) e a redução no comprimento dos processos espinhosos da região medial da cervical (C3-C6) (Harrison *et al.*, 2005a). O segundo estudo foi de McFarland, Wang-Price & Richard (2015), os quais também avaliaram a validade concorrente do flexicurva comparando com ângulo Cobb C2-C7, medido em radiografias, e encontraram uma baixa e inversa correlação ($r = -0,25$). Os autores sugeriram que a falta de correlação pode estar relacionada ao ligamento nual, que poderia limitar a medida da superfície da lordose cervical com o flexicurva. Ainda, relataram que os cálculos matemáticos do ângulo Cobb, nas radiografias, e do flexicurva são diferentes, o que pode representar outra fonte de erro, e que o tempo significativo decorrido entre a avaliação radiológica e com o flexicurva poderia também ter influenciado as análises.

Neste contexto, acreditamos que há a necessidade de mais estudos de validação com o instrumento flexicurva, com a utilização de outros pontos de referência na cervical superior e cervical inferior e, além disso, incluir pontos na região torácica, para que o nível vertebral mais adequado possa ser identificado, podendo tornar mais precisa a avaliação da coluna cervical, e possivelmente a validação do instrumento.

Nos estudos de reprodutibilidade do flexicurva foram encontrados resultados controversos. No estudo de Harrison *et al.* (2005b), foi encontrada uma baixa reprodutibilidade inter e intra avaliadores. Os autores especularam possíveis limitações do seu estudo relacionadas à flexibilidade inerente do instrumento flexicurva e o fato de que a gravidade ou uma leve pressão na banda de metal contida dentro do flexicurva podem deformar um pouco o instrumento antes que um traçado preciso possa ser feito no papel (Harrison *et al.*, 2005b). Contudo, no estudo de Rheault *et al.* (1989), a reprodutibilidade inter avaliador mostrou haver correlação e não haver diferenças significativas entre os dois avaliadores. Da mesma forma, McFarland, Wang-Price & Richard (2015) encontraram correlação excelente intra avaliador, no entanto, a correlação inter avaliador foi moderada.

O sistema Metrecom (*FARO Medical Technologies, Inc., Lake Mary, Florida*) é um digitalizador tridimensional, computadorizado e não invasivo que foi utilizado no estudo de Black, McClure & Polansky (1996). Este sistema utiliza transdutores de deslocamento em pontos anatômicos específicos que são digitalizados em um sistema de coordenadas x, y, z. O ângulo da coluna cervical foi calculado a partir destes pontos digitalizados. Embora a repetibilidade deste método tenha mostrado resultados de moderado a excelente, não foi testada a reprodutibilidade inter e intra avaliadores, assim como também não foi avaliada a validade concorrente do modelo utilizado no estudo.

Prushansky *et al.* (2012) utilizaram um sistema de postura ultrassom 3D (*Zebris Medizin-technik GmbH, Isny, Alemanha*), que consiste em um ponteiro de ultrassom, uma unidade de sensores de referência, unidade receptora/processadora, e um computador. A ponta do ponteiro é manualmente levada a tocar marcadores na pele localizados na coluna. Os dados são processados através de um software dedicado para se obter o ângulo da curvatura cervical. Este sistema demonstrou moderada reprodutibilidade intra avaliador. Os autores justificam este resultado, ao relatarem que a região cervical é mais problemática na marcação de pontos anatômicos, quando

comparada a outras regiões da coluna, e que pela mobilidade da cabeça aumenta-se a fonte de erros nas medidas. Contudo, o sistema carece de validade concorrente comparando com o padrão ouro (Raios-X), assim como estudos de reprodutibilidade inter avaliadores na região cervical.

Em suma, esta revisão sistemática evidencia uma forte necessidade de mais estudos com métodos para avaliação não invasiva da lordose cervical, uma vez que não foram encontrados métodos que contemplassem todos os parâmetros de validade e reprodutibilidade. Embora nossa revisão tenha mostrado forte força de evidência científica e alguns dos estudos incluídos apresentem resultados promissores, as pesquisas futuras devem ter atenção aos critérios de qualidade metodológica, pois identificamos fraquezas nas áreas da descrição dos avaliadores, no insuficiente cegamento intra avaliadores, e na falta de variação na ordem dos testes. Ainda, recomendamos que as futuras pesquisas, voltadas ao desenvolvimento e validação de instrumentos alternativos para avaliação da cervical, devam incluir amostras representativas assim como análises estatísticas adequadas para as finalidades de um estudo de validação.

1.7 CONCLUSÃO

Foram encontrados cinco métodos para avaliação não invasiva da lordose cervical, embora poucos sejam os estudos para cada método. A fotogrametria apresentou os melhores resultados de reprodutibilidade, contudo, carece de validação concorrente. A avaliação visual se mostrou não reprodutível e também carece de validação concorrente. O flexicurva demonstrou resultados controversos para reprodutibilidade e a necessidade de mais estudos com diferentes pontos anatômicos para avaliação da validade concorrente. E, ambos os sistemas que avaliam a coluna cervical em 3D requerem mais estudos, além do fato de serem mais caros e complexos para aplicabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhia DB, Bussey MD, Ribeiro DC, Tumilty S, Milosavljevic S. “Validity and reliability of palpation-digitization for non-invasive kinematic measurement, a systematic review”. **Manual Therapy**, 18(1): 26-34, 2013.

Alfonso-Penalosa Y, Cepeda-López J, Navarro-Valencia M, Tirado-Todaro A, Quintero-Moyab S, Ramírez P, Angarita A. “Reproducibilidad interevaluador del Formato de Observación Sistemática de la Alineación Corporal en estudiantes universitarios”. **Fisioterapia**, 35(4): 154–166, 2013.

Barrett E, McCreesh K, Lewis J. “Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review”. **Manual Therapy**, 19: 10-17, 2014

Belli JF, Chaves TC, de Oliveira AS, Grossi DB. “Analysis of body posture in children with mild to moderate asthma”. **European Journal of Pediatrics**, 168(10):1207-16, 2009.

Black KM, McClure P, Polansky M. “The influence of different sitting positions on cervical and lumbar posture”. **Spine**, 21(1):65-70, 1996.

Brink Y, Louw Q. “Clinical instruments: reliability and validity critical appraisal”. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, 18: 1126–1132, 2011.

Cuccia AM, Carola C. “The measurement of craniocervical posture: a simple method to evaluate head position”. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, 73(12): 1732-1736, 2009.

Dunk NM, Lalonde J, Callaghan JP. “Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 28(6): 386-92, 2005.

Fedorak C, Ashworth N, Marshall J, Paull H. “Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we?” **Spine**, 28(16): 1857-9, 2003.

Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, Gravel D, Gauthier F, Labelle H. “Reliability of a quantitative clinical posture assessment tool among persons with idiopathic scoliosis”. **Physiotherapy**, 98(1): 64-75, 2012.

Gadotti I, Biasotto GD. “Sensitivity of clinical assessment of head posture in sagittal plane-a preliminary study”. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, 16:141-4, 2010.

Gadotti IC1, Armijo-Olivo S, Silveira A, Magee D. “Reliability of the craniocervical posture assessment: visual and angular measurements using photographs and radiographs”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 36(9): 619-25, 2013.

Garrett TR, Youdas JW, Madson TJ. “Reliability of measuring forward head posture in a clinical setting”. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, 17(3): 155-160, 1993.

Grimmer-Somers K, Milanese S, Louw Q. “Measurement of cervical posture in the sagittal plane”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 31(7), 2008.

Harrison DE, Haas JW, Cailliet R, Harrison DD, Holland B, Janik TJ. “Concurrent validity of flexicurve instrument measurements: sagittal skin contour of the cervical spine compared with lateral cervical radiographic measurements”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 28(8): 597–603, 2005a.

Harrison DE, Haas JW, Harrison DD, Holland B, Janik T. "Sagittal skin contour of the cervical spine: interexaminer and intraexaminer reliability of the flexicurve instrument". **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 28(7): 516-519, 2005b.

Higgins J, Green S. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. 5.0 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, Van Middelkoop M, Koes BW. "Carpal tunnel syndrome. Part I: effectiveness of nonsurgical treatments-a systematic review". **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 91(7): 981-1004, 2010.

Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. "Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria". **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 9(3): 327-334, 2005.

Iunes DH, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, Castro FA, Salgado HS. "Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment". **Revista Brasileira de Fisioterapia**, (13)4: 308-15, 2009.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PE. **Músculos: provas e funções**. 5a ed. São Paulo: Manole, 1995.

Lau HM, Chiu TT, Lam TH. "Clinical measurement of craniovertebral angle by electronic head posture instrument: a test of reliability and validity". **Manual Therapy**, 14(4): 363-368, 2009.

Lau HM, Chiu TT, Lam TH. "Measurement of craniovertebral angle with Electronic Head Posture Instrument: Criterion validity". **Journal of Rehabilitation Research & Development**, 47(9): 911-918, 2010.

Maher CG. "A systematic review of workplace interventions to prevent low back pain". **Australian Journal of Physiotherapy**, 46(4): 259-69, 2000.

May S, Littlewood C, Bishop A. "Reliability of procedures used in the physical examination of non-specific low back pain: a systematic review". **Australian Journal of Physiotherapy** 52: 91-102, 2006.

McFarland C, Wang-Price S, Richard S. "Clinical measurements of cervical lordosis using flexirule and inclinometer methods in individuals with and without cervical spine dysfunction: A reliability and validity study". **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, 28(2):295-302, 2015.

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D, PRISMA Group. "Reprint - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement". **Physical Therapy**, 89(9): 873-80, 2009.

Oliveira TS, Candotti CT, La Torre M, Pelinson PT, Furlanetto TS, Kutchak FM, Loss JF. "Validity and Reproducibility of the Measurements Obtained Using the Flexicurve Instrument to Evaluate the Angles of Thoracic and Lumbar Curvatures of the Spine in the Sagittal Plane". **Rehabilitation Research and Practice**, 2012: 9 pages, 2012.

Penha PJ, Casarotto RA, Sacco ICN, Marques AP, João SMA. "Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age". **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 12(5): 386-91, 2008.

Prushansky T, Geller S, Avraham A, Furman C, Sela L. "Angular and linear spinal parameters associated with relaxed and erect postures in healthy subjects". **Physiotherapy Theory and Practice**, Early Online: 1-9, 2012

Refshauge K, Goodsell M, Lee M. "Consistency of cervical and cervicothoracic posture in standing". **Australian Journal of Physiotherapy**, 40(4): 235-40, 1994.

Rheault W, Ferris S, Foley JA, Schaffhauser D, Smith R. "Intertester reliability of the flexible ruler for the cervical spine". **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 10(7): 254-6, 1989.

Trinh K. "Summaries and recommendations of the global impression method". **Journal of Acupuncture and Tuina Science**, 7(5): 296-302, 2009.

Van der Wurff P, Hagmeijer RHM, Meyne W. "Clinical tests of the sacroiliac joint. A systematic methodological review. Part 1. Reliability. **Manual Therapy**, 5(1): 30-6, 2000.

Van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM. "Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain: A systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions". **Spine**, 22(18): 2128-56, 1997.

Vegter F, Hage JJ. "Standardized facial photography of cleft patients: just fit the grid?" **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, 37(5): 435-440, 2000.

Watson AWS, Macdonncha C. "A reliable technique for the assessment of posture: assessment criteria for aspects of posture". **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 40(3): 260-70, 2000.

Watson AWS. "Procedure for the production of high quality photographs suitable for the recording and evaluation of posture". **Revista Fisioterapia**, 5(1): 20-6 1998.

CAPITULO 2: VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO INSTRUMENTO FLEXICURVA PARA AVALIAÇÃO DA LORDOSE DA COLUNA CERVICAL

RESUMO

A literatura apresenta alguns instrumentos alternativos ao exame de Raios-X (padrão ouro) para avaliação da curvatura cervical, dentre os quais se cita o flexicurva, que por permitir avaliar o contorno da superfície, é considerado uma opção interessante na prática clínica. Contudo, o flexicurva carece ainda de investigação no que se refere as suas propriedades psicométricas. Portanto, nossos objetivos foram: (1) identificar a validade concorrente do flexicurva a partir da verificação de concordância entre os resultados do exame de Raios-X e do flexicurva; (2) verificar a reprodutibilidade intra e inter avaliador do flexicurva; e (3) identificar a capacidade diagnóstica da medida fornecida pelo instrumento flexicurva. Fizeram parte do estudo 113 indivíduos adultos voluntários, de ambos os sexos divididos em dois grupos: (1) grupo VAL (n= 55), que participou da fase de validação concorrente, com médias de: idade $38,5 \pm 15,3$ anos, massa corporal $76,7 \pm 17,8$ kg, estatura $170,1 \pm 10,5$ cm e IMC $22,4 \pm 4,3$; e (2) grupo REP (n=58), que participou da fase de avaliação da reprodutibilidade do flexicurva, com médias de: idade $32,8 \pm 15,4$ anos, massa corporal $68,8 \pm 12,3$ kg, estatura $163,7 \pm 9,6$ cm, e IMC $20,9 \pm 3,4$. Para fins de análise, os grupos VAL e REP foram divididos em sub-grupos pelo Índice de Massa Corpórea (IMC). O tratamento estatístico foi realizado no software SPSS versão 20, sendo primeiramente realizada análise descritiva e verificada a normalidade dos ângulos do flexicurva (AF) e dos ângulos Cobb (AC) pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para análises com $n > 50$ e pelo teste de Shapiro-Wilk para análises com $n < 50$. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 0,05. A reprodutibilidade dos AF foi avaliada através do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), o erro padrão da medida (SEM) e o mínimo erro detectável (MDC). Para a validade concorrente foi utilizado o Coeficiente de Correlação Produto-momento de Pearson para comparar os AF com os AC, o teste t pareado e o erro RMS. Para analisar o grau de concordância entre os AF e os AC foi utilizado o método gráfico de Bland & Altman. Ainda, foram utilizadas análises de regressão linear, para ajustar os AF em relação aos AC. Para avaliar a capacidade diagnóstica do instrumento flexicurva foram calculadas a sensibilidade e a especificidade. O grupo REP apresentou resultados de excelente reprodutibilidade intra avaliador (ICC= 0,771; $p < 0,001$; SEM=4,4°; MDC=8,6°) e inter avaliador (ICC=0,775; $p < 0,001$; SEM=4,3°; MDC=8,5°), sendo esse resultado mantido para os sub-grupos 'baixo peso' e 'sobrepeso', enquanto que no sub-grupo 'saúdável' o resultado de reprodutibilidade foi considerado moderado. No que diz respeito à validação concorrente, o grupo VAL apresentou correlação alta entre os AF corrigidos e os AC ($r=0,570$; $p < 0,001$; Erro RMS=9,83°). Ainda, o sub-grupo 'baixo peso' apresentou correlação praticamente perfeita ($r=0,926$; $p < 0,001$; Erro RMS=5,66°), e o sub-grupo 'saúdável' correlação alta ($r=0,575$; $p < 0,001$; Erro RMS=9,01°), e o sub-grupo 'sobrepeso' não apresentou correlação ($r=0,069$; $p=0,832$). Quanto à capacidade diagnóstica, o flexicurva apresentou sensibilidade de 59% e especificidade de 44%. Conclui-se que o flexicurva mostrou-se um instrumento reprodutível para ser usado pelo mesmo avaliador assim como por diferentes avaliadores, e também se mostrou um instrumento válido para avaliar a curvatura da coluna cervical no plano sagital em indivíduos adultos classificados pelo IMC com baixo peso e saudáveis.

Palavras-chave: vértebras cervicais, pescoço, avaliação, estudos de validação, lordose.

ABSTRACT

The literature presents some alternative instruments rather than take X-rays (gold standard) for evaluation of cervical curvature, among which the flexicurve, which allow the assessment of the surface contour, and is considered an interesting option in clinical practice. However, the flexicurve still need research regarding its psychometric properties. Therefore, our objectives were: (1) identify the concurrent validity of flexicurve from the concordance between the results of the examination of X-rays and flexicurve; (2) to verify the intra and inter evaluator reproducibility of the flexicurve; and (3) identify the diagnostic capacity of the measure provided by flexicurve instrument. Study participants were 113 adult volunteers individuals of both sexes divided into two groups: (1) VAL group (n=55) who participated in the concurrent validation phase, averaging: age $38,5 \pm 15,3$ years, body weight $76,7 \pm 17,8$ kg, height $170,1 \pm 10,5$ cm and BMI $22,4 \pm 4,3$; (2) REP group (n=58), who participated in the evaluation phase of the reproducibility of flexicurve, averaging: age $32,8 \pm 15,4$ years, body weight $68,8 \pm 12,3$ kg, height $163,7 \pm 9,6$ cm and BMI $20,9 \pm 3,4$. For analysis purposes, the VAL and REP groups were divided into sub-groups by Body Mass Index (BMI). Statistical analysis was performed using SPSS software version 20, first being performed descriptive analysis and checked the normality of flexicurve angles (AF) and Cobb angles (AC) by Kolmogorov-Smirnov test for analysis with $n > 50$ and the test Shapiro-Wilk for analysis with $n < 50$. The significance level for all tests was 0,05. The reproducibility of AF was assessed using the Intraclass Correlation Coefficient test (ICC), the standard error of measurement (SEM) and the minimum detectable change (MDC). For the concurrent validity, was used the Pearson product-moment correlation coefficient to compare AF with AC, the paired t-test and the RMS error. To analyze the degree of agreement between AF and AC we used the graphic method of Bland and Altman. Still, linear regression analyzes were used to adjust the AF relating to AC. To evaluate the diagnostic ability of the instrument flexicurve we calculated the sensitivity and specificity. The REP group presented results of excellent reproducibility intra evaluator (ICC= 0,771; $p < 0,001$; SEM=4,40; MDC=8,60) and inter evaluator (ICC=0,775; $p < 0,001$; SEM=4,30; MDC=8,50), this result being maintained for sub-groups "low weight" and "overweight", while in "healthy" subgroup reproducibility of the result was considered moderate. Regarding the concurrent validation, the VAL group showed high correlation between the angles of flexicurve and Cobb angles ($r=0,570$; $p < 0,001$; RMS Error=9,83°). Still, the sub-group "underweight" showed practically perfect correlation ($r=0,926$; $p < 0,001$; RMS error=5,66°) and the "healthy" sub-group high correlation ($r=0,575$; $p < 0,001$; RMS error=9,01°), and the sub- group "overweight" showed no correlation ($r=0,069$; $p=0,832$). As for the diagnostic capacity, flexicurve had a sensitivity of 59% and specificity of 44%. In conclusion the flexicurve showed a reproducible tool to be used by the same evaluator as well as by different evaluators, and also proved a valid tool to assess curvature of the cervical spine in the sagittal plane in adults classified by BMI underweight and healthy.

Key words: cervical vertebrae, neck, evaluation, validation studies, lordosis.

2.1 INTRODUÇÃO

A postura, tanto estática quanto dinâmica, nas atividades do dia a dia e na prática de esportes e atividade física, tem uma função extremamente relevante na harmonia entre corpo e mente, proporcionando saúde e bem-estar geral ao indivíduo (Moffat & Vickery, 1999). No que diz respeito à postura da coluna cervical, é comumente observado que, na prática clínica, os fisioterapeutas, quiropraxistas e médicos ortopedistas adotam, como primeiro recurso avaliativo, a inspeção visual da posição da cabeça para avaliar a postura cervical. Entretanto, dada à natureza subjetiva da inspeção visual, o diagnóstico inicial acaba necessitando de posterior confirmação, muitas vezes pelo exame de Raios-X, que é considerado o padrão ouro para avaliação da curvatura cervical no plano sagital (Tayyab *et al.*, 2007). Entretanto, devido à sua natureza invasiva, o exame de Raios-X é considerado inadequado para uso repetido ao acompanhar tratamentos posturais, uma vez que o paciente é submetido à exposição repetida da radiação (Greendale *et al.*, 2010).

Assim sendo, estudos veem sendo conduzidos na busca de métodos menos invasivos, práticos e de baixo custo para avaliar as alterações nas curvaturas da na coluna (Garrett, Youdas & Madson, 1993; Cuccia & Carola, 2009; Lau, Chiu & Lam, 2010; Fortin *et al.*, 2012). Sob esta condição, o contorno da superfície pode ser uma opção interessante para analisar o alinhamento da coluna no plano sagital. Com estas características, o instrumento flexicurva tem sido utilizado em diversos estudos para avaliar a coluna dorsal e lombar no plano sagital (Hart & Rose, 1986; Teixeira & Carvalho, 2007; Greendale *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2012). Esse instrumento consiste de uma peça de chumbo flexível, revestido por plástico, que pode ser moldado nas costas do indivíduo, a fim de se replicar a forma da coluna vertebral. Após ser moldado, o flexicurva mantém a forma na qual é fixado, onde pode se traçar o contorno da coluna em um papel para calcular o ângulo da curvatura.

Não obstante, o flexicurva carece ainda de investigação no que se refere à avaliação da coluna cervical, pois acreditamos que se fossem demonstradas evidências de que esse instrumento é capaz de fornecer medições válidas e reprodutivas dos ângulos da lordose cervical, profissionais da área da saúde, como quiropraxistas e fisioterapeutas, que costumam conduzir tratamentos destinados à região da lordose cervical, utilizando o exame de Raios-X na avaliação e no acompanhamento dos desfechos (Morningstar,

Strauchman & Weeks, 2003; Harrison *et al.*, 2002), serão beneficiados na sua prática clínica. Ainda, nessas condições, o flexicurva também poderia ser utilizado por profissionais da área médica que considerem a configuração da lordose cervical um importante desfecho clínico nos cuidados de saúde, como por exemplo, no acompanhamento pós-cirúrgico da coluna cervical (Katsuura *et al.*, 1996; Kawakami *et al.*, 1999).

A partir dessa contextualização, intencionamos, com o presente estudo, propor uma metodologia de avaliação da configuração morfológica da coluna cervical utilizando o flexicurva. Assim, considerando que a morfologia das vertebrais cervicais é muito variada, tanto no que se refere ao comprimento e angulação dos processos espinhosos, quanto ao volume dos corpos vertebrais (Gilad & Nissan, 1985), entendemos que foi necessária a investigação de diversos pontos de referência, inclusive incluindo pontos na região torácica, de modo que o nível vertebral mais adequado para o cálculo da lordose cervical pudesse ser definido. Nesse sentido, utilizamos diversos pontos de referência na cervical superior e cervical inferior e, além disso, incluímos pontos na região torácica, para que o nível vertebral mais adequado pudesse ter sido identificado, tornando mais precisa a avaliação da coluna cervical. Ainda, hipotetizamos que indivíduos com diferentes Índices de Massa Corporal (IMC), devido a acúmulos adiposos subcutâneos na região cervical, poderiam gerar um risco de viés nos resultados das avaliações. Desta forma a amostra foi também analisada subdividida pelo IMC.

Portanto, nossos objetivos foram: (1) identificar a validade concorrente do instrumento flexicurva a partir da verificação de concordância entre os resultados do exame de Raios-X e do flexicurva; (2) verificar a reprodutibilidade intra e inter avaliador do instrumento flexicurva; e (3) identificar a capacidade diagnóstica da medida fornecida pelo instrumento flexicurva.

2.2 METODOLOGIA

Fizeram parte do estudo 113 indivíduos adultos voluntários, de ambos os sexos divididos em dois grupos: (1) grupo VAL (n= 55), que participou da fase de validação concorrente (idade média $38,52 \pm 15,38$ anos, massa média $76,75 \pm 17,80$ kg, estatura média $170,15 \pm 10,54$ cm, IMC médio $22,43 \pm 4,38$, 54,5% do sexo feminino e 45,5% do sexo masculino); e (2) grupo REP (n=58), que participou da fase de avaliação da

reprodutibilidade do flexicurva (idade média $32,86 \pm 15,47$ anos, massa média $68,84 \pm 12,38$ kg, estatura média $163,72 \pm 9,68$ cm, IMC médio $20,99 \pm 3,44$, 65,5% do sexo feminino e 34,5% do sexo masculino). O tamanho da amostra foi calculado com um grau de confiança de 95% e aplicando um erro de medida tolerado estimado em 5% sobre a média ($55,1^\circ$) e o desvio padrão ($10,4^\circ$) da lordose cervical proveniente da literatura (Harrison *et al.*, 2004). Desse modo, foi necessário um número mínimo de 55 participantes em cada um dos dois grupos.

Os critérios de inclusão foram: manifestação de interesse em participar da pesquisa e possuir idade cronológica superior a 18 anos e inferior a 60 anos. Os critérios de exclusão foram: imagens radiográficas de baixa qualidade; indivíduos que faltaram em algum dos encontros avaliativos ou que optaram em desistir de participar do estudo; impossibilidade do indivíduo de permanecer na postura ortostática; e existência de qualquer intervenção cirúrgica prévia na coluna vertebral que interferisse na aquisição dos ângulos da lordose cervical pelos métodos avaliativos.

2.2.1 Procedimento de coleta e análise de dados

2.2.1.1 Etapa de validação

O grupo VAL foi avaliado no Instituto de Radiologia Pante SS LTDA (Radiologia Pante) pelo avaliador 1 (av1). Inicialmente, foram palpados e marcados, com lápis dermatográfico, na superfície da pele os seguintes pontos anatômicos: protuberância occipital (C0), tubérculo posterior de atlas (C1) e os processos espinhosos de C2, C7, T1 e T2. Na marcação do ponto C0, em indivíduos com cabelo comprido, o que dificultou a marcação deste ponto anatômico, foi colocado uma faixa na cabeça, a marcação foi então feita na faixa com um marcador adesivo (Figura 1).

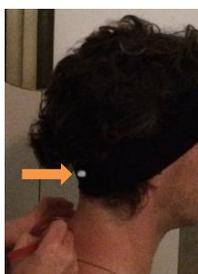


Figura 1. Marcação do ponto C0 com marcador adesivo em indivíduo com faixa na cabeça.

Para radiografias cervicais laterais, os sujeitos foram posicionados sentados em um banco com os ombros posicionados perpendicularmente ao *bucky* radiográfico, sendo orientados a fechar seus olhos, flexionar e estender a coluna cervical duas vezes, e parar na posição neutra. Esta posição neutra é aquela em que o sujeito está com o olhar voltado para frente. Estando, então, nessa posição, o sujeito era instruído a abrir seus olhos e a olhar para frente sem se mover. Esta metodologia visou padronizar a postura cervical e, segundo Harrison *et al.* (2003), se mostrou reprodutível.

Imediatamente após, o flexicurva foi moldado (Figura 2a) e fixado na coluna cervical utilizando fitas de velcro (Figura 2b). Foi então feita a demarcação no próprio flexicurva nos locais correspondentes aos pontos anatômicos marcados na pele. Essa demarcação foi realizada utilizando marcadores de metal imantados (Figura 2c). Com o flexicurva fixado no corpo dos indivíduos, foram realizadas radiografias laterais da coluna cervical pelo técnico responsável da Radiologia Pante. Imediatamente após a realização do exame de Raios-X, o av1 retirou cuidadosamente o flexicurva e colocou-o sobre um papel milimetrado para traçar o contorno da coluna cervical (Figura 2d).

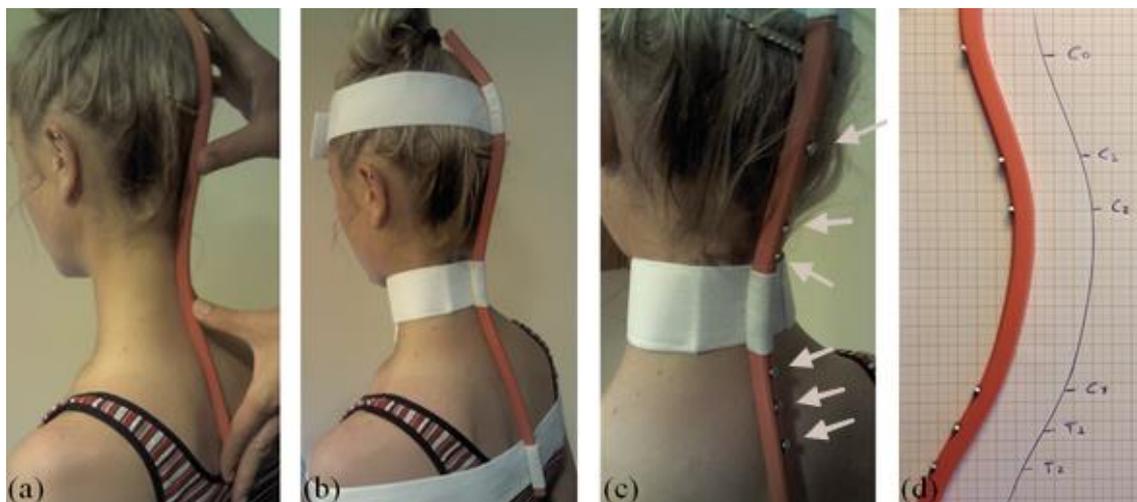


Figura 2. Metodologia de avaliação do flexicurva: (a) moldando o flexicurva; (b) fixando com fitas de velcro; (c) demarcação com marcadores de metal imantados; (d) traçado no papel milimetrado.

De posse desse contorno, em um momento posterior à avaliação, um sistema de coordenadas cartesiano foi definido no papel milimetrado, onde o eixo y representou a direção crânio-caudal, e o eixo x representou a direção anterior-posterior (Figura 3a). Esse papel milimetrado foi então escaneado e por meio de uma rotina desenvolvida no software MATLAB® 7.5, especialmente para este estudo, foram digitalizados na

imagem escaneada, 12 pares ordenados (x,y) sobre a curvatura. O primeiro par ordenado correspondeu ao local de C0, o segundo e terceiro foram marcados equidistantes entre C0 e C1, o quarto correspondeu à C1, o quinto à C2, o décimo à C7, o décimo primeiro à T1 e o décimo segundo à T2. Os quatro pares ordenados restantes foram digitalizados equidistantes entre C2 e C7 (Figura 3b). Através destes pares ordenados, o *software* produziu um polinômio de terceira ordem representando a curva cervical, ocorrendo entre os pontos de C0 até T2 (Figura 3c). O ângulo fornecido pelo flexicurva (AF) foi então calculado entre as retas que tangenciam os pontos representativos de C1 e T2 no polinômio (Figura 3d).

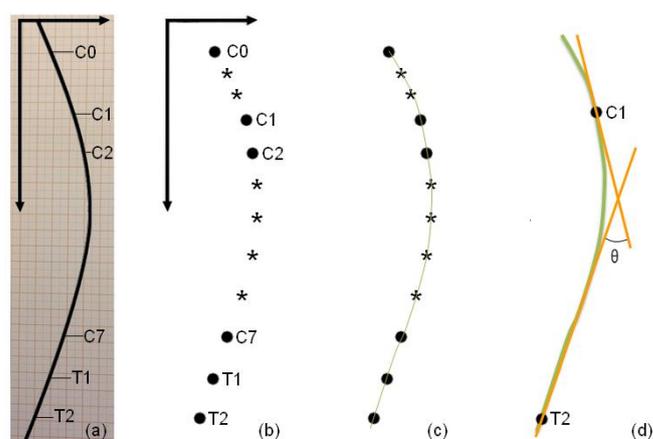


Figura 3. Metodologia de análise do flexicurva: (a) traçado do flexicurva no papel milimetrado representando a curvatura cervical; (b) 12 pares ordenados digitalizados no traçado do flexicurva; (c) polinômio de 3ª ordem gerado pelo *software* MATLAB®; (d) ângulo entre as retas tangentes que cruzam os pontos representativos de C1 e T2.

Para determinação de quais níveis vertebrais seriam os mais adequados para análise estatística, foram testadas 18 combinações de níveis vertebrais superiores e inferiores em três polinômios gerados por uma rotina no *software* MATLAB® 7.5, também especialmente desenvolvida para este estudo. O polinômio 1 foi gerado a partir do ponto superior de C0 até o ponto inferior de T2; neste polinômio foram testadas 9 combinações entre os níveis superiores: C0, C1 e C2 e os níveis inferiores: C7, T1 e T2. O polinômio 2 partiu de C1 como ponto superior e foi até T2, este polinômio testou 6 combinações entre os níveis superiores de C1 e C2 e os níveis inferiores de C7, T1 e T2. O polinômio 3 iniciou no ponto superior de C2 e usou os níveis vertebrais de C7, T1 e T2 novamente como pontos inferiores, e apresentou as 3 últimas combinações entre o nível superior de C2 e os níveis inferiores de C7, T1 e T2. Estas 18 combinações de

níveis vertebrais foram então avaliadas nos quesitos de reprodutibilidade intra e inter avaliadores pelo teste de ICC, assim como pelo teste do Coeficiente de Correlação Produto-momento de Pearson com o padrão ouro (exame de Raios-x). Os resultados da avaliação dessas 18 combinações de níveis vertebrais (Apêndice 1) demonstraram que os níveis vertebrais C1-T2 apresentou melhores índices de correlação (dada pelo r e pelo ICC) para o ângulo do flexicurva (AF).

Para avaliar uma possível deformação do instrumento flexicurva decorrente do manuseio após seu molde na coluna do sujeito até o seu traçado no papel, realizou-se uma análise adicional que consistiu na comparação dos AF obtidos no papel milimetrado (Figura 4a) com os AF obtidos na própria imagem do flexicurva nas radiografias (Figura 4b). Isso porque a imagem do flexicurva nas radiografias, com os respectivos pontos anatômicos demarcados pelos ímãs, representa a posição original do flexicurva, sem qualquer tipo de deformação.

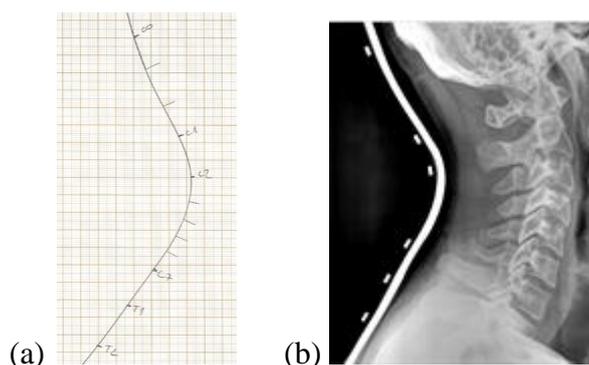


Figura 4. Imagens do flexicurva: (a) Contorno do flexicurva no papel milimetrado; (b) imagem do flexicurva nas radiografias.

A análise do exame de Raios-X foi realizada pelo av1. Foi calculado do ângulo de Cobb nas radiografias utilizando a metodologia Cobb C1-C7 de duas linhas, considerado o padrão ouro (Harrison *et al.*, 2000). A análise radiográfica foi realizada por meio de uma rotina matemática desenvolvida no *software* MATLAB® 7.5. Primeiramente, foram marcados nas radiografias os seguintes pontos anatômicos: o ponto central dos tubérculos anterior e posterior de C1; e o canto anterior inferior e o canto posterior inferior do corpo vertebral de C7 (Figura 5a). Após esta marcação, o *software* realiza o cálculo do ângulo Cobb da curvatura cervical pelo cruzamento das retas que unem os pontos marcados em C1 e C7 (AC) (Figura 5b).

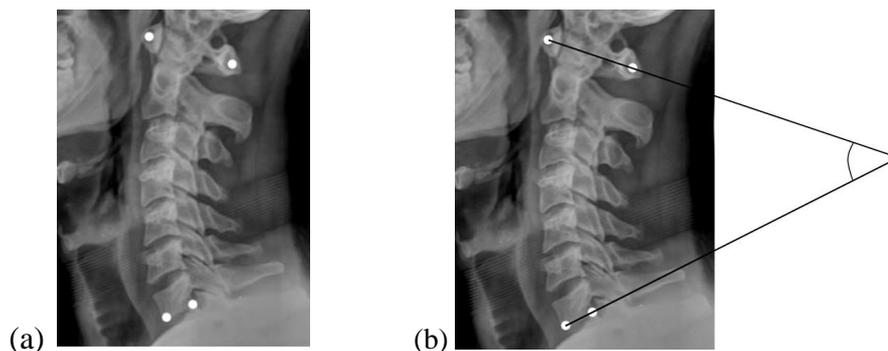


Figura 5. Análise radiográfica: (a) marcação dos pontos anatômicos na radiografia; (b) Ângulo Cobb C1-C7.

2.2.1.2 Etapa de reprodutibilidade

Os indivíduos do grupo REP foram avaliados no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) no setor de avaliação postural na Escola de Educação Física (ESEF) da UFRGS, em dois momentos distintos, com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de sete dias, por três avaliadores, um quiropraxista (av1), uma fisioterapeuta (av2) e uma estudante de fisioterapia (av3). Os avaliadores passaram por uma capacitação de 20 horas para aprenderem todo o protocolo de avaliação com o flexicurva.

Para a avaliação do Grupo REP, no primeiro dia de avaliação, os três avaliadores (av1, av2 e av3), atuando de forma independente, realizaram o mesmo protocolo de avaliação com o flexicurva utilizado no Grupo VAL, sem saber dos resultados obtidos entre eles, desde a palpção até o desenho do contorno no papel milimetrado. Foi alternada a ordem dos avaliadores entre os sujeitos, para evitar o risco de viés na avaliação. Essas avaliações foram utilizadas para avaliar a reprodutibilidade inter avaliador do flexicurva.

No segundo dia de avaliação, o grupo REP foi novamente avaliado pelo av1 para verificar a reprodutibilidade intra avaliador do flexicurva. Importante ressaltar que o av1 não teve conhecimento dos resultados das avaliações do primeiro dia, pois as mesmas somente foram analisadas após todas as coletas estarem encerradas. Os ângulos obtidos pelos três avaliadores foram comparados mediante tratamento estatístico. O desenho experimental desse estudo é apresentado na Figura 6.

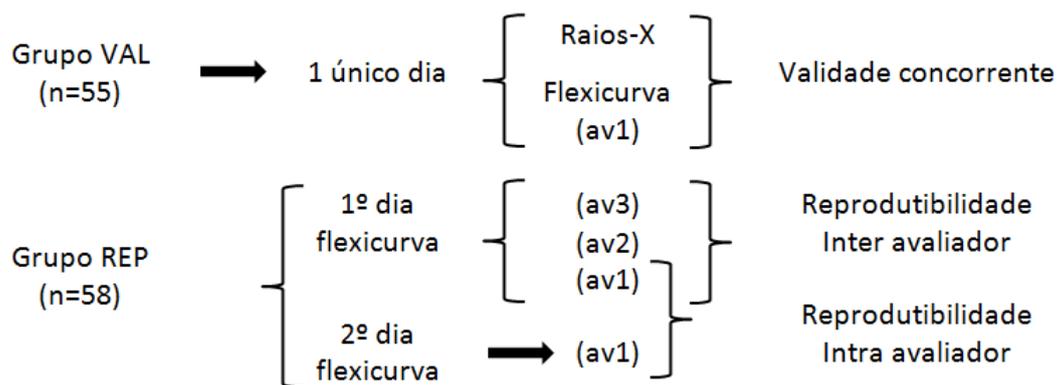


Figura 6. Desenho do estudo

Para fins de análise, os grupos VAL e REP foram divididos em sub-grupos pelo Índice de Massa Corpórea (IMC), que é reconhecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a principal referência para classificação das diferentes faixas de massa corporal. Trata-se de um método fácil e rápido para a avaliação do nível de gordura de cada pessoa, ou seja, é um preditor internacional de obesidade adotado pela OMS. O cálculo do IMC é determinado pela divisão da massa do indivíduo pelo quadrado de sua estatura, em que a massa está em quilogramas e a estatura em metros (*BMI Classification*, 2015). O resultado é classificado (Quadro 1), indicando o grau de obesidade do indivíduo. Assim, a análise estatística desse estudo foi também realizada com os seguintes sub-grupos: (1) baixo peso (IMC <18,5); (2) saudável (IMC 18,5 a <25); (3) sobrepeso (IMC ≥25); e (4) baixo peso e saudável (IMC <25).

IMC	Classificação
< 16	Magreza grave
16 a < 17	Magreza moderada
17 a < 18,5	Magreza leve
18,5 a < 25	Saudável
25 a < 30	Sobrepeso
30 a < 35	Obesidade Grau I
35 a < 40	Obesidade Grau II (severa)
≥ 40	Obesidade Grau III (mórbida)

Quadro 1: Classificação IMC (*BMI Classification*, 2015)

2.2.2 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado no software SPSS versão 20, sendo primeiramente realizada análise descritiva dos dados da amostra, assim como foi verificada a normalidade dos ângulos do flexicurva (AF) e dos ângulos Cobb (AC), pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para análises com $n > 50$ e pelo teste de Shapiro-Wilk para análises com $n < 50$. Para aqueles dados que não apresentaram distribuição paramétrica, foi realizada uma transformação logarítmica, com a finalidade de normalizar a distribuição. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 0,05.

Para testar uma possível deformação do instrumento flexicurva foram comparados os AF do papel milimetrado com os AF da imagem do flexicurva nas radiografias utilizando o teste t pareado e o teste Correlação Produto-momento de Pearson.

Para a análise da reprodutibilidade intra e inter avaliador foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intra-classe (ICC). O ICC fornece uma unidade de medida estimada de reprodutibilidade, mas não fornece a estimativa de precisão da medida, tal qual o erro padrão da medida (SEM - *standart error measurement*) e o mínimo erro detectável (MDC - *minimum detectable change*), por isso, faz-se necessário a análise dessas variáveis em conjunto (Denegar & Donald, 1993). Considera-se que o SEM reflete o grau da medida, que pode ter variado devido a erro no processo de medição, enquanto o MDC é a quantidade de mudança na avaliação necessária para determinar que existiu uma mudança real, não apenas um erro de medida (Hicks *et al.*, 2006). Assim, a reprodutibilidade dos AF foi avaliada através do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), do SEM e do MDC. Ainda com relação à reprodutibilidade, também foi analisada a média absoluta das diferenças (MAD) entre as avaliações do AF no grupo REP e subdividido pelo IMC. Os valores de ICC foram classificados em fracos (ICC < 0,40), moderados (ICC entre 0,4 e 0,75) e excelentes (ICC > 0,75), de acordo com Fleiss (1986).

Para a validade concorrente foi utilizado o Coeficiente de Correlação Produto-momento de Pearson para comparar os AF com os AC, o teste t pareado e o erro RMS (*Root Mean Square*). O Coeficiente de Correlação de Pearson (r) foi classificado como muito baixo (entre 0,0 e 0,1), baixo (entre 0,1 e 0,3), moderado (entre 0,3 e 0,5), alto

(entre 0,5 e 0,7), muito alto (entre 0,7 e 0,9) e praticamente perfeito (entre 0,9 e 1), segundo Hopkins (1997).

Ainda, foram utilizadas análises de regressão linear, para corrigir os AF em relação aos AC. A partir dos ângulos flexicurva corrigidos, passamos a trabalhar com valores clinicamente mais fáceis de serem interpretados e ter valores de referência para normalidade da lordose cervical. Desta forma, também foi analisada a média absoluta das diferenças (MAD) entre as medidas do AC e do AF corrigido no grupo VAL e subdividido pelo IMC.

Para analisar o grau de concordância entre os AF e AC foi utilizado o método gráfico de Bland & Altman (1986, 1995).

Para avaliar a capacidade diagnóstica do instrumento flexicurva foram calculadas a sensibilidade e a especificidade. Conforme Altman & Bland (1994) a sensibilidade mede a capacidade de um teste em identificar corretamente a “alteração cervical” entre aqueles que a possuem, ou seja, em nosso estudo os indivíduos com hiper lordose ($AC > 45^\circ$) e os sujeitos com retificação da curvatura cervical ($AC < 35^\circ$). A especificidade mede a capacidade de um teste em excluir corretamente aqueles que não possuem a “alteração cervical”, ou seja, em nosso estudo os indivíduos com uma lordose cervical normal (AC entre 35° e 45°). Os valores de referência da normalidade da lordose cervical foram determinados por Yochum & Rowe (1996). Portanto, de acordo com Altman & Bland (1994), a sensibilidade (S) e a especificidade (E) foram calculadas (Equações 1 e 2) considerando as seguintes condições: (1) quando o resultado for positivo, o indivíduo pode: (a) ter a “alteração cervical” = verdadeiro positivo (VP) ou (b) não ter a “alteração cervical” = falso positivo (FP); (2) quando o resultado for negativo, o indivíduo pode: (a) não ter a “alteração cervical” = verdadeiro negativo (VN) ou (b) ter a “alteração cervical” = falso negativo (FN).

$$S = \frac{VP}{(VP+FN)} \quad \text{Equação 1}$$

$$E = \frac{VN}{(VN+FP)} \quad \text{Equação 2}$$

2.3 RESULTADOS

A média e desvio padrão (DP) dos ângulos das primeiras e segundas avaliações realizadas pelo av1 e das avaliações realizadas pelos av2 e av3 no grupo REP com o instrumento flexicurva estão apresentadas na Tabela 1. Também podemos observar na Tabela 1 os resultados de excelente reprodutibilidade intra e inter avaliador, dados pelo ICC, SEM e MDC.

Tabela 1 - Reprodutibilidade intra e inter avaliador: média e desvio padrão, ICC, SEM (standard error of measurement) e MDC (minimal detectable change) dos ângulos fornecidos pelo flexicurva no Grupo REP.

	Avaliador	Média ± DP (°)	ICC (I.C. 95%)	p	SEM(°)	MDC(°)
Intra Avaliador (n = 58)	av1 1º dia	48,0 ± 9,5				
	av1 2º dia	46,6 ± 8,9	0,771 (0,614-0,865)	<0,001*	4,4	8,6
Inter Avaliador (n = 58)	av1	48,0 ± 9,5				
	av2	51,2 ± 8,7	0,775 (0,653-0,860)	<0,001*	4,3	8,5
	av3	53,1 ± 8,7				

* Correlação significativa

Os sub-grupos baixo peso e sobrepeso apresentaram os melhores resultados de reprodutibilidade intra e inter avaliador, com excelentes valores de ICC, enquanto que o sub-grupo saudável apresentou valores de ICC moderados (Tabela 2). Ainda, o sub-grupo baixo peso demonstrou os melhores resultados de SEM e MDC.

Tabela 2 - Reprodutibilidade intra e inter avaliador: média e desvio padrão, ICC, SEM (standard error of measurement) e MDC (minimal detectable change) dos ângulos fornecidos pelo flexicurva no Grupo REP, subdividido pelo IMC (baixo peso, saudável e sobrepeso).

		Avaliador	Média ± DP (°)	ICC (I.C. 95%)	p	SEM(°)	MDC(°)
Baixo peso (n = 14)	Intra Avaliador	av1 1º dia	50,4 ± 8,7	0,878	<0,001*	2,9	5,8
		av1 2º dia	49,5 ± 8,5	(0,620 a 0,961)			
	Inter Avaliador	av1	50,4 ± 8,7	0,868 (0,677 a 0,954)	<0,001*	3,0	5,8
av2		53,9 ± 8,4					
av3		54,3 ± 7,5					
Saudável (n = 35)	Intra Avaliador	av1 1º dia	48,5 ± 9,4	0,659	0,001*	5,0	9,9
		av1 2º dia	47,1 ± 7,8	(0,324 a 0,828)			
	Inter Avaliador	av1	48,5 ± 9,4	0,679 (0,438 a 0,827)	<0,001*	5,2	10,3
av2		51,8 ± 8,7					
av3		54,3 ± 9,1					
Sobre peso (n = 9)	Intra Avaliador	av1 1º dia	42,3 ± 9,7	0,809	0,015*	4,5	8,9
		av1 2º dia	40,5 ± 11,6	(0,152 a 0,957)			
	Inter Avaliador	av1	42,3 ± 9,7	0,800 (0,376 a 0,951)	0,003*	3,4	6,7
av2		44,8 ± 6,8					
av3		46,4 ± 6,2					
Baixo peso e Saudável (n = 49)	Intra Avaliador	av1 1º dia	49,0 ± 9,2	0,731	<0,001*	4,4	8,7
		av1 2º dia	47,8 ± 8,0	(0,524 a 0,849)			
	Inter Avaliador	av1	49,0 ± 9,2	0,734 (0,573 a 0,841)	<0,001*	4,6	9,1
av2		52,4 ± 8,6					
av3		54,3 ± 8,6					

* Correlação significativa

Ainda quanto aos resultados de reprodutibilidade, a Tabela 3 apresenta a média absoluta das diferenças (MAD) entre as avaliações do AF. Pode-se observar que as maiores porcentagens das avaliações foram sempre para as diferenças menores que 5°, exceto para o sub-grupo sobrepeso, na reprodutibilidade inter avaliador.

Tabela 3 - Média absoluta das diferenças (MAD) entre as avaliações para reprodutibilidade intra e inter avaliador do AF no Grupo REP total e subdividido pelo IMC (baixo peso, saudável e sobrepeso).

Aspecto avaliado	MAD \pm DP ($^{\circ}$)	$\leq 5^{\circ}$ n (%)	6 $^{\circ}$ a10 $^{\circ}$ n (%)	$>10^{\circ}$ n (%)
Grupo REP (n = 58)				
Reprodutibilidade intra avaliador	6,4 \pm 5,0	31 (53,4)	15 (25,9)	12 (20,7)
Reprodutibilidade inter avaliador	7,4 \pm 4,3	27 (46,6)	19 (32,8)	12 (20,7)
Baixo peso (n =14)				
Reprodutibilidade intra avaliador	4,3 \pm 3,6	10 (71,4)	3 (21,4)	1 (7,1)
Reprodutibilidade inter avaliador	5,6 \pm 3,2	10 (71,4)	3 (21,4)	1 (7,1)
Saudável (n = 35)				
Reprodutibilidade intra avaliador	7,3 \pm 4,9	16 (45,7)	9 (25,7)	10 (28,6)
Reprodutibilidade inter avaliador	8,3 \pm 4,9	14 (40,0)	10 (28,6)	11 (31,4)
Sobrepeso (n = 9)				
Reprodutibilidade intra avaliador	6,4 \pm 6,7	5 (55,6)	3 (33,3)	1 (11,1)
Reprodutibilidade inter avaliador	6,8 \pm 2,1	3 (33,3)	6 (66,7)	0 (0)
Saudável e Baixo peso (n = 49)				
Reprodutibilidade intra avaliador	6,4 \pm 4,7	26 (53,1)	12 (24,5)	11 (22,4)
Reprodutibilidade inter avaliador	7,5 \pm 4,6	24 (49,0)	13 (26,5)	12 (24,5)

A avaliação da possível deformação do flexicurva indicou que não houve diferença significativa entre as medidas (teste $t=0,528$; $p=0,599$) do AF oriundo do papel milimetrado e o AF oriundo da imagem do flexicurva nas radiografias e, além disso, ambas as medidas apresentaram uma correlação praticamente perfeita ($r=0,935$; $p<0,001$).

Quanto à validação concorrente, no grupo VAL (n = 55), em média os AF (ângulo do flexicurva) foram maiores, em torno de 13° (Tabela 4), do que os AC (ângulo Cobb). Essa tendência do flexicurva em superestimar os valores angulares se repete quando a análise é realizada nos sub-grupos classificados pelo IMC. No sub-grupo baixo peso o AF é em média 19° maior que o AC, e nos sub-grupos saudável e sobrepeso, o AF é em média, 12° e 11° maior que o AC, respectivamente (Tabela 4). Entretanto, quando os

AF são corrigidos em relação ao AC (Figura 7) esse comportamento se altera e estas diferenças deixam de existir.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos ângulos Cobb (AC) e do flexicurva (AF) obtidos na avaliação do grupo VAL (total e nos sub-grupos: baixo peso, saudável e sobrepeso).

	Grupo VAL (n = 55)	Baixo peso (n = 12)	Saudável (n = 31)	Sobrepeso (n = 12)	Baixo peso e Saudável (n = 43)
Cobb C1-C7 Média ± DP (°)	38,3 ± 12,0	35,8 ± 15,5	39,9 ± 11,2	36,4 ± 10,6	38,8 ± 12,5
Flexicurva Média ± DP (°)	51,2 ± 8,9	54,9 ± 9,8	51,2 ± 8,8	47,3 ± 6,8	52,2 ± 9,1
Flexicurva corrigido Média ± DP (°)	38,2 ± 6,8	35,8 ± 14,4	39,9 ± 6,4	36,4 ± 0,7	38,8 ± 8,1

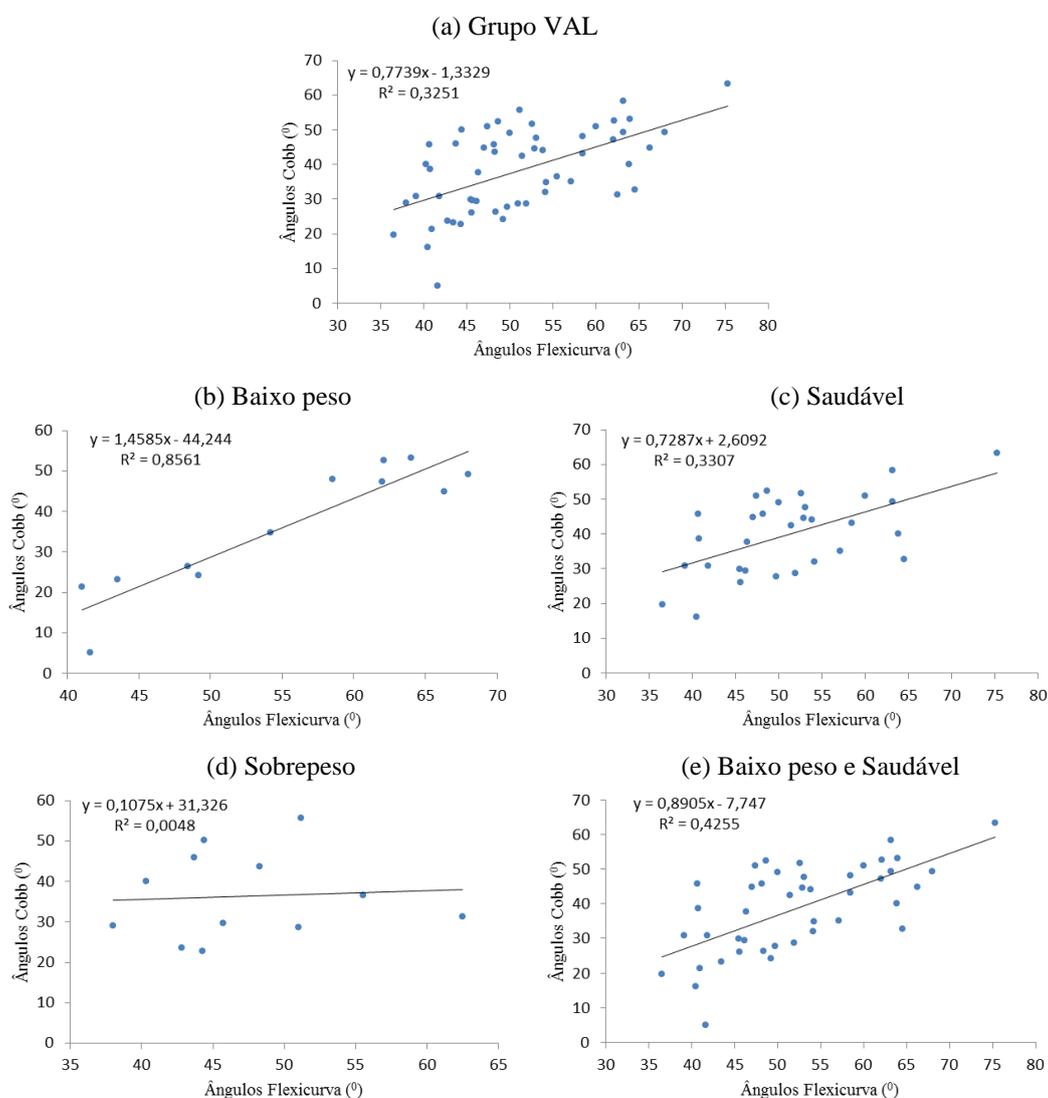


Figura 7. Distribuição dos AF em relação aos AC, equação de regressão linear e coeficiente de determinação (R^2): (a) Grupo VAL (n=55); (b) sub-grupo Baixo peso (n=12); (c) sub-grupo Saudável (n=31); (d) sub-grupo sobrepeso (n=12); e (e) sub-grupo Baixo peso e saudável (n=43).

No que diz respeito à validação concorrente do instrumento flexicurva, o grupo VAL apresentou correlação alta entre o AF e AC, bem como entre o AF corrigido e o AC (Tabela 5). Entretanto, esse resultado não se manteve para todos os sub-grupos, pois o sub-grupo sobrepeso não apresentou correlação significativa. Na Tabela 5 também estão apresentados os resultados do coeficiente de determinação (R^2), do teste t e do Erro RMS. Observa-se um alto coeficiente de determinação no sub-grupo baixo peso, indicando que 85% das medidas do AF podem ser de fato explicadas pelo AC. A diferença significativa encontrada entre o AF e o AC desaparece quando comparados os valores do AC com o AF corrigido. E, ainda, o valor do Erro RMS cai consideravelmente em todos os grupos para o AF corrigido (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados da validação concorrente: coeficiente de Pearson (r), coeficiente de determinação (R^2), teste t pareado e erro RMS do grupo VAL (total e nos sub-grupos: baixo peso, saudável e sobrepeso).

Ângulo Cobb x Ângulo Flexicurva					
	Grupo VAL (n = 55)	Baixo peso (n = 12)	Saudável (n = 31)	Sobrepeso (n = 12)	Baixo peso e Saudável (n = 43)
r	0,570	0,926	0,575	0,069	0,652
p	<0,001*	<0,001*	0,001*	0,832	<0,001*
R^2	0,3251	0,8561	0,3307	0,0048	0,4255
p (teste t)	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	<0,001
Erro RMS (°)	16,35°	20,36°	14,64°	10,18°	16,44°
Ângulo Cobb x Ângulo Flexicurva corrigido					
	Grupo VAL (n = 55)	Baixo peso (n = 12)	Saudável (n = 31)		Baixo peso e Saudável (n = 43)
r	0,571	0,926	0,575		0,652
p	<0,001*	<0,001*	0,001*		<0,001*
p (teste t)	0,989	0,992	0,992		0,996
Erro RMS (°)	9,83°	5,66°	9,01°		9,37°

* Correlação significativa

A Tabela 6 apresenta a média absoluta das diferenças (MAD) entre as medidas dos AF corrigidos e dos AC. Observa-se que o Grupo VAL apresentou 36,4% das medidas com diferença menor ou igual a 5°, 40% das medidas com diferença entre 6° e 10° e 23,6% com diferença superior a 10°. O sub-grupo baixo peso apresentou novamente os melhores resultados quando comparado aos demais sub-grupos, onde 66,7% das medidas apresentou diferença menor ou igual a 5° e apenas 8,3% diferença maior que 10° (Tabela 6).

Tabela 6. Média absoluta das diferenças (MAD) entre as medidas do AC e do AF corrigido no Grupo VAL total e nos sub-grupos baixo peso, saudável e sobrepeso.

	MAD \pm DP	$\leq 5^\circ$ n (%)	6° a 10° n (%)	$> 10^\circ$ n (%)
Grupo VAL (n = 55)	8,4 \pm 5,1	20 (36,4)	22 (40,0)	13 (23,6)
Baixo peso (n = 12)	4,6 \pm 3,3	8 (66,7)	3 (25,0)	1 (8,3)
Saudável (n = 31)	7,7 \pm 4,6	10 (32,3)	14 (45,2)	7 (22,6)
Sobrepeso (n = 12)	9,0 \pm 4,8	2 (16,7)	6 (50,0)	4 (33,3)
Saudável e Baixo peso (n = 43)	7,9 \pm 5,1	19 (44,2)	15 (34,9)	9 (20,9)

Para avaliação da concordância entre os métodos flexicurva e padrão ouro (exame de Raios-X) foi realizado o método da representação gráfica de Bland & Altman (1986; 1995) (Figura 8). No eixo “Y” observa-se a diferença entre as medidas do AC e AF corrigido e no eixo “X” a média das medidas de ambos os métodos. Pode-se observar que sistematicamente a média das medidas se distribuiu em uma amplitude de 15° a 60°, aproximadamente, demonstrando que a amostra foi representativa de sujeitos com retificação cervical, lordose normal e com hiperlordose cervical. Também se observa que em todas as situações de análise, a grande maioria dos indivíduos se encontra dentro dos limites de concordância (± 2 DP) e que média da diferença entre as medidas do AC e AF corrigido foi sempre muito próxima à zero.

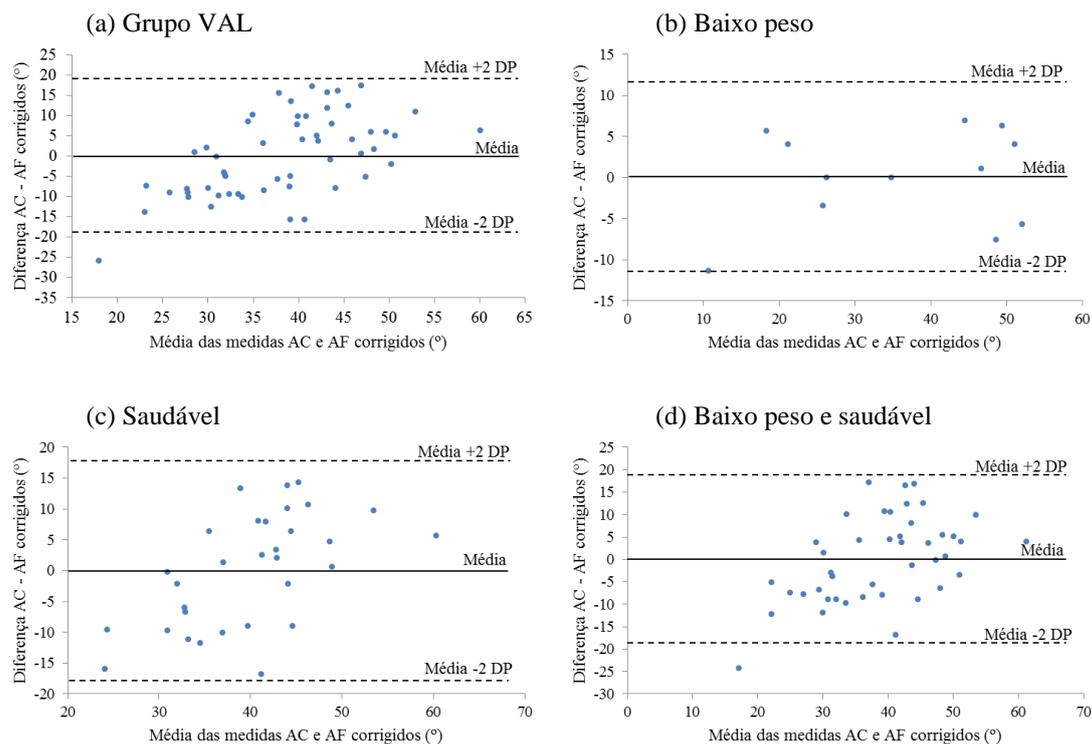


Figura 8. Método gráfico de Bland & Altman: (a) Grupo VAL (n=55); (b) sub-grupo Baixo peso (n=12); (c) sub-grupo Saudável (n=31); e (d) sub-grupo Baixo peso e saudável (n=43).

A avaliação da capacidade diagnóstica do instrumento flexicurva foi realizada a partir do cálculo da sensibilidade e da especificidade (Equações 1 e 2). O flexicurva apresentou uma sensibilidade de 59% e uma especificidade de 44% no Grupo VAL (Figura 9a). O sub-grupo baixo peso apresentou sensibilidade de 90%, contudo não foi possível calcular a especificidade, pois não houve casos de sujeitos “verdadeiros negativos” (indivíduos que ambos os métodos classificaram como lordose normal) nesse sub-grupo (Figura 9b). O sub-grupo saudável, apresentou sensibilidade de 42% e especificidade de 50% (Figura 9c) e ao unir os sub-grupos baixo peso e saudável, a sensibilidade aumentou para 60% e a especificidade diminuiu para 38% (Figura 9d).

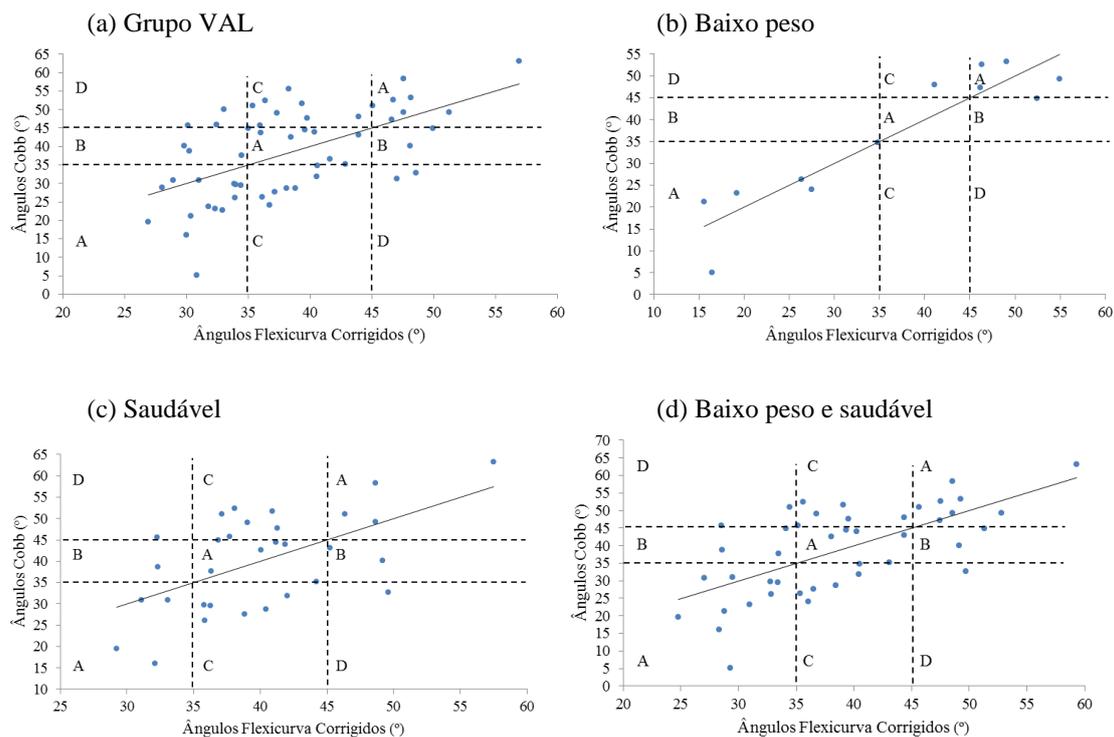


Figura 9. Distribuição dos AF corrigidos em relação aos AC: (a) Grupo VAL (n=55); (b) sub-grupo Baixo peso (n=12); (c) sub-grupo Saudável (n=31); e (d) sub-grupo Baixo peso e saudável (n=43). As linhas verticais e horizontais pontilhadas em cada gráfico representam a distribuição de uma curvatura cervical normal e divide cada gráfico em 9 zonas, onde os mesmos resultados são obtidos por ambas as técnicas nas zonas “A”; falsos positivos devem aparecer nas zonas “B” (padrão ouro está normal); falsos negativos estão nas zonas “C”; e falsos positivos nas zonas “D” (padrão ouro também mostra resultado de alteração da curvatura cervical, porém um resultado oposto ao do flexicurva).

2.4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo de validade concorrente e reprodutibilidade do instrumento flexicurva na avaliação da curvatura cervical mostraram: (1) ICC excelentes no grupo REP, que associados a um baixo SEM e MDC demonstram a reprodutibilidade intra e inter avaliador do AF (Tabela 1); (2) que o grupo VAL apresentou correlação alta entre o AF e o AC, bem como entre o AF corrigido e o AC, que associados aos baixos valores RMS (Tabela 5) demonstram a validade do flexicurva, exceto para o sub-grupo sobrepeso; e (3) que o flexicurva apresentou uma sensibilidade de 59% e uma especificidade de 44% no Grupo VAL.

Três estudos de reprodutibilidade com o flexicurva foram encontrados mostrando resultados controversos. No primeiro, Harrison *et al.* (2005b) encontraram baixa reprodutibilidade inter e intra avaliador. Os autores especularam que a flexibilidade inerente ao instrumento flexicurva poderia gerar uma deformação pela ação da gravidade ou por uma leve pressão na banda de metal contida dentro do flexicurva antes

que um traçado preciso pudesse ter sido feito no papel (Harrison *et al.*, 2005b). No presente estudo, realizamos uma análise dessa possível deformação comparando os AF avaliados através da imagem do flexicurva nas radiografias com os AF no papel milimetrado. Os resultados dessa análise mostraram que a possível deformação inerente ao instrumento não foi capaz de modificar os valores do AF, quando o flexicurva é desenhado no papel. Pela nossa experiência com este instrumento, que é vendido comercialmente em dois modelos (um com uma régua graduada em centímetros embutida no flexicurva e o outro sem a presença dessa régua), quando se usa o que possui a régua graduada embutida é realmente muito difícil de manter o formato em que o flexicurva foi moldado.

Ainda quanto a reprodutibilidade, Rheault *et al.* (1989) encontraram correlação muito alta ($r=0,80$) inter avaliador e não encontraram diferenças significativas entre dois avaliadores. Entretanto, neste estudo, os autores utilizaram a correlação de Pearson e o teste t para avaliar as medidas de dois avaliadores, diferentemente do presente estudo, onde avaliamos a reprodutibilidade pelo ICC, que conforme Hopkins (2000) e Brink & Louw (2011) é o método mais adequado para este fim. Ainda, em nosso estudo além da reprodutibilidade inter avaliador ter sido testada com três avaliadores, realizamos também a análise de reprodutibilidade intra avaliador.

O ICC é um indicador importante de correlação de medidas entre diferentes e entre o mesmo avaliador. Porém, deve ser analisado em conjunto com o SEM e MDC, pois o método pode apresentar ICC excelente, mas estar associado a altos valores de SEM e MDC, o que não seria desejável. No presente estudo foram encontrados baixos valores de SEM e MDC para o AF (Tabelas 1 e 2). Apesar da relevância desses resultados, os demais estudos que avaliaram a reprodutibilidade do flexicurva limitaram-se as correlações, não apresentando essa análise conjunta.

No estudo recente de McFarland, Wang-Price & Richard (2015), os autores encontraram correlação excelente intra avaliador e correlação moderada inter avaliador, estando, no geral, em acordo com nossos resultados. Entretanto, neste estudo apenas dois avaliadores realizaram a etapa de reprodutibilidade inter avaliador. Os autores especularam que a palpação dos processos espinhosos poderiam ser potencialmente uma fonte de erro, e assim como Harrison *et al.* (2005b), outra fonte de erro poderia ser a

deformação do instrumento no momento em que se tira o flexicurva da coluna do indivíduo até o traçado no papel, o que observamos não ocorrer em nosso estudo.

Realizamos uma análise do grupo REP subdividindo-o pelo IMC, com a hipótese que sujeitos com diferentes perfis nutricionais poderiam apresentar diferentes resultados de reprodutibilidade. No entanto, os sub-grupos baixo peso e sobrepeso apresentaram os melhores resultados de reprodutibilidade, tanto intra quanto inter avaliador (Tabela 2), justamente os dois perfis nutricionais que mais se diferem, mostrando que a variável IMC não interfere nas questões de reprodutibilidade. Especulávamos que acúmulos adiposos poderiam influenciar a palpação dos processos espinhosos, o que não ocorreu, o que também foi observado por Shin, Yoon & Yoon (2011), ao avaliar técnicas de palpação cervical em indivíduos com diferentes IMC. A palpação dos processos espinhosos também é uma fase importante durante a análise com o flexicurva, uma vez que identificados os segmentos erroneamente, todo o processo avaliativo pode estar comprometido. Neste sentido, Billis, Foster & Wright (2003), demonstraram que o grau de experiência clínica do avaliador interfere com a qualidade da palpação. Porém, no presente estudo dentre os avaliadores que participaram da fase de reprodutibilidade inter avaliador, dois eram profissionais formados com experiência clínica de mais de oito anos (Av1 e Av2), enquanto que o Av3 era uma estudante de fisioterapia. Assim, nossos resultados demonstraram que a experiência do avaliador não afetou os níveis de reprodutibilidade (Tabela 1). E, por fim, ainda quanto à análise da reprodutibilidade, na Tabela 3 observa-se que os valores de MAD variaram de 4,3° a 8,3°, demonstrando uma pequena variabilidade das medidas entre os avaliadores. Dentre os três estudos de reprodutibilidade do flexicurva, apenas o estudo de Harrison *et al.* (2005b) apresentou os valores de MAD, os quais demonstram uma variabilidade maior que nossos resultados, de 26,4°. Os outros estudos de reprodutibilidade não apresentaram valores de MAD (Rheault *et al.*, 1989; McFarland, Wang-Price & Richard, 2015), limitando a análise comparativa.

Quanto à validade concorrente, quando comparados os AF e os AC foi encontrada alta correlação ($r=0,57$) no grupo VAL, sendo esses níveis de correlação mantidos ou melhorados nas análises dos sub-grupos baixo peso e saudável (Tabela 5). Entretanto, o sub-grupo sobrepeso não apresentou correlação significativa entre AF e AC. Parece, portanto, evidente que conforme aumenta o IMC dos indivíduos os índices de correlação diminuem. Baseados em Rosenquist *et al.* (2014), que identificaram uma

correlação muito alta ($r=0,89$) entre gordura subcutânea na região cervical e IMC, hipotetizamos que os acúmulos adiposos na região cervical poderiam ter influenciado a avaliação com o flexicurva. A exemplo disso, na Figura 10 são apresentadas imagens radiográficas de quatro sujeitos da amostra do grupo VAL, sendo que os sujeitos “a” e “b” pertencem ao sub-grupo sobrepeso e os sujeitos “c” e “d” ao sub-grupo baixo peso. Podemos facilmente observar a existência de um maior distanciamento do flexicurva em relação à coluna cervical nos indivíduos com sobrepeso (Figura 10).

Ainda, chama-se a atenção de que essa camada de gordura subcutânea pode estar distribuída em diferentes locais em cada indivíduo. Por exemplo, no indivíduo “a”, observamos um maior distanciamento do flexicurva em relação à coluna na região das vértebras C7, T1 e T2, diferentemente do indivíduo “b”, no qual este maior distanciamento se distribui uniformemente por toda a curvatura cervical (Figura 10). O nome médico desta condição é “*dorsocervical fat pad*” (almofada de gordura dorsocervical), sendo também conhecida como “*Buffalo Hump*” (corcunda de búfalo ou bisão). Dentre as causas, está a obesidade, determinados medicamentos utilizados para tratar o HIV ou AIDS, o uso em longo prazo de certos medicamentos glicocorticoides, o hipercortisolismo (causado pela síndrome de Cushing), e certas doenças genéticas que causam uma acumulação de gordura incomum (Ceccarelli *et al.*, 2011).

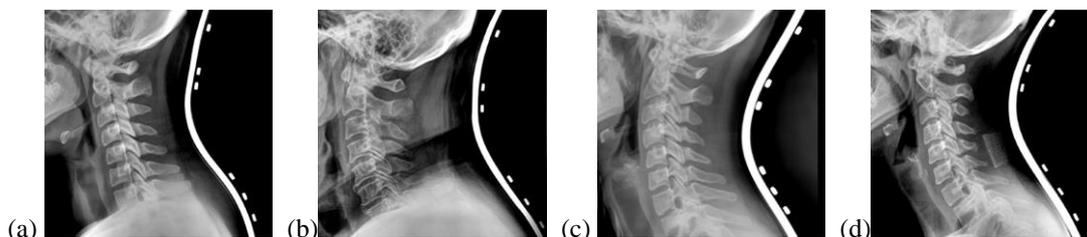


Figura 10. Radiografia da coluna cervical de quatro indivíduos da amostra, com o flexicurva acoplado no contorno da coluna: (a) e (b) sub-grupo sobrepeso; (c) e (d) sub-grupo baixo peso.

Dentro do nosso conhecimento, existem apenas dois estudos que objetivaram validar o flexicurva na região cervical. No estudo de Harrison *et al.* (2005a), os autores compararam os resultados do flexicurva com radiografias e, além de encontrarem valores médios significativamente diferentes entre os dois métodos de avaliação, encontraram uma correlação muito baixa ($r<0,15$). Ainda, seus resultados mostraram que o flexicurva previu lordose para todos os 96 sujeitos da amostra, sendo que apenas 55 deles tinham uma configuração lordótica na radiografia lateral. Os autores especularam que esse erro poderia estar associado a, pelo menos, dois fatores: a escolha

dos pontos superior e inferior para avaliação do flexicurva (protuberância occipital e vértebra proeminente) e a redução no comprimento dos processos espinhosos da região medial da cervical (C3-C6) (Harrison *et al.*, 2005a). Em nosso estudo, também observamos que os AF apresentaram sempre valores maiores em relação aos AC (Tabela 4) e sempre prevendo a existência de lordose, mesmo que o indivíduo apresentasse uma retificação da cervical. Contudo, em nosso estudo, ao apresentarmos os AF corrigidos pelos AC e identificarmos os valores de referência para a normalidade da curvatura cervical (Figura 9), passamos a lidar com valores de AF clinicamente mais fáceis de serem interpretados, uma vez que os AC são mais popularmente disseminados na avaliação das curvaturas da coluna vertebral (Greendale *et al.*, 2010). Isso porque os resultados dos AF corrigidos foram muito similares aos AC (Tabela 4) e os altos níveis de correlação associados ao baixo erro RMS (Tabela 5) atestam para a acurácia do flexicurva em mensurar a lordose cervical, desde que o indivíduo não apresente sobrepeso ou obesidade.

No segundo estudo de validação, McFarland, Wang-Price & Richard (2015) também avaliaram a validade concorrente do flexicurva comparando com o ângulo Cobb C2-C7, medido em radiografias (n=57) e encontraram uma baixa e inversa correlação ($r=-0,25$). Neste estudo decorreu um tempo significativo entre as radiografias e a avaliação com o flexicurva (McFarland, Wang-Price & Richard, 2015), diferentemente do nosso estudo, no qual na etapa de validação os sujeitos foram avaliados no mesmo momento com as duas metodologias. Os autores também sugeriram que a falta de correlação pode estar relacionada ao ligamento nucal, que poderia limitar a medida da superfície da lordose cervical com o flexicurva, e ainda que a sua análise do ângulo Cobb nas radiografias e no flexicurva são diferentes matematicamente, acrescentando outra fonte potencial de erro.

Embora não tenha sido um estudo de validade de um método para avaliação da curvatura cervical, Refsahuge, Goodsell e Lee (1994) avaliaram a relação entre o contorno da superfície cervical (pele) e a curvatura cervical, medida nos corpos vertebrais. Vinte e quatro radiografias laterais foram realizadas em 24 sujeitos com marcadores na pele. Neste estudo foi encontrada uma alta correlação ($r=0,65$) entre a superfície e a curvatura cervical, e também foi observado que a superfície apresentava sempre uma configuração da curvatura mais lordótica que a medida realizada nos corpos vertebrais, corroborando com o nosso estudo e o de Harrison *et al.*, (2005a).

Entretanto, tanto Refsahuge, Goodsell e Lee (1994) quanto Harrison *et al.* (2005a) e McFarland, Wang-Price & Richard (2015) não analisaram seus dados separando os sujeitos em sub-grupos classificados pelo IMC. De fato, a subdivisão da amostra pelo IMC está mais bem documentada nas relações entre dor cervical e hábitos de vida (Rasmussen-Barr *et al.*, 2013; Nilsen, Holtermann & Mork, 2011) e, dentro do nosso conhecimento, nosso estudo é pioneiro na avaliação da postura cervical com a amostra subdividida pelo IMC.

O uso de análises de correlação reflete a relação entre as duas abordagens, mas não a concordância entre elas (Hopkins, 2000; Oliveira *et al.*, 2012). Assim, a técnica de análise gráfica proposta por Bland & Altman (1986; 1995) foi utilizada para avaliar o grau de concordância entre os AF corrigidos e os AC (Figura 8). A técnica consiste em traçar a diferença entre as medidas obtidas pelos dois métodos (AC – AF corrigidos) em relação à média da diferença das mesmas medidas. Este procedimento proporciona uma vista do padrão do grau de concordância entre os métodos dentro de um intervalo de concordância de proporções designadas. A dispersão aleatória das diferenças, independentemente da magnitude dos ângulos medidos, sugere que as diferenças são aleatórias e não estão associadas com um intervalo específico do ângulo de curvatura. Corroborando com a análise de concordância baseada no método gráfico de Bland-Altman (1986; 1995), o teste t demonstrou que não houve diferença entre as medidas do AF corrigido e do AC e o baixo valor RMS (Tabela 5) atesta a acurácia do flexicurva para avaliação da coluna cervical.

Na literatura, existem instrumentos e métodos que avaliam a postura da cabeça em relação ao tronco (Lau, Chiu & Lam, 2009; 2010; Cuccia & Carola, 2009; Fortin *et al.*, 2012; Garrett, Youdas & Madson, 1993), e outros que avaliam as curvaturas da coluna vertebral (Willner, 1981; Hart & Rose, 1986; Teixeira & Carvalho, 2007; Chaise *et al.*, 2011). Qualquer que seja a ferramenta utilizada para avaliar a coluna, sempre há a possibilidade de erros inerentes a qualquer método. Mesmo com o exame de Raios -X, que é considerado o padrão-ouro, um erro de aproximadamente $\pm 5^\circ$ foi aceito para o ângulo de Cobb (Morrissy *et al.*, 1990). Neste sentido, em nosso estudo, especulamos que possíveis erros de medição do flexicurva poderiam estar associados com os seguintes fatores: (1) o posicionamento do paciente, (2) palpação dos processos espinhosos, (3) a modelagem do flexicurva na coluna cervical, e (4) perda de formato do flexicurva antes do traçado sobre o papel. Sendo importantes estes cuidados na análise

com o instrumento para que seus resultados sejam precisos e confiáveis. Os resultados da Tabela 6 indicam valores de MAD variando de 4,6° a 8,4°, sendo que apenas 23% da amostra apresentou variabilidade superior a 10°, sugerindo que a pequena variabilidade encontrada encontra-se dentro da faixa descrita na literatura para o padrão ouro.

Para avaliarmos a capacidade diagnóstica do instrumento flexicurva, medimos a sensibilidade e a especificidade, que conforme Altman & Bland (1994) são uma abordagem para quantificar a habilidade diagnóstica do teste. Na prática clínica, o resultado do teste é tudo que sabemos, então é importante saber o quanto o teste é bom em prever uma anormalidade. Em outras palavras, qual a proporção dos pacientes com resultados anormais no teste são realmente anormais. Nossos resultados apontam para uma sensibilidade de 59% no grupo VAL e 90% no sub-grupo baixo peso, mostrando novamente um ótimo resultado em indivíduos com baixo peso na análise com o flexicurva. Ao observarmos a Figura 9a notamos que o AF corrigido classificou 40% dos indivíduos corretamente como verdadeiros positivos (retificados ou hiperlordóticos), e 14,5% como verdadeiros negativos (lordose normal), mostrando que 54,5% do grupo VAL (n=55) foi avaliado corretamente pelo AF corrigido, tal qual o padrão ouro. Entretanto, o AF corrigido classificou 18,1% dos indivíduos como falsos positivos, ou seja, nesse caso o método proposto classificou os indivíduos como doentes, enquanto o padrão ouro os classificou como normais. Ainda, 27,2% dos indivíduos foram classificados como normais pelo AF corrigido, quando, pelo padrão ouro, estes apresentavam retificação ou hiperlordose, caracterizando os falsos negativos.

Além disso, quando retiramos os sujeitos do sub-grupo sobrepeso do grupo VAL (n=43), analisando apenas os indivíduos com IMC saudável e baixo peso (Figura 9d) os resultados seguem similares: verdadeiros positivos 41,8%, verdadeiros negativos 11,6%, falsos positivos 18,6% e falsos negativos 27,9%. Por conseguinte, recomenda-se cautela ao utilizar o AF corrigido para classificar a postura da coluna cervical como normal, já que o padrão ouro poderia classificá-la como alterada. Não obstante, cabe ressaltar uma limitação desta análise, relacionada aos valores de referência (35° a 45°) de uma lordose cervical normal, reportados apenas em um único estudo (Yochum & Rowe, 1996).

Em suma, nosso estudo, conforme Oliveira *et al.* (2012), fornece todos os requisitos necessários para o processo de validação, que são: o resultado de correlação, comparação e concordância do método indireto com o "padrão ouro", e a reprodutibilidade intra e inter avaliador.

2.5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados conclui-se que o flexicurva mostrou-se um instrumento reprodutível e preciso para ser usado pelo mesmo avaliador assim como por diferentes avaliadores, e também se mostrou um instrumento válido e com acurácia para avaliar a curvatura da coluna cervical no plano sagital em indivíduos adultos classificados pelo IMC com baixo peso e saudáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman DG, Bland JM. “Diagnostic tests 1: Sensitivity and specificity”. **BMJ**, 308: 1552, 1994.
- Billis EV, Foster NE, Wright CC. “Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation”. **Manual Therapy**, 8(4): 223-32, 2003.
- Bland JM, Altman DG. “Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement”. **Lancet**, 1(8476): 307–10, 1986.
- Bland JM, Altman DG. “Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading”. **Lancet**, 346(8982): 1085–1087, 1995.
- BMI Classification. **World Health Organization**. Visitado em 02 de Junho de 2015. http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
- Brink Y, Louw Q. “Clinical instruments: reliability and validity critical appraisal”. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, 18: 1126–1132, 2011.
- Ceccarelli G, d'Ettore G, Marchetti F, Rizza C, Mastroianni CM, Carlesimo B, Vullo V. “Development of Buffalo Hump in the course of antiretroviral therapy including raltegravir and unboosted atazanavir: a case report and review of the literature”. **Journal of Medical Case Reports**, 5: 70, 2011.
- Chaise FO, Candotti CT, Torre ML, Furlanetto TS, Pelinson PP, Loss JF. “Validation, repeatability and reproducibility of a noninvasive instrument for measuring thoracic and lumbar curvature of the spine in the sagittal plane”. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 15(6): 511–517, 2011.
- Cohen J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, Erlbaum, 1988.
- Cuccia AM, Carola C. “The measurement of craniocervical posture: a simple method to evaluate head position”. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, 73(12): 1732-1736, 2009.
- Denegar CR, Donald WB. “Assessing reliability and precision of measurement: Na introduction to Intraclass Correlation and Standart Error Measurement”. **Journal of Sport Rehabilitation**, 2: 35-42, 1993.
- Fleiss RL. **The design and analysis of clinical experiments**. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- Fortin C, Feldman D, Cheriet F, Gravel D, Gauthier F, Labelle H. “Reliability of a quantitative clinical posture assessment tool among persons with idiopathic scoliosis”. **Physiotherapy**, 98(1): 64-75, 2012.
- Garrett TR, Youdas JW, Madson TJ. “Reliability of measuring forward head posture in a clinical setting”. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, 17(3): 155-160, 1993.
- Gilad I, Nissan M. “Sagittal evaluation of elemental geometrical dimensions of human vertebrae”. **Journal of Anatomy**, 143: 115-120, 1985.

Greendale GA, Nili NS, Huang MH, Seeger L, Karlamangla, AS. “The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle”. **Osteoporosis International**, 22(06): 1897-905, 2010.

Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Janik TJ, Holland B. “Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis”. **Spine**, 25(16): 2072–2078, 2000.

Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD, Janik TJ, Holland B. “A new 3-point bending traction method for restoring cervical lordosis and cervical manipulation: a nonrandomized clinical controlled trial”. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 83(4): 447-53, 2002.

Harrison DE, Harrison DD, Colloca CJ, Betz J, Janik TJ, Holland B. “Repeatability of posture overtime, x-ray positioning, and x-ray line drawing: an analysis of six control groups”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 26: 87- 98, 2003.

Harrison DD, Harrison DE, Janik TJ, Cailliet R, Haas JW, Ferrantelli JI. “Modeling of the sagittal cervical spine as a method to discriminate hypo-lordosis: results of elliptical and circular modeling in 72 asymptomatic subjects, 52 acute neck pain subjects, and 70 chronic neck pain subjects”. **Spine**, 29: 2485-92, 2004.

Harrison DE, Haas JW, Cailliet R, Harrison DD, Holland B, Janik TJ. “Concurrent validity of flexicurve instrument measurements: sagittal skin contour of the cervical spine compared with lateral cervical radiographic measurements”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 28(8): 597–603, 2005a.

Harrison DE, Haas JW, Harrison DD, Holland B, Janik T. “Sagittal skin contour of the cervical spine: interexaminer and intraexaminer reliability of the flexicurve instrument”. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, 28(7): 516-519, 2005b.

Hart DL, Rose SJ. “Reliability of a noninvasive method for measuring the lumbar curve”. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, 8(4): 180–184, 1986.

Hicks GE, George SZ, Nevitt MA, Cauley JA, Vogt MT. “Measurement of lumbar lordosis: inter-rater reliability, minimum detectable change and longitudinal variation”. **Journal of Spinal Disorders & Techniques**, 19(7): 501-6, 2006.

Hopkins WG. “Measures of reliability in sports medicine and science”. **Sports Medicine**, 30(1): 1-15, 2000.

Hopkins, WG. “A new view of statistics”. Visitado em 25 de Agosto de 2015, disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats>, 1997.

KatsuuraA, Kukuda S, Imanaka T, Miyamoto K, Kanemoto M. “Anterior cervical plate used in degenerative disease can maintain cervical lordosis”. **Journal of Spinal Disorders & Techniques**, 9: 470-476, 1996.

Kawakami M, Tamaki T, Yoshida M, Hayashi N, Ando M, Yamada H. “Axial symptoms and cervical alignments after cervical anterior spinal fusion for patients with cervical myelopathy”. **Journal of Spinal Disorders & Techniques**, 12: 50-56. 1999.

Lau HM, Chiu TT, Lam TH. “Clinical measurement of craniovertebral angle by electronic head posture instrument: a test of reliability and validity”. **Manual Therapy**, 14(4): 363-368, 2009.

Lau HM, Chiu TT, Lam TH. “Measurement of craniovertebral angle with Electronic Head Posture Instrument: Criterion validity”. **Journal of Rehabilitation Research & Development**, 47(9): 911-918, 2010.

McFarland C, Wang-Price S, Richard S. “Clinical measurements of cervical lordosis using flexirule and inclinometer methods in individuals with and without cervical spine dysfunction: A reliability and validity study”. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, 28(2):295-302, 2015.

Moffat M, Vickery S. **The American Physical Therapy Association Book of Body Maintenance and Repair**. Tandem Library, 1999.

Morningstar MW, Strauchman MN, Weeks DA. “Spinal manipulation and anterior head weighting for the correction of forward head posture and cervical hypolordosis: A pilot study”. **Journal of Chiropractic Medicine**, 2(2): 51-54, 2003.

Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH. “Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error”. **Journal of Bone and Joint Surgery**, 72(3): 320–327, 1990.

Nilsen TI, Holtermann A, Mork PJ. “Physical exercise, body mass index, and risk of chronic pain in the low back and neck/shoulders: longitudinal data from the Nord-Trøndelag Health Study”. **American Journal of Epidemiology**, 174(3):267-73, 2011.

Oliveira TS, Candotti CT, La Torre M, Pelinson PT, Furlanetto TS, Kutchak FM, Loss JF. “Validity and Reproducibility of the Measurements Obtained Using the Flexicurve Instrument to Evaluate the Angles of Thoracic and Lumbar Curvatures of the Spine in the Sagittal Plane”. **Rehabilitation Research and Practice**, 2012: 9 pages, 2012.

Rasmussen-Barr E, Bohman T, Hallqvist J, Holm LW, Skillgate E. “Do physical activity level and body mass index predict recovery from persistent neck pain in men and women of working age? A population-based cohort study”. **European Spine Journal**, 22(9):2077-83, 2013.

Refshauge K, Goodsell M, Lee M. “Consistency of cervical and cervicothoracic posture in standing”. **Australian Journal of Physiotherapy**, 40(4):235-40, 1994.

Rheault W, Ferris S, Foley JA, Schaffhauser D, Smith R. “Intertester reliability of the flexible ruler for the cervical spine”. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 10(7): 254-6, 1989.

Rosenquist KJ, Therkelsen KE, Massaro JM, Hoffmann U, Fox CS. “Development and reproducibility of a computed tomography-based measurement for upper body subcutaneous neck fat”. **Journal of the American Heart Association**, 3(6): e000979, 2014.

Shin S, Yoon DM, Yoon KB. “Identification of the correct cervical level by palpation of spinous processes”. **Anesthesia and analgesia**, 112(5):1232-5, 2011.

Tayyab NA, Samartzis D, Altiok H, Shuff CE, Lubicky JP, Herman J. “The reliability and diagnostic value of radiographic criteria in sagittal spine deformities: comparison of the vertebral wedge ratio to the segmental cobb angle”. **Spine**, 32(16): E451-9, 2007.

Teixeira FA, Carvalho GA. “Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using the flexicurve method”. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 11(3): 173-177, 2007.

Willner S. “Spinal pantograph - a non-invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoraco-lumbar spine”. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, 52(5): 525–529, 1981.

Yochum T, Rowe L. **Essentials of skeletal radiology**. 2 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado no Capítulo 1 tinha como objetivo revisar sistematicamente quais são os métodos não invasivos propostos para a avaliação da lordose cervical. Embora alguns dos estudos incluídos na revisão sistemática tenham apresentado resultados promissores, as pesquisas futuras que envolvam estudos de reprodutibilidade e validação concorrente na região cervical devem ter atenção aos critérios de qualidade metodológica, pois foi possível identificar fraquezas nas áreas da descrição dos avaliadores, no insuficiente cegamento intra avaliador e na falta de variação na ordem dos testes. Em suma, os resultados dessa revisão sistemática demonstraram as limitações ainda existentes quanto aos aspectos de validade de cada um dos métodos revisados, estimulando o desenvolvimento de estudos que busquem suprir essas carências.

Com base nesses resultados, foi desenvolvido o estudo apresentado no Capítulo 2, que tinha como objetivos (1) identificar a validade concorrente do flexicurva a partir da verificação de concordância entre os resultados do exame de Raios-X e do flexicurva; (2) verificar a reprodutibilidade intra e inter avaliador do instrumento flexicurva; e (3) identificar a capacidade diagnóstica da medida fornecida pelo instrumento flexicurva. Os resultados desse estudo demonstraram que o flexicurva pode ser considerado uma ferramenta útil no acompanhamento clínico da curvatura cervical no plano sagital, visando a redução da exposição frequente aos Raios-X, pois apresenta adequados níveis de reprodutibilidade intra e inter avaliador, independente do perfil nutricional. Não obstante, os níveis de correlação com o padrão ouro também demonstraram altos resultados, exceto para os indivíduos com perfil nutricional sobrepeso, caracterizados pelo índice de massa corporal. Portanto, a utilização do flexicurva para a avaliação da curvatura da coluna cervical no plano sagital, até o momento, é indicada para os indivíduos classificados com perfil nutricional baixo peso ou saudável.

DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Inicialmente, aponta-se como limitação do presente estudo o pequeno “n” amostral presente em cada sub-grupo dividido pelo IMC, o que pode ter influenciado negativamente os resultados do sub-grupo sobrepeso no quesito de validade.

Outra limitação foi referente à análise da capacidade diagnóstica do flexicurva, pois a mesma é dependente de valores de referência de normalidade da lordose cervical e, apenas um estudo encontrado apresenta esses valores, os quais podem e devem ser questionados.

Por fim, a natureza da própria região cervical pode ser considerada uma limitação do estudo. Ou seja, a região cervical, por apresentar a maior amplitude de movimento de toda coluna vertebral, principalmente pela grande mobilidade da cabeça, dificulta uma padronização de postura, o que conseqüentemente gera um risco maior de erro de qualquer avaliação nesta região.

PERSPECTIVAS

Inicialmente, entende-se necessária a divulgação deste instrumento no meio científico, seja por meio de publicações em congressos e em eventos relacionados à saúde, ou por meio de artigos científicos, para possibilitar sua utilização de forma apropriada, seja em futuros estudos científicos ou na prática clínica.

Uma primeira perspectiva do estudo é recomendar a coleta de dados com vistas a aumentar o “n” amostral, em especial do sub-grupo sobrepeso. Secundariamente, pensa-se em conduzir alguns estudos com os seguintes temas: (1) Relação entre os ângulos da curvatura cervical (fornecidos pelo flexicurva) com a posição da cabeça, o alinhamento dos ombros e a postura das outras regiões da coluna vertebral; (2) Validação do flexicurva nas posturas de flexão e extensão máxima; (3) Avaliação da capacidade do flexicurva em avaliar a mobilidade cervical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- Bronfort G, Evans R, Nelson B, Aker PD, Goldsmith CH, Vernon H. “A randomized clinical trial of exercise and spinal manipulation for patients with chronic neck pain”. **Spine**, 26: 788-99, 2001.
- Cohen SP. “Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain”. **Mayo Clinic Proceedings**, 90(2):284-99, 2015.
- Cote P, Cassidy JD, Yong-Hing K, Sibley J, Loewy J. “Apophysial joint degeneration, disc degeneration, and sagittal curve of the cervical spine”. **Spine**, 22: 859-64, 1997
- Fejer R, Kyvik K, Hartvigsen J. “The prevalence of neck pain in the world population: a systemic critical review of the literature”. **European Spine Journal**, 15:834–48, 2006.
- Greendale GA, Nili NS, Huang MH, Seeger L, Karlamangla, AS. “The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle”. **Osteoporosis International**, 22(06): 1897-905, 2010.
- Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Janik TJ, Holland B. “Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis”. **Spine**, 25(16): 2072–2078, 2000.
- Harrison DE, Harrison DD, Janik TJ, William Jones E, Cailliet R, Normand M. “Comparison of axial and flexural stresses in lordosis and three buckled configurations of the cervical spine”. **Clinical Biomechanics**, 16(4): 276–284, 2001.
- Harrison DD, Harrison DE, Janik TJ, Cailliet R, Haas JW, Ferrantelli JL. “Modeling of the sagittal cervical spine as a method to discriminate hypo-lordosis: results of elliptical and circular modeling in 72 asymptomatic subjects, 52 acute neck pain subjects, and 70 chronic neck pain subjects”. **Spine**, 29: 2485-92, 2004.
- Helliwell PS, Evans PF, Wright V. “The straight cervical spine: does it indicate muscle spasm?” **The Journal of Bone & Joint Surgery**, 76(1): 103–106, 1994.
- Kai Y, Oyama M, Kurose S, Inadome T, Oketani Y, Masuda Y. “Neurogenic thoracic outlet syndrome in whiplash injury”. **Journal of Spinal Disorders**, 14: 487-93, 2001.
- Katsuura A, Hukuda S, Saruhashi Y, Mori K. “Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels”. **European Spine Journal**, 10: 320-4, 2001.
- Kuchera M. “Gravitational stress, musculoligamentous strain, and postural alignment”. **Spine: State Art’ Rev.** 9: 463-489, 1995.
- Matsunaga S, Sakou T, Sunahara N, Oonishi T, Maeda S, Nakanisi K. “Biomechanical analysis of buckling alignment of the cervical spine. Predictive value for subaxial subluxation after occipitocervical fusion”. **Spine**, 22: 765- 71, 1997
- Miyazaki M, Hymanson H, Morishita Y, He W, Zhang H, Wu G, Kong M, Tsumura H, Wang J. “Kinematic Analysis of the Relationship Between Sagittal Alignment and Disc Degeneration in the Cervical Spine”. **Spine**, 33(23): E870–E876, 2008.

Nagasawa A, Sakakibara T, Takahashi A. "Roentgenographic findings of the cervical spine in tension-type headache". **Headache**, 33: 90-5, 1993.

Takeshima T, Omokawa S, Takaoka T, Araki M, Ueda Y, Takakura Y. "Sagittal alignment of cervical flexion and extension". **Spine**, 27: E348-55, 2002.

Tayyab NA, Samartzis D, Ahtiok H, Shuff CE, Lubicky JP, Herman J. "The reliability and diagnostic value of radiographic criteria in sagittal spine deformities: comparison of the vertebral wedge ratio to the segmental cobb angle". **Spine**, 32(16): E451-9, 2007.

Anexo 1 - Checklist de 13 itens para avaliação da qualidade metodológica

Item		
1	If human subjects were used, did the authors give a detailed description of the sample of subjects used to perform the (index) test?	Validity and reliability studies
2	Did the authors clarify the qualification, or competence of the rater(s) who performed the (index) test?	Validity and reliability studies
3	Was the reference standard explained?	Validity studies
4	If interrater reliability was tested, were raters blinded to the findings of other raters?	Reliability studies
5	If intrarater reliability was tested, were raters blinded to their own prior findings of the test under evaluation?	Reliability studies
6	Was the order of examination varied?	Reliability studies
7	If human subjects were used, was the time period between the reference standard and the index test short enough to be reasonably sure that the target condition did not change between the two tests?	Validity studies
8	Was the stability (or theoretical stability) of the variable being measured taken into account when determining the suitability of the time interval between repeated measures?	Reliability studies
9	Was the reference standard independent of the index test?	Validity studies
10	Was the execution of the (index) test described in sufficient detail to permit replication of the test?	Validity and reliability studies
11	Was the execution of the reference standard described in sufficient detail to permit its replication?	Validity studies
12	Were withdrawals from the study explained?	Validity and reliability studies
13	Were the statistical methods appropriate for the purpose of the study?	Validity and reliability studies

Apêndice 1 - Resultado das 18 combinações de níveis vertebrais nos três polinômios: ICC inter e intra avaliador e Correlção de Pearson (r) entre ângulos Cobb C1-C7 e ângulos flexicurva.

Polinômio	Combinação	Inter avaliador	Intra avaliador	r (p)
		ICC (p)	ICC (p)	
Polinômio 1	C0-T2	0,765 (<0,001)	0,644 (<0,001)	0,515 (<0,001)
	C0-T1	0,801 (<0,001)	0,578 (0,001)	0,502 (<0,001)
	C0-C7	0,778 (<0,001)	0,540 (0,002)	0,435 (0,001)
	C1-T2	0,775 (<0,001)	0,771 (<0,001)	0,570 (<0,001)
	C1-T1	0,760 (<0,001)	0,715 (<0,001)	0,571 (<0,001)
	C1-C7	0,727 (<0,001)	0,622 (<0,001)	0,539 (<0,001)
	C2-T2	0,715 (<0,001)	0,782 (<0,001)	0,503 (<0,001)
	C2-T1	0,711 (<0,001)	0,784 (<0,001)	0,509 (<0,001)
	C2-C7	0,674 (<0,001)	0,726 (<0,001)	0,485 (<0,001)
Polinômio 2	C1-T2	0,754 (<0,001)	0,750 (<0,001)	0,563 (<0,001)
	C1-T1	0,695 (<0,001)	0,705 (<0,001)	0,562 (<0,001)
	C1-C7	0,632 (<0,001)	0,605 (<0,001)	0,513 (<0,001)
	C2-T2	0,727 (<0,001)	0,769 (<0,001)	0,476 (<0,001)
	C2-T1	0,675 (<0,001)	0,779 (<0,001)	0,484 (<0,001)
	C2-C7	0,612 (<0,001)	0,705 (<0,001)	0,444 (0,001)
Polinômio 3	C2-T2	0,730 (<0,001)	0,769 (<0,001)	0,471 (<0,001)
	C2-T1	0,648 (<0,001)	0,776 (<0,001)	0,478 (<0,001)
	C2-C7	0,575 (<0,001)	0,674 (<0,001)	0,428 (0,001)