

# Artefato de simulação para avaliação do campo de radiação de raios-x dentários

## Simulation artifact for evaluation of dental x-ray radiation field

## Artefacto de simulación para la evaluación del campo de radiación de rayos-x dentales

Antonio Marmoro Caldeira Junior<sup>1</sup>, Leandro Xavier Cardoso<sup>2</sup>, Ronni Geraldo Gomes de Amorim<sup>3</sup>, George Harrison Ferreira de Carvalho<sup>4</sup>

**Como citar:** Caldeira Junior AM, Cardoso LX, Amorim RGG, Carvalho GHF. Artefato de simulação para avaliação do campo de radiação de raios-x dentários. REVISA. 2025; 14(1): 1379-85. Doi: <https://doi.org/10.36239/revisa.v14.n1.p1379a1385>

REVISA

1. Universidade de Brasília, Engenharia Biomédica. Gama, Distrito Federal, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0237-8704>

2. Universidade de Brasília, Engenharia Biomédica. Gama, Distrito Federal, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-1293-8800>

3. Universidade de Brasília, Engenharia Biomédica. Gama, Distrito Federal, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-6532-3087>

4. Faculdade de Brasília (FBr). Santa Maria, Distrito Federal, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-7377-9284>

Recebido: 14/10/2024  
Aprovado: 22/12/2024

### RESUMO

**Objetivo:** testar o controle de qualidade em aparelhos de raios-X odontológicos intrabucais em consultórios privados no Distrito Federal, cidade do Gama. **Método:** mediram-se os diâmetros dos campos de radiação destes aparelhos, assim evitando que o paciente seja exposto a campo de radiação maior que o necessário preconizado pela ANVISA/RDC 330. **Resultados:** Estudou-se os resultados de cada máquina de raios-x avaliados, para isso criou-se um artefato simulador para mensurar e possibilitar a avaliação do diâmetro do campo de radiação dos raios x odontológico, onde foi possível medir o campo de radiação de cada aparelho para saber se estão condizentes com o recomendado pela RDC 330. Foi realizada uma análise de regressão linear para calcular o coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,0046$ ) para demonstrar as diferenças nos diâmetros do campo de radiação. **Conclusão:** Este estudo sugere novas investigações para aprimoramento e validação deste artefato de simulação de raio - x.

**Descritores:** Raio-X Odontológico; Proteção Radiológica; Diâmetro do Campo de Radiação.

### ABSTRACT

**Objective:** to test the quality control of intraoral dental X-ray devices in private practices in the Federal District, city of Gama. **Method:** the diameters of the radiation fields of these devices were measured, thus preventing the patient from being exposed to a radiation field larger than that recommended by ANVISA/RDC 330. **Results:** The results of each x-ray machine evaluated were studied, for this purpose a simulator artifact was created to measure and enable the evaluation of the diameter of the radiation field of dental x-rays, where it was possible to measure the radiation field of each device to know if they are consistent with that recommended by RDC/330. A linear regression analysis was performed to calculate the coefficient of determination ( $R^2 = 0.0046$ ) to demonstrate the differences in the diameters of the radiation field. **Conclusion:** This study suggests further investigations to improve and validate this x-ray simulation artifact.

**Descriptors:** dental X-Ray; Radiological Protection; Diameter of the Radiation Field.

### RESUMEN

**Objetivo:** probar el control de calidad en dispositivos de rayos-X dentales intraorales en consultorios privados del Distrito Federal, ciudad de Gama. **Método:** se midieron los diámetros de los campos de radiación de estos dispositivos, evitando así que el paciente sea expuesto a un campo de radiación mayor al recomendado por ANVISA/RDC 330. **Resultados:** Los resultados de cada máquina de rayos-X evaluada, se creó un artefacto simulador para medir y permitir la evaluación del diámetro del campo de radiación de los rayos-X dentales, donde fue posible medir el campo de radiación de cada dispositivo para determinar si son consistentes con lo recomendado por la RDC 330. Se realizó un análisis de regresión lineal para calcular el coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,0046$ ) para demostrar las diferencias en los diámetros del campo de radiación. **Conclusión:** Este estudio sugiere más investigaciones con artefactos de simulación de rayos-X.

**Descritores:** Radiografía Dental; Protección Radiológica; Diámetro del Campo de Radiación.

## Introdução

Vários pesquisadores do Brasil e do mundo têm publicado estudos sobre proteção radiológica e, devido a esses estudos, foram criadas normas de proteção radiológica e órgãos de padronização, como o TECDOC-796, que trata das doses de radiação no radiodiagnóstico e métodos para sua redução. Outro documento citado por pesquisadores foi o código internacional de prática para dosimetria em radiodiagnóstico, publicado em 2007.<sup>1-2</sup>

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica, fundada em 1928, também é uma referência importante para diversos países no desenvolvimento de diretrizes de proteção radiológica.<sup>3</sup>

No Brasil, o conjunto de normas que regulamenta o funcionamento dos serviços de radiodiagnóstico está especificado na Resolução - RDC Nº 330, de 20 de dezembro de 2019.<sup>4</sup> Essa Resolução RDC 330 estabeleceu os parâmetros de teste para a execução da qualidade dos feixes de radiodiagnóstico e os critérios adequados a serem considerados na avaliação de sua conformidade.<sup>5</sup>

Os serviços que trabalham com radiodiagnóstico médico/odontológico, para cumprir as especificações da portaria 453/98, devem realizar periodicamente o controle de qualidade para analisar os parâmetros radiológicos. A avaliação desses parâmetros auxilia diretamente no controle dos equipamentos de radiodiagnóstico.<sup>5</sup>

A dose de radiação recebida pelo paciente está ligada à qualidade de um feixe de raios X diagnóstico; essa dose deve ser reduzida sem comprometer a obtenção da imagem radiográfica. Além disso, o principal objetivo da radioproteção determina que: "As exposições ocupacionais e exposições públicas decorrentes do radiodiagnóstico devem ser otimizadas para um valor tão baixo quanto praticável".<sup>2</sup>

### Artefato Simulador

O objeto simulador, ou fantoma, foi criado com o objetivo de ser utilizado em testes de controle de qualidade de aparelhos de raios X, no treinamento de profissionais e na avaliação da qualidade geral das imagens para um diagnóstico preciso. Essa ferramenta de teste tem a função de reproduzir características de tecidos ou órgãos humanos em procedimentos dosimétricos de rotina no radiodiagnóstico. Tecidos ou órgãos humanos também podem ser introduzidos no fantoma. Esses simuladores, além de auxiliarem no controle de qualidade dos equipamentos de raios X, também contribuem para o treinamento de profissionais da área. Pode-se dizer que os fantasmas são classificados em fantoma dosimétrico, fantoma de calibração e fantoma antropomórfico para imagem, todos utilizados em testes de controle de qualidade.<sup>6</sup>

### Campo de Radiação

O campo de radiação dos aparelhos de raios X deve ser limitado (colimado) à região de interesse diagnóstico. Nos aparelhos odontológicos para raios X intraorais, há um diafragma que limita o diâmetro do campo de radiação ao qual o paciente será exposto. Esse diafragma é composto por uma chapa de chumbo com um orifício central, fixado à cabeça do tubo. Além de ser limitado pelo diafragma, o diâmetro do campo também é restringido por um

colimador, geralmente cilíndrico, com aproximadamente 20 cm de comprimento, composto de chumbo e acoplado à cabeça do equipamento.

O diafragma é o primeiro a limitar o feixe de radiação, pois está localizado próximo à saída do tubo de raios X; o colimador limita ainda mais o feixe após ele passar pelo diafragma. Em imagens intraorais, o campo de radiação deve ter um diâmetro máximo de 6 cm na extremidade de saída do colimador. O colimador deve ter um comprimento mínimo de 18 cm para equipamentos com tensão de pico menor ou igual a 60 kVp; 20 cm para tensões entre 60 e 70 kVp e 24 cm se a tensão for superior a 70 kVp.<sup>2,4</sup>

### Filme Radiográfico

Os filmes radiográficos seguem um padrão de produção que consiste em uma fina camada base de plástico revestida por uma emulsão sensível à radiação. Essa emulsão é composta por grãos de brometo de prata (AgBr) suspensos em gelatina.<sup>6</sup> Essa emulsão tem a função de absorver a radiação durante a exposição aos raios X, produzindo uma imagem latente, que após o processo de revelação se torna uma imagem radiográfica. Como os grãos de brometo de prata (AgBr) são mais sensíveis à luz visível do que à radiação, os filmes radiográficos devem ser protegidos contra iluminação direta.

Acoplada à base plástica, há uma placa de chumbo posicionada atrás do filme. Essa placa tem a função de reduzir a dose de raios X recebida pelo paciente.

### Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar os aparelhos de raios X odontológicos em onze consultórios na cidade de Gama, Distrito Federal. Para isso, foi criado um objeto simulador que permitiu avaliar o diâmetro do campo de radiação dos equipamentos odontológicos e analisar se as medições estão de acordo com a Resolução RDC 330,<sup>7</sup> que determina que, em imagens intraorais, o diâmetro do campo de radiação não deve ser superior a 6 cm.

### Método

Para o desenvolvimento de um objeto simulador do campo de radiação odontológica, foram utilizados materiais odontológicos de baixo custo, conforme mostrado na (Figura 1), que serviram como suporte para o alinhamento dos filmes radiológicos e para medir o diâmetro do campo de radiação desses equipamentos.

Para obter o molde do objeto de teste do campo de radiação, foram utilizados alginato e acrílico autopolimerizável, na proporção de 2:1 de acrílico e líquido. Nos testes, um objeto simulador foi utilizado, e filmes radiográficos foram inseridos nele. Posteriormente, os filmes foram expostos aos raios X e, após a exposição, foram removidos para revelação em um ambiente de câmara escura.

Para a revelação dos filmes, foram utilizados revelador e fixador da marca Kodak, e um avental de chumbo foi empregado para proteger o profissional.



**Figura 1: Foto do fantoma produzido.**

Para medir o diâmetro do campo de radiação de cada equipamento de raio-X analisado, de acordo com o limite recomendado pela Resolução RDC 330(7) do Ministério da Saúde do Brasil, quatro filmes foram alinhados no objeto simulador do campo de radiação e expostos diretamente ao feixe primário, conforme ilustrado na (Figura 2a). Após a revelação, as folhas de filme foram alinhadas no objeto simulador para medir o diâmetro do campo com uma régua, conforme representado na (Figura 2b). Para calcular o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e criar o gráfico de regressão linear, foi utilizado o Excel 2016.

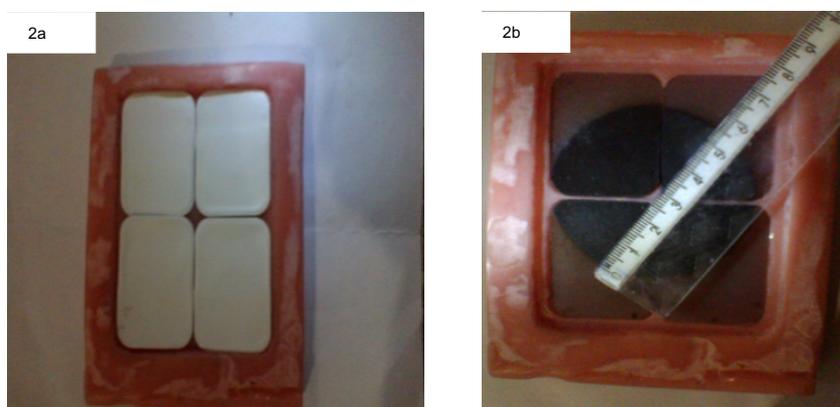


Figura 2a: Filmes alinhados para avaliação do campo de radiação

Figura 2b: Medição do diâmetro do campo de radiação dos filmes revelados

## Resultados

Os resultados foram obtidos por meio de testes para avaliar o diâmetro do campo de radiação utilizando o objeto simulador para essas medições. Após a análise dos testes de controle de qualidade, observamos que, dos onze equipamentos pesquisados, apenas quatro apresentaram diâmetro acima do recomendado. Isso significa que o equipamento está liberando uma área de radiação maior do que a necessária para a obtenção da imagem diagnóstica, o que resulta em um aumento da dose absorvida pelo paciente.

Desses equipamentos, um apresentou um diâmetro do campo de radiação de 5,5 cm e os outros dois de 5,6 cm, resultados considerados abaixo do nível recomendado, mas ainda dentro dos limites permitidos pela ANVISA. Os resultados desses testes estão detalhados na (Tabela 1).

**Table 1-**Test results for radiation field diameter measurements

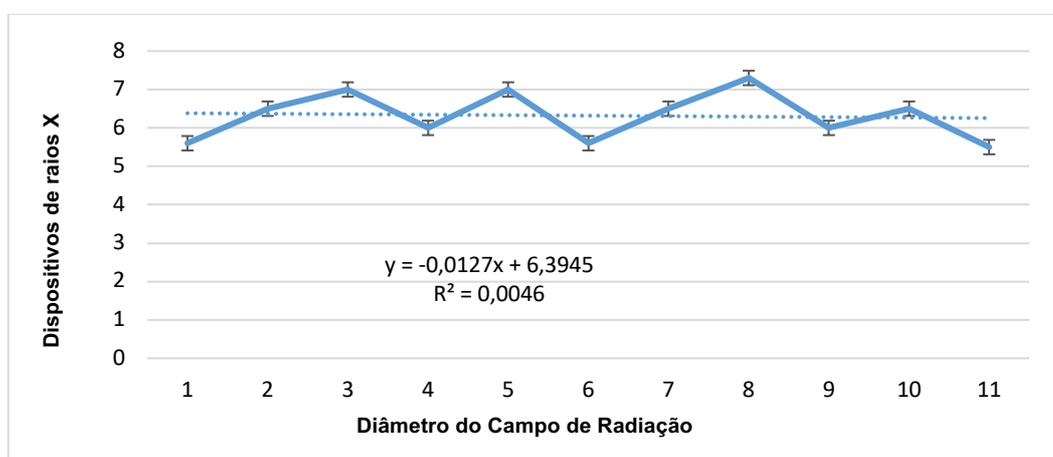
Equipment	Radiation Field Diameter
A	5,6 cm
B	6,5 cm
C	7,0 cm
D	6,0 cm
E	7,0 cm
F	5,6 cm
G	6,5 cm
H	7,3 cm
I	6,0 cm
J	6,5 cm
L	5,5 cm

O maior diâmetro do campo de radiação foi de 7,3 cm, seguido por 7,0 cm e 6,5 cm, valores superiores ao recomendado pela Resolução RDC 330 (Figura 3). Para a revelação dos filmes, utilizamos uma câmara escura portátil de cor vermelha.

Das onze clínicas visitadas, observamos que quatro utilizavam equipamentos de raio-X odontológico com acionamento analógico, sendo elas as clínicas 4, 5, 6 e 9, respectivamente.

Durante o processo de revelação dos filmes, foram utilizadas soluções Kodak, e o tempo médio de revelação na maioria das clínicas variou entre 1 a 2 minutos. A clínica 4 foi a que apresentou o maior tempo de revelação, levando 3 minutos, porém isso não comprometeu a qualidade dos filmes revelados.

Para ilustrar a discrepância nos diâmetros de emissão dos equipamentos de raio-X das clínicas odontológicas analisadas, foi elaborado um gráfico (Figura 3), onde a regressão linear foi apresentada com o valor do coeficiente de determinação  $R^2 = 0,0046$ .



**Figura 03.** Resultados do teste representados em um gráfico de dispersão para medições do diâmetro do campo de radiação.

Os dados apresentados no gráfico acima representam as clínicas odontológicas no eixo 'x' pelos números. Assim, o número 1 significa a clínica A, 2 significa a clínica B e assim por diante, até o número 11.

## Discussão

Com base nos testes de controle de qualidade realizados em clínicas odontológicas na cidade de Gama-DF, foi possível avaliar diversos aparelhos de raio-X odontológicos, verificando o diâmetro do campo de radiação em conformidade com a Resolução RDC 330.7. Diante disso, observou-se que em 45,4% dos equipamentos o diâmetro do campo de exposição não estava de acordo com as recomendações. O equipamento no consultório 11 apresentou um campo de radiação de 5,5 cm, portanto inferior ao recomendado, mas dentro do padrão.

O objeto simulador mostrou-se eficaz no teste, auxiliando no posicionamento dos filmes radiográficos e, assim, apresentando um método seguro para a realização de medições do campo de radiação em radiografias odontológicas. O phantom pode ser fabricado com matérias-primas de boa qualidade e baixo custo financeiro, tornando-se uma boa alternativa para o controle de qualidade desses equipamentos.

## Conclusão

Com esses estudos, iniciamos um Programa de Controle de Qualidade seguindo as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o que representa um passo muito importante para a melhoria da prestação de serviços radiológicos à população da cidade de Gama-DF. Dessa forma, ampliaremos nosso campo de estudo em diagnóstico por imagem, orientando também os profissionais da área e fornecendo mais informações sobre as normas da ANVISA para o controle de qualidade dos equipamentos, controle de qualidade das imagens e proteção radiológica.

## Agradecimento

Esse estudo foi financiado pelos próprios autores

## Referências

1. Taha TM, Ahmed HA, Shaheen FA. Radiation Doses in Diagnostic Radiology and Method for Dose Reduction. *Open J Radiol.* 2023;13(01):34-41. DOI: [10.4236/ojrad.2023.131004](https://doi.org/10.4236/ojrad.2023.131004)
2. Martins EW, Potiens MPA. Testes Preliminares Em Um Simulador Pediátrico De Crânio Para Dosimetria Em Tomografia Computadorizada. *Brazilian J Radiat Sci.* 2015;3(1A):1-9. DOI: <https://doi.org/10.15392/bjrs.v3i1A.64>
3. Pereira WDS, Kelecom A, Pereira JR de S. Comparação entre a norma brasileira de radioproteção e a recomendação da International Commission on Radiological Protection publicadas em 2007. *Brazilian J Radiat Sci.* 2015;3(2).

DOI: <https://doi.org/10.15392/bjrs.v3i1.3>

4. De Moura DDC, De Oliveira GF, Da Silva FCA. Autoavaliação de proteção radiológica em serviços de radiodiagnóstico odontológico baseado na Portaria 453/98 ANVISA. *Brazilian J Radiat Sci.* 2020;8(2):1-13.

DOI: <https://doi.org/10.15392/bjrs.v8i2.958>

5. Oliveira DHM, Almeida MSC, Da Costa CHM, De Sousa Filho LF. Meios de proteção contra radiação utilizados em estabelecimentos de assistência à saúde odontológica. *Rev da Fac Odontol - UPF.* 2016;21(2):167-71.

DOI: <https://doi.org/10.5335/rfo.v21i2.5771>

6. Costa MM de O, Santos KR do N, Oliveira FM de, Costa DH. Alerta sobre a importância do conhecimento das radiações ionizantes e uso de protetores plumbíferos na radiologia odontológica. *E-Acadêmica.* 2021;2(3):e092348.

DOI: <https://doi.org/10.52076/eacad-v2i3.48>

7. Carvalho PL De, Tavares JL, Thamyres E, Martins B. Análise da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 330/2019) na Odontologia. *Recima21 - revista científica multidisciplinar.* 2021;430-6. DOI:

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i3.185>

**Autor de correspondência**

George Harrison Ferreira de Carvalho  
CL 417 Lote E. CEP: 72547-240. Santa Maria,  
Brasília, Distrito Federal, Brasil.

[georgeharrisonfc@gmail.com](mailto:georgeharrisonfc@gmail.com)