

Publication status: Not informed by the submitting author

# The parallax effect and magnification on daily orthopedic trauma radiographs

Bruno Dada Gulini, Fernando Ferraz Faria, Jamil Faissal Soni

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8120>

Submitted on: 2024-02-19

Posted on: 2024-02-27 (version 1)

(YYYY-MM-DD)

# Carta de apresentação

## O efeito paralaxe e magnificação sobre radiografias do cotidiano do trauma ortopédico

Artigo original

**Autores:**

**Bruno dada gulini**

**Fernando Ferraz Faria<sup>1</sup>**

**Jamil Faissal Soni<sup>1</sup>**

1. Hospital Universitário Cajuru, Serviço de ortopedia e traumatologia, Curitiba, Brasil

Os autores desse artigo autorizam a publicação desse trabalho inédito. Trabalho original desolvido para publicação na revista Acta ortopédica Brasileira, não submetido a outra revista e nunca publicado antes.

Artigo original, feito por Bruno Dada Gulini, Igor Fiorese Vieira, Matias Nicolas Pereira Beiras, Christina Nahrari Sokolowski, Fernanado Ferraz Faria, Jamil Faissal Soni.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesse relacionado a este artigo

*Estudo conduzido no Hospital Universitário Cajuru, serviço de ortopedia e traumatologia, Curitiba, Parana, Brasil.  
Correspondência: Bruno Dada Gulini, Rua Nestor Victor, Água Verde, 316, apt 303, Curitiba, Parana, Brasil, 80620400.  
Brunogulini@hotmail.com*

# O efeito paralaxe e magnificação sobre radiografias do cotidiano do trauma ortopédico

The parallax effect and magnification on daily orthopedic trauma radiographs

Artigo original

Bruno dada gulini <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0009-0006-4918-069X>) , Fernando Ferraz Faria <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-6163-5147>) , Jamil Faissal Soni <sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-9448-7352>).

1. Hospital Universitário Cajuru, Serviço de ortopedia e traumatologia, Curitiba, Brasil

## Resumo

**Objetivo:** Identificar o efeito paralaxe sobre radiografias de membros superiores e inferiores do cotidiano ortopédico. **Métodos:** Este foi um estudo experimental, descritivo-teórico, com análise de dados de radiografias digitais de um hospital de trauma terciário sul-brasileiro. **Resultados:** O efeito paralaxe e magnificação registrou diferentes graus de deformação, em análise de radiografias de membros superiores a radiografia em AP do ombro apresentou maior grau de distorção em um ponto pré-determinado (4,00%), em membros inferiores a pelve apresentou maior grau de magnificação (7,85%). **Conclusões:** Houve uma associação positiva entre a magnificação de imagem e o tamanho do filme ou estrutura a ser analisada. O efeito paralaxe tem impacto significativo sobre a distorção de imagens no contexto de trauma ortopédico. Nível de evidência III. Estudo diagnóstico – investigação de um exame para diagnóstico, - estudo com pacientes não consecutivos, sem padrão de referência ouro.

**Palavras-chave:** Radiografia; Ilusões de ótica, Ortopedia; Magnificação da imagem.

## Abstract

**Objective:** To identify the parallax effect on radiographs of upper and lower limbs in everyday orthopedics. **Methods:** This was an experimental, descriptive-theoretical study, with data analysis of digital radiographs from a tertiary trauma hospital in southern Brazil. **Results:** The parallax effect and magnification recorded different degrees of deformation, in the analysis of radiographs of the upper limbs, the AP radiograph of the shoulder showed greater degrees of distortion at a predetermined point (4.00%), in lower limbs the pelvis showed a greater degree of magnification (7.85%). **Conclusions:** There was a positive association between image magnification and the size of the film or structure to be analyzed. The parallax effect has a significant impact on image distortion in the context of orthopedic trauma. Level of Evidence III.

**Keywords:** Radiography; Orthopedics; Optical Illusions, Radiographic Magnification / method

*Estudo conduzido no Hospital Universitário Cajuru, serviço de ortopedia e traumatologia, Curitiba, Parana, Brasil. Correspondência: Bruno Dada Gulini, Rua Nestor Victor, Água Verde, 316, apt 303, Curitiba, Parana, Brasil, 80620400. [Brnogulini@hotmail.com](mailto:Brnogulini@hotmail.com)*

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesse relacionado a este artigo

## Introdução

É descrito na literatura convenções técnicas quanto ao melhor posicionamento dos membros e a distância foco-filme ideal, fatores que podem interferir na qualidade da imagem. (1) A técnica adequada é imprescindível para evitar efeitos de imagem, dentre eles o efeito paralaxe, referente às distorções que a imagem formada possui em relação ao objeto retratado. Esse efeito, é uma ilusão de ótica decorrente do posicionamento do raio-x durante a confecção da imagem radiográfica. Consiste na alteração da forma de um objeto e contorno, quando visualizado de diferentes planos raios-x (2).

Além disso, a imagem ainda sofre o efeito de magnificação, o qual é descrito com alteração do tamanho da imagem de acordo com a distância do objeto entre os raios-x e filme. Desse modo, o mal posicionamento, assim como a distância inadequada, podem afetar a real representação da imagem, que pode apresentar distorções significativas em relação ao objeto real (3).

A distorção da imagem, portanto, tem implicação direta na análise do exame radiológico e, conseqüentemente, no diagnóstico de possíveis acometimentos do aparelho musculoesquelético. Para tanto, o intuito deste trabalho é quantificar o efeito paralaxe e magnificação em radiografias comumente solicitadas por profissionais ortopedistas e descrever o efeito como fator determinante na análise das imagens finais obtidas.

Considerando a relevância do tema na ortopedia, que tem a radiografia como um aliado diagnóstico primordial, buscamos retratar quais as principais implicações do efeito paralaxe e relacioná-los com possíveis impactos diretos na prática médica. Assim, pretendemos ilustrar radiograficamente o efeito paralaxe da imagem e os diferentes graus de distorção conforme a área que o objeto retratado ocupa no filme.

## **Métodos**

Este é um estudo teórico, descritivo-quantitativo e transversal. Foram utilizados dados de 1 hospital-centro terciário do sul do Brasil para aquisição dos dados radiográficos.

Esse trabalho foi aprovado pelo comite de ética, pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, sob o parecer de número 6.266.186.

Dados foram obtidos através de um único aparelho radiográfico SIEMENS POLYMAT B modelo 0850180 G200B. O aparelho usado para digitalização foi CR85-X e o software utilizado foi NX modelo: 2.0, type 8800 SU1 ; build: 9.5.2014.

Os dados foram coletados por 3 técnicos através de orientações e normativas vide consenso para realização de imagens radiográficas em ântero-posterior de articulações da pelve, joelho, tornozelo, ombro e punho.

Foi optado por utilizar como objeto de observação um círculo radiopaco com 20,00mm (2 centímetros) de diâmetro como anteparo radiográfico para cálculo dos efeitos de distorção radiográfica.

Atreves da aplicação do TCLE ( conforme normas e diretrizes e aprovado pelo comite de ética), foi obtido dois voluntários, sendo um deles para membro superior e outro para membro inferior e pelve. Foram submetidos a radiografias de incidência em ântero-posterior com posicionamento do anteparo radiográfico circular em pontos específicos para posteriores cálculos.

Em seguida, através de aferições pelo mesmo software do aparelho de Radiografia e medidas sequenciais foram obtidas para calcular as distorções de cada radiografia.

## **Resultados**

As medidas obtidas demonstraram que o tamanho real do diâmetro de 20,00mm do círculo radiopaco é visualizado com tamanho de 21,57mm no raio-x AP de pelve, 20,80mm no rx AP de ombro, 20,45mm no raio-x AP de punho,

20,25mm no raio-x AP de tornozelo e 20,10mm no raio-x AP de joelho em todos os pontos analisados, como radiografia exemplo podemos observar o raio-x de pelve, que constatou a maior deformação (figura 1).

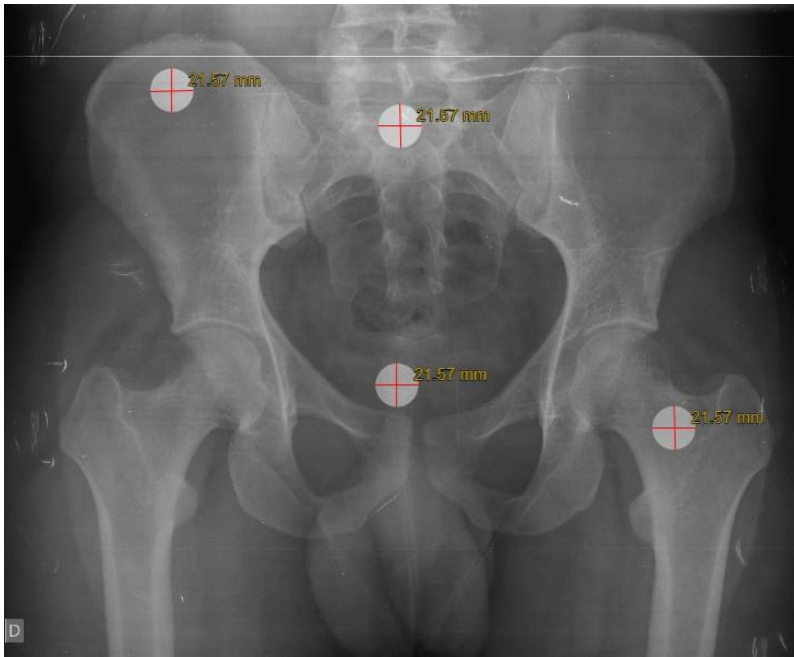


Fig 1. Medidas dos 4 pontos em uma radiografia AP de pelve.

Isso equivale a uma distorção de aumento de até pelo menos 7,85% nas radiografias de AP de pelve, 4,00% no AP de ombro 2,25% no AP de punho, 1,25% no AP de tornozelo, 0,50% no AP de joelho (tabela 1).

#	Tamanho aparente				Magnificação			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Pelve	21,57mm	21,57mm	21,57mm	21,57mm	7,85%	7,85%	7,85%	7,85%
Ombro	20,80mm	20,80mm	20,80mm	-	4,00%	4,00%	4,00%	-
Punho	20,45mm	20,45mm	20,45mm	-	2,25%	2,25%	2,25%	-
Tornozelo	20,25mm	20,25mm	20,25mm	-	1,25%	1,25%	1,25%	-

Joelho	20,10mm	20,10mm	20,10mm	20,10mm	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
--------	---------	---------	---------	---------	-------	-------	-------	-------

Tabela 1. Tamanhos aparentes e magnificação para cada radiografia.

A maior distorção constatada se faz no AP de pelve com 7,85% de aumento à 0,70cm de distância do filme a ampola dos raios-x, conforme constatado na técnica de execução do exame (distância total de 0,70cm = B) (figura 2).

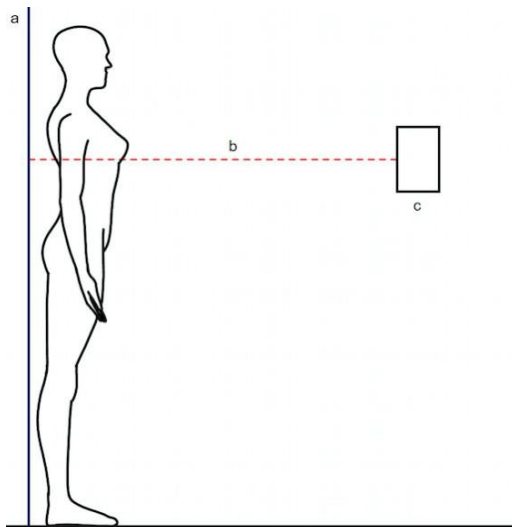


Fig 2. Esquemática de posicionamento do aparelho de radiografia: Filme (A), Distância ampola vs filme (B), Ampola (C) **B = 0,70cm**.

Os tamanhos de filme utilizados para as radiografias de ombro, joelho, tornozelo e punho foram de 24 x 30 cm e para a radiografia de pelve foi utilizada um filme de tamanho 35 x 43 cm conforme padrão preconizado, as radiografias remanescentes e pontos utilizados para as aferições podem ser vistas a seguir (figura 3).



Fig 3. Imagens de radiografia AP de punho, tornozelo, joelho e ombro utilizados em análise.

## Discussão

O presente estudo sugere que a determinação de medidas e cálculos nas mais variadas radiografias utilizadas rotineiramente na prática ortopédica sofre um impacto de magnificação de imagem junto ao efeito paralaxe inerente à aquisição de imagens sobre a tecnologia de radiografia.

No entanto, um coeficiente de correção, variando conforme imagem a ser obtida deve ser levado em consideração a depender da: distância do paciente X imagem e da topografia a ser adquirida para análise conforme os resultados apresentados anteriormente: um valor máximo de correção de 0,927 para AP de pelve até 0,995 para AP de joelho (mínimo). (Tabela 2)

$$\text{Coeficiente de correção} = \frac{\text{Tamanho real}}{\text{Tamanho radiográfico}}$$

Fig 4. Exemplo do cálculo do tamanho real utilizando o coeficiente de correção.

RX	Coeficiente de correção
Pelve	0,927
Ombro	0,960
Punho	0,975
Tornozelo	0,9875
Joelho	0,995

Tabela 2. Coeficiente de correção estimado para cada exame de imagem analisado.

Nas radiografias de punho, o tamanho aparente do objeto foi de respectivamente 20,45mm para os pontos testados. O que equivale a uma variação de 2,25% do valor real, sendo que, em situações clínicas de análise, desvios ou afundamentos de, por exemplo 2mm para fraturas articulares, valor limite indicado pela American Academy of Orthopaedic Surgeons, seriam na realidade desvios de 1,95mm (4). Além disso, é avaliado nas fraturas de rádio distal a altura radial, em média de 11-12mm, sendo que um encurtamento maior que 5mm pode ser usado para guiar o tratamento. Assim, sob o efeito de magnificação encurtamento de 5mm na verdade são valores de 4,875 mm (5). *King, R. J., et all.* Traz em seu estudo efeito de magnificação em região de rádio com valores médios de 3,9%, superior ao do nosso estudo (6). Contudo, embora

esses efeitos sejam conhecidos, não há estudos avaliando esses fenômenos e indicação de tratamento para fraturas do rádio, havendo necessidade de novos estudos.

Na imaginologia de ombro a medida obtida foi respectivamente de 20,80mm para os pontos testados. Dessa maneira, a variação em relação ao valor de referência para desvios da grande tuberosidade, por exemplo, de 50mm (0,5cm) em fraturas do úmero proximal seriam estimadas em desvios reais de 48mm (7). *Drynan et al.* Teve resultados de cerca de 15,77 ( desvio padrão de 6,07), valor maior que o de 4% encontrado na avaliação do presente estudo (8).

Enquanto isso, o efeito em imagens de tornozelo, sofreu aumento do valor para 20,25m. É amplamente conhecido que há indicação cirurgica em fraturas com desvios do espaço claro-medial maiores que 4mm, porém, esses valores correspondem a desvios reais de 3,95mm (9). *King, R. J., et al.* Traz em seu estudo a magnificação da imagem com aumento médio de 3,3% (6), enquanto *Drynan et al* traz em seu artigo valores de 6,33%, valores maiores que encontrados em nossa análise (8).

Em relação à radiografia de joelho, temos os menores impactos sendo que os valores aparentes foram respectivamente de 20,10mm para os pontos testados. Isso equivale a desvios articulares de 2mm, valor de referência para tratamento conservador, corrigidos para 1,99mm (10).

Já para os estudos de fraturas de pelve, desvios no AP de pelve para as disjunções da sínfise púbica de 250mm (2,50cm) para classificação de Young-Burgess nas compressões em AP (11) na verdade seriam desvios reais de 231,25mm (2,31cm). Ainda se falando da pelve, para o planejamento cirurgico de prótese é necessário raio-x para determinar tamanho, posição e profundidade da

inserção dos componentes. *Hornová j, Et al.* Traz em seu artigo um aumento de magnificação variando 9,9- 11,5%, enquanto esse trabalho encontrou aumento somente de 7,85%. (12)

Ainda, tratando-se de quadril, *Baumgaertner Et all.* Descreveu o TIP-APEX com valor limite de até 25 mm para diminuir a chance de cut out após cirurgia de fixação de fêmur proximal com uso de parafuso cefálico. Em seu estudo original, foi levado em conta a magnificação e distorções de imagem e obtido o valor de 25 mm após as correções. (13). Dessa maneira, é fundamental levar em conta a magnificação e efeito paralaxe, uma vez que um valor de 23,175 mm representa 25 mm ao ser multiplicado pelo coeficiente (0,927) deste trabalho.

O resultado de combinação desses efeitos estereométricos (paralaxe e magnificação), nossos dados sugerem uma razão para adaptar os desvios reais dos valores apresentados pelos estudos radiográficos de : 0,975 para AP de punho, 0,960 para AP de ombro e 0,9875 para AP de tornozelo, 0,927 para AP de bacia e 0,995 para o AP de joelho (Tabela 2).

## **Conclusão**

Um valor de correção para avaliação da distorção do efeito paralaxe e magnificação é necessário para estimar o valor real frente às distorções das imagens projetadas nas radiografias de rotina ortopédicas. O maior efeito de distorção se mostrou na radiografia AP de pelve (7,85%) e um coeficiente de correção de 0,927 foi estimado no presente estudo.

Este estudo apresenta algumas limitações: (1) o relato do coeficiente de correção é calculado para um único aparelho radiográfico SIEMENS POLYMAT B

modelo 0850180 G200B e possíveis variações diferentes em diferentes modelos podem ser constatadas. (2) 3 técnicos realizaram as radiografias e a técnica utilizada pode ser aplicada diferentemente entre cada profissional (a distância filme vs ampola se manteve constante entre os 3 observadores).

Dessa forma, ainda é necessário novos trabalhos para quantificar e analisar os efeitos na prática clínica e na tomada de decisões de tratamento. A maioria dos estudos presentes na literatura avalia somente a magnificação nas incidências de pelve ou coluna, as quais são áreas onde o efeito é maior. Porém é necessário estudar as outras áreas, como rádio distal, úmero e tornozelo, para avaliar o impacto clínico dos efeitos nesses locais.

## **Conflito de Interesses**

Este estudo não recebeu nenhum suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos não apresentando nenhum conflito de interesses.

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. EAM: contribuição substancial para o concepção ou desenho da obra, ou aquisição, análise ou interpretação dos dados para a obra, redação da obra ou revisão crítica de seu conteúdo intelectual; BDG, IFV, MNPB, CNS, FFF: Contribuição substancial na concepção ou desenho do trabalho, ou aquisição, análise ou interpretação dos dados para o trabalho; Redação do trabalho ou revisão crítica do seu conteúdo intelectual; FFF, JFS: Aprovação final da versão do manuscrito a ser publicado.

## **Referências**

1. Bontrager KL, Lampignano JP. Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada: 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015
2. PRADO JC, SANTILI C, AKKARI M, WAISBERG G, KESSL C. Hiperextensão do quadril: uma nova incidência radiográfica na epifisiólise femoral proximal. Rev Bras Ortop. 2001;36(4):.
3. Long WL, Rollins JH, Smith BJ. Merrill's atlas of radiographic positioning and procedures. 11. ed: Elsevier; 2015
4. Bartolotta RJ, Daniels SP, Verret CI, Fufa DT. Current Fixation Options for Elbow, Forearm, Wrist, and Hand Fractures. Semin Musculoskelet Radiol. 2019;23(2):109-125.
5. Ashley B. Anderson, Scott M. Tintle, Closed Reduction Techniques for Distal Radius Fractures and Appropriate Casting Methods, Hand Clinics, Volume 37, Issue 2, 2021, Pages 239-245.
6. King, R. J., Craig, P. R. S., Boreham, B. G., Majeed, M. A., & Moran, C. G. (2009). The magnification of digital radiographs in the trauma patient: Implications for templating. Injury, 40(2), 173–176.
7. Maier D, Jäger M, Strohm PC, Südkamp NP. Treatment of proximal humeral fractures - a review of current concepts enlightened by basic principles. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2012;79(4):307-316.
8. Drynan, D., McArthur, M., Vohora, A., Hinton, D., Menegon, G., & Wilkinson, M. P. R. (2018). *Accuracy of digital radiography: regional scaling factors for trauma*. ANZ Journal of Surgery, 88(4), 341–345.
9. Kwon JY, Cronin P, Velasco B, Chiodo C. Evaluation and Significance of Mortise Instability in Supination External Rotation Fibula Fractures: A Review Article. Foot Ankle Int. 2018;39(7):865-873.
10. Hebert SK, Barros Filho TEP, Xavier R, Pardini Junior AG. Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Práticas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed; 2017

11. Sanal HT, Boulton C, Neyisci C, Erdem Y, Lowe J. Imaging of Pelvic and Femoral Fixation Hardware: Normal Findings and Hardware Failure. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2019;23(2):e1-e19.
12. Hornová J, Růžička P, Hrubina M, Šťastný E, Košková A, Fulín P, Gallo J, Daniel M. Magnification of digital hip radiographs differs between clinical workplaces. *PLoS One.* 2017 Nov 30;12
13. Baumgaertner, M R; Curtin, S L; Lindskog, D M; Keggi, J M. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip.. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 77(7):p 1058-1064, Jul 1995

## Figuras

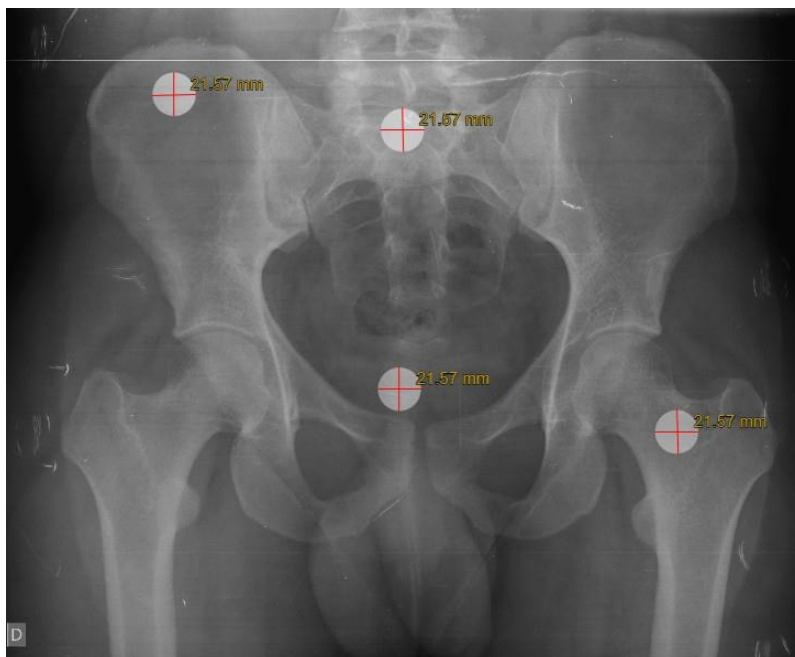


Fig 1. Medidas dos 4 pontos para a radiografia em AP de pelve.

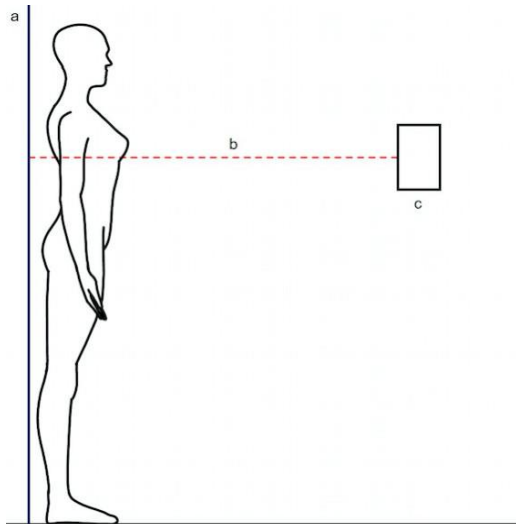


Fig 2. Esquematização de posicionamento da radiografia: Filme (A), Distância ampola vs filme (B), Ampola (C) **B = 0,70cm**.



Fig 3. Imagens de radiografia AP de punho, tornozelo, joelho e ombro utilizados em análise.

$$\text{Coeficiente de correção} = \frac{\text{Tamanho real}}{\text{Tamanho radiográfico}}$$

Fig 4. Exemplo do cálculo do tamanho real utilizando o coeficiente de correção.

## Tabelas

#	Tamanho aparente				Magnificação			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Pelve	21,57mm	21,57mm	21,57mm	21,57mm	7,85%	7,85%	7,85%	7,85%
Ombro	20,80mm	20,80mm	20,80mm	-	4,00%	4,00%	4,00%	-
Punho	20,45mm	20,45mm	20,45mm	-	2,25%	2,25%	2,25%	-
Tornozelo	20,25mm	20,25mm	20,25mm	-	1,25%	1,25%	1,25%	-
Joelho	20,10mm	20,10mm	20,10mm	20,10mm	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%

Tabela 1. Tamanhos aparentes e magnificação para cada radiografia.

RX	Coefficiente de correção
Pelve	0,927
Ombro	0,960
Punho	0,975
Tornozelo	0,9875
Joelho	0,995

Tabela 2. Coeficiente de correção estimado para cada exame de imagem analisado.

This preprint was submitted under the following conditions:

- The authors declare that they are aware that they are solely responsible for the content of the preprint and that the deposit in SciELO Preprints does not mean any commitment on the part of SciELO, except its preservation and dissemination.
- The authors declare that the necessary Terms of Free and Informed Consent of participants or patients in the research were obtained and are described in the manuscript, when applicable.
- The authors declare that the preparation of the manuscript followed the ethical norms of scientific communication.
- The authors declare that the data, applications, and other content underlying the manuscript are referenced.
- The deposited manuscript is in PDF format.
- The authors declare that the research that originated the manuscript followed good ethical practices and that the necessary approvals from research ethics committees, when applicable, are described in the manuscript.
- The authors declare that once a manuscript is posted on the SciELO Preprints server, it can only be taken down on request to the SciELO Preprints server Editorial Secretariat, who will post a retraction notice in its place.
- The authors agree that the approved manuscript will be made available under a [Creative Commons CC-BY](#) license.
- The submitting author declares that the contributions of all authors and conflict of interest statement are included explicitly and in specific sections of the manuscript.
- The authors declare that the manuscript was not deposited and/or previously made available on another preprint server or published by a journal.
- If the manuscript is being reviewed or being prepared for publishing but not yet published by a journal, the authors declare that they have received authorization from the journal to make this deposit.
- The submitting author declares that all authors of the manuscript agree with the submission to SciELO Preprints.