



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE  
SANTANA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIOTECNOLOGIA**

**VICTÓRIA CARNEIRO BASTOS DE OLIVEIRA**

**QUALIDADE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS  
APÓS COMPARTILHAMENTO POR APLICATIVO  
MULTIPLATAFORMA**

Feira de Santana, BA

2025

**VICTÓRIA CARNEIRO BASTOS DE OLIVEIRA**

**QUALIDADE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS  
APÓS COMPARTILHAMENTO POR APLICATIVO  
MULTIPLATAFORMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Viviane Almeida Sarmento.

Feira de Santana, BA

2025

## Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

O52q Oliveira, Victória Carneiro Bastos de  
Qualidade de imagens radiográficas digitais após compartilhamento por  
aplicativo multiplataforma/ Victória Carneiro Bastos de Oliveira. - 2025.

31f. : il

Orientadora: Viviane Almeida Sarmento

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana.  
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2025.

1. Radiologia. 2. Telemedicina. 3. *Processamento de imagens*  
*(computação)*. 4. Imagem radiográfica – Aprimoramento. I. Sarmento, Viviane  
Almeida, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de  
Pós-Graduação em Biotecnologia. III. Título.

CDU: 615.849

**VICTÓRIA BASTOS DE OLIVEIRA**

**QUALIDADE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS APÓS  
COMPARTILHAMENTO POR APlicativo MULTIPLATAFORMA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, área de concentração em Biotecnologia com ênfase em Recursos Naturais da Região Nordeste, como requisito para obtenção do grau de mestre.

Feira de Santana, Bahia, 11 de março de 2025

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** VIVIANE ALMEIDA SARMENTO  
Data: 11/03/2025 12:53:06-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Viviane Almeida Sarmento**  
Universidade Estadual de Feira de Santana

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** PATRÍCIA MIRANDA LEITE RIBEIRO  
Data: 11/03/2025 11:50:15-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Membra: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Patrícia Miranda Leite Ribeiro**  
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MICHELLE MIRANDA LOPES FALCAO  
Data: 11/03/2025 10:48:50-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Membra: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Michelle Miranda Lopes Falcão**  
Universidade Estadual de Feira de Santana

Dedico esse trabalho a todos os profissionais de saúde que enviam ou recebem imagens radiográficas por meios digitais todos os dias e que precisam estabelecer um diagnóstico com base nelas. Também, aos pacientes que necessitam desse diagnóstico para melhorar a qualidade de vida, para fazer um tratamento ou, até mesmo, para se curar.

## **AGRADECIMENTOS**

A área acadêmica sempre foi um sonho e uma meta, e o mestrado é o primeiro passo para decolar nessa carreira almejada. Finalizo esse ciclo dando muitas graças a Deus por ser tudo em minha vida, por me dar tantas oportunidades e por me permitir vivê-las.

Agradeço aos meus pais, Anacilde e Pascoal, por todo amor infinito, cuidado e suporte ao longo de anos. Tê-los ao meu lado torna a caminhada mais fácil, pois sei com quem contar.

Ao meu namorado, Rodrigo, por me auxiliar em tudo, por tentar me ajudar sempre, por todo o companheirismo e amor, que foram fundamentais nesse processo do mestrado.

À minha orientadora, Profª Viviane Sarmento, por toda paciência, orientação, dedicação e pelas horas trabalhadas em prol do meu avanço.

Ao PPGBiotec e à CAPES por conceder oportunidades e auxílio. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, número da bolsa 88887.841402/2023-00.

Por fim, agradeço a todos com quem eu pude contar nesse processo de mestrado e que fizeram eu me sentir acolhida.

Essa é uma etapa importante e que não foi alcançada sozinha. Obrigada!

*"Se o que eu sou é também o que eu escolhi ser / Aceito a condição."*  
— Los Hermanos.

## RESUMO

Esse estudo tem o objetivo de avaliar a resolução espacial e de contraste de radiografias panorâmicas digitais após serem compartilhadas por meio de vários aplicativos multiplataforma. Trata-se de um estudo transversal, observacional, de desenho quantitativo, no qual foram avaliadas 100 radiografias panorâmicas digitais antes e depois de serem compartilhadas em diversas plataformas: em qualidade padrão, em qualidade de alta definição e como documento através do WhatsApp, por mensagem eletrônica via e-mail (Gmail) e pelo Google Drive. Foram avaliados os seguintes dados de imagem: tamanho do arquivo, tamanho da imagem radiográfica em número de pixels, resolução espacial, valor médio de cinza, desvio padrão e valores mínimo e máximo do histograma. Como resultados, as variáveis largura e altura (em pixels), tamanho em MB, resolução espacial, valor médio de cinza e desvio padrão do histograma apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos Pré-Compartilhamento e WhatsApp em Qualidade Padrão e Pré-Compartilhamento e WhatsApp em Qualidade HD. As demais variáveis avaliadas segundo as modalidades de compartilhamento não apresentaram diferença com o grupo Pré-Compartilhamento, ou não apresentaram diferenças estatísticas. Conclui-se que as imagens de raios X enviadas via WhatsApp nos formatos Qualidade Padrão e Qualidade HD tiveram seus parâmetros reduzidos, afetando a qualidade da imagem. As plataformas que preservaram os dados das imagens antes e depois de serem compartilhadas foram Gmail, Google Drive e WhatsApp Documento.

**Palavras-chave:** Radiologia. Aprimoramento de imagem radiográfica. Processamento de imagens assistido por computador. Telemedicina.

## ABSTRACT

This study aims to assess spatial and contrast resolution of digital panoramic X-rays after being shared through various cross-platform applications. This is a cross-sectional, observational study with a quantitative design, in which 100 digital panoramic X-rays were assessed before and after being shared in standard quality, in high definition quality, and as a document through various platforms, namely e-mail (Gmail), Google Drive, and WhatsApp. The following imaging data were assessed: file size, X-ray image size in number of pixels, spatial resolution, mean gray value, standard deviation, and minimum and maximum histogram values. The variables *width and height* (in pixels), *size in MB*, *spatial resolution*, *mean gray value*, and *standard deviation* of the histogram showed statistical differences between the groups Pre-Sharing and WhatsApp in Standard Quality and Pre-Sharing and WhatsApp in HD Quality. The other variables assessed according to the sharing modalities did not show any difference with the group Pre-Sharing, or did not present any statistical differences. X-rays images sent via WhatsApp in Standard Quality and in HD Quality formats had their parameters reduced, thus affecting image quality. The platforms that preserved image data before and after being shared were Gmail, Google Drive and WhatsApp Document.

**Keywords:** Radiology. Radiographic Image Enhancement. Image Processing, Computer-Assisted. Telemedicine.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Dados da resolução espacial da radiografia antes do envio.	18
Figura 02	Histograma com dados da resolução de contraste da imagem antes do envio.	18
Figura 03	Envio das radiografias pelo WhatsApp em qualidade normal.	19
Figura 04	Envio das radiografias pelo WhatsApp em alta qualidade (HD).	19
Figura 05	Envio das radiografias pelo WhatsApp como documento.	20
Figura 06	Envio das radiografias pelo Gmail.	20
Figura 07	Envio das radiografias pelo Google Drive.	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Resultados da análise das radiografias digitais antes do envio e após enviar pelo <i>WhatsApp</i> normal e em HD.	22
Tabela 02	Resultados da análise das radiografias digitais antes do envio e após enviar pelo <i>WhatsApp</i> documento, <i>Gmail</i> e <i>Google Drive</i> .	23
Tabela 03	Variáveis que apresentaram diferença estatística significativa após o envio.	24

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

® - Marca registrada

Bit - Unidade de informação que define a profundidade de cor de uma imagem digital. A profundidade de cor é o número de informações sobre cores que cada pixel da imagem tem.

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética.

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

CION - Centro Integrado de Odontologia José Sobreira Filho.

DPI - Dots Per Inch ou Pontos Por Polegada. Refere-se à densidade de pixels em uma polegada.

HD - High Definition ou Alta definição.

IQ - Intervalo interquartil.

JPG - Abreviação de JPEG. Surgiu porque versões antigas do Windows e alguns programas só suportavam extensões de 3 letras para arquivos, então "JPEG" se tornou "JPG".

JPEG - Joint Photographic Experts Group. Formato de arquivo de imagem amplamente utilizado, especialmente para fotografias e gráficos complexos.

KS - Teste de Kolmogorov-Smirnov.

MB - Megabytes. É usado para medir o tamanho de arquivos digitais, como imagens, vídeos e outros tipos de mídia.

Md - Mediana.

Pixel - Picture Element. É o menor ponto que compõe uma imagem digital.

SP - São Paulo

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação.

UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana

$\mu$  - Média.

$\sigma$  - Erro de desvio.

## **SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	13
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	15
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	15
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	16
4.1	DELINAEAMENTO DO ESTUDO	16
4.2	ASPECTOS ÉTICOS	16
4.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA	16
4.4	COLETA DE DADOS	16
4.5	ANÁLISE DE DADOS	17
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	22
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	25
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	28
	<b>REFERÊNCIAS</b>	29

## 1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico na odontologia é estabelecido a partir do exame clínico e dos exames complementares. A radiografia odontológica é um dos exames complementares mais utilizados para diagnosticar, sendo as imagens digitais cada vez mais utilizadas devido à sua facilidade de obtenção e utilização, bem como boa relação custo-benefício (ARIKAWA et al., 2015). As radiografias podem ser realizadas pela técnica convencional, utilizando filmes radiográficos, ou de forma digital a partir de sensores eletrônicos ou placas de fósforo (BRENNAN, 2002).

A radiografia digital possui inúmeras vantagens, em relação à radiografia obtida em filme, como sua facilidade de obtenção e utilização, bem como boa relação custo benefício (ARIKAWA et al., 2015). A redução da dose de radiação e a possibilidade de envio das imagens digitais pela internet ou por meio de mídias eletrônicas são outras vantagens da radiografia digital. Essa última agiliza os processos e intercâmbio de informações.

Há algum tempo, o compartilhamento de imagens radiográficas digitais tem se tornado frequente, seja em busca de uma segunda opinião entre profissionais, ou mesmo como forma de entregar os exames realizados nos estabelecimentos de saúde aos pacientes e profissionais (DAS et al, 2020). Entretanto, pouca atenção é dada ao meio de envio das imagens, formato ou compactação do arquivo, sendo que alguns formatos de salvamento de arquivos digitais podem determinar perdas irreversíveis de informações (PROVEDEL et al., 2016).

Foi demonstrado que a imagem pode sofrer influência do tamanho do arquivo de armazenamento e da resolução, que afeta diretamente o tamanho dos *pixels*. Consequentemente, estruturas podem não ser percebidas, devido a diferença na qualidade da imagem, o que pode afetar o diagnóstico (CASANOVA, HAITER NETO e OLIVEIRA, 2002). Sabe-se também que o compartilhamento de imagens pode alterar a qualidade das mesmas e interferir no resultado do exame e no diagnóstico.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar a resolução espacial e de contraste de radiografias panorâmicas digitais após seu compartilhamento por diferentes aplicativos multiplataforma.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O diagnóstico por imagem é uma especialidade da odontologia que utiliza exames por imagem de alta qualidade, para obter o máximo de informações da região a ser analisada, sendo um recurso auxiliar de diagnóstico muito importante (PEREIRA e AMORIM, 2022). Um dos exames de imagem mais utilizados pelos cirurgiões-dentistas é a radiografia panorâmica devido às suas diversas indicações, facilidade de execução e baixo custo. Ela foi desenvolvida em 1949 por Paatero e vem sendo utilizada amplamente até a atualidade, fornecendo o diagnóstico e o planejamento inicial do paciente (RIBEIRO, 2010).

Pode ser realizada pela técnica convencional, onde um filme é sensibilizado pelo feixe de raios X e a imagem surge após o processamento químico; ou pela técnica digital, onde a imagem é visualizada em um monitor a partir da sensibilização de um sensor ou placa de fósforo pelo feixe de raios X (WHITE e PHAROAH, 2007). Por ser digital, essa imagem pode ser compartilhada no meio digital, facilitando o acesso por mais profissionais àquele exame.

Na área da radiologia odontológica, a radiografia panorâmica digital trouxe vantagens aos profissionais e pacientes, pois esse sistema trouxe facilidade e agilidade, além de menor dose de radiação (PIMENTEL, 2018). Além disso, assim como as imagens na telepatologia, ela é passível de ser enviada através dos meios de telecomunicação.

A tecnologia em constante evolução permitiu o surgimento de novas alternativas na área da saúde. A telemedicina, por exemplo, utiliza Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para acessar dados e realizar serviços de saúde em situações em que não é possível fazê-lo de forma presencial (TEIXEIRA et al., 2018). Similarmente, a teleodontologia também é uma ferramenta tecnológica em uso na área da saúde, que permite o diagnóstico e o planejamento de casos odontológicos, minimizando as barreiras geográficas (HILSEN e JONES, 2013).

No Brasil, a prática da telemedicina e teleodontologia pode ser benéfica em toda a extensão do país. No nordeste brasileiro, em alguns locais pode haver dificuldade de deslocamento em regiões mais afastadas dos centros urbanos. Uma alternativa é que o paciente nessas condições realize o exame radiográfico de forma digital e a clínica compartilhe a imagem com o profissional que irá diagnosticá-lo e/ou tratá-lo. Esse exame é importante para essa região do país, pois há uma alta prevalência de má-oclusão dentária em crianças, ficando em segundo lugar, atrás apenas da região centro-oeste (BAUMAN et al, 2018), sendo a má-oclusão uma condição que exige a radiografia panorâmica como

um dos exames para diagnóstico e tratamento.

Além das aplicações odontológicas, a panorâmica é importante para sinalizar problemas de saúde, como detecção de ateroma calcificado na artéria carótida, já que imagens radiopacas adjacentes à coluna cervical podem indicar a arterosclerose da carótida (ROCHA et al., 2021). Outras calcificações de tecido mole na região de cabeça e pescoço, como flebólitos, tonsilólitos, sialólitos e calcificação da cartilagem tireoide, também podem ser notadas na panorâmica devido à extensão e abrangência desse exame (MARQUES, et al., 2020).

Outras duas doenças bucais são muito prevalentes no Brasil e, mais especificamente, na região nordeste. São elas: cárie e doença periodontal. Conforme dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2023), a média do índice de dentes cariados, perdidos e obturados (CPO-D) devido à carie, na região nordeste, entre os adultos de 35 a 44 anos, foi de 10,51 dentes. Nessa mesma faixa etária, o sangramento gengival afeta 42,88% da população nordestina, e a presença de cálculo dentário, 53,10%, sendo estes dois fatores contribuintes para a doença periodontal. Radiografias odontológicas, mais especificamente, técnicas intrabucais, também são muito utilizadas para auxiliar o diagnóstico desses dois problemas bucais de grande prevalência na população brasileira, (WHITE e PHAROAH, 2007), radiografias estas que também podem ser realizadas de forma digital e compartilhadas no meio também.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade de radiografias panorâmicas digitais após seu compartilhamento por aplicativo de mensagem multiplataforma.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a resolução espacial de radiografias panorâmicas digitais, antes e depois do envio por diferentes plataformas digitais.

- Comparar a resolução de contraste de radiografias panorâmicas digitais, antes e depois do envio por diferentes plataformas digitais.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal do tipo observacional, sob o paradigma quantitativo.

### 4.2 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e aprovado com número de parecer 6.863.573 e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 79656723.0.0000.0053.

### 4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Foi selecionada uma amostra de conveniência, constituída por 100 radiografias panorâmicas digitais realizadas no aparelho radiográfico *Eagle Edge®* (Dabi Atlante, Ribeirão Preto - SP, Brasil) no Serviço de Radiologia Odontológica do Centro Integrado de Odontologia José Sobreira Filho (CION) da UEFS no ano de 2022 entre os meses agosto - dezembro. Como critérios de inclusão, foram selecionadas radiografias consideradas tecnicamente corretas, de pessoas com idade igual ou superior a 18 anos, de ambos os sexos. Foram excluídas radiografias que exibiram lesões ósseas maxilo mandibulares.

### 4.4 COLETA DE DADOS

Todas as radiografias panorâmicas digitais selecionadas foram salvas no computador em que foram realizadas no formato JPG.

Depois de selecionadas, as radiografias foram abertas no *software ImageJ 2017® v. 1.51 k*, (*National Institutes of Health*, EUA) e suas informações de cor foram removidas, sendo exibidas em escala de cinza com 8 bits. Nenhum tratamento de imagem foi realizado nas radiografias digitais antes da coleta de dados. As seguintes informações foram registradas de cada imagem:

- tamanho do arquivo (em MB) (figura 01);

- tamanho da radiografia (altura e largura) em número de *pixels* (figura 01);
- resolução espacial (em dpi) (figura 01);
- dados da resolução de contraste: média de cinza, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo do histograma (figura 02).

Em seguida, as imagens foram compartilhadas pela *internet* de cinco diferentes formas:

- pelo aplicativo *WhatsApp LLC®* v. 2.23.16.78 (*Meta Platforms Inc.*, CA, EUA) em qualidade padrão (figura 03), em alta definição (HD) (figura 04) e como documento (figura 05), todos pelo *WhatsApp Web*.
- enviadas anexadas a mensagem eletrônica (*e-mail*) (figura 06) e pelo *Google Drive* (figura 07), pelo provedor *Gmail®* (*Google LLC*, CA, EUA);

A recepção das radiografias digitais compartilhadas foi realizada em outro computador, onde foi feito o *download* das imagens. As radiografias em jpg foram abertas no mesmo *software ImageJ* e as mesmas informações previamente registradas foram novamente obtidas e anotadas em planilhas. As radiografias que exibiram o formato em jpeg após o envio não puderam ter os dados de resolução espacial (em dpi) avaliados no *software ImageJ* e, por essa razão, apenas a resolução espacial dessas imagens em jpeg foi analisada através do *software Adobe Photoshop 2021®* v. 22.0.2 (San Jose, California).

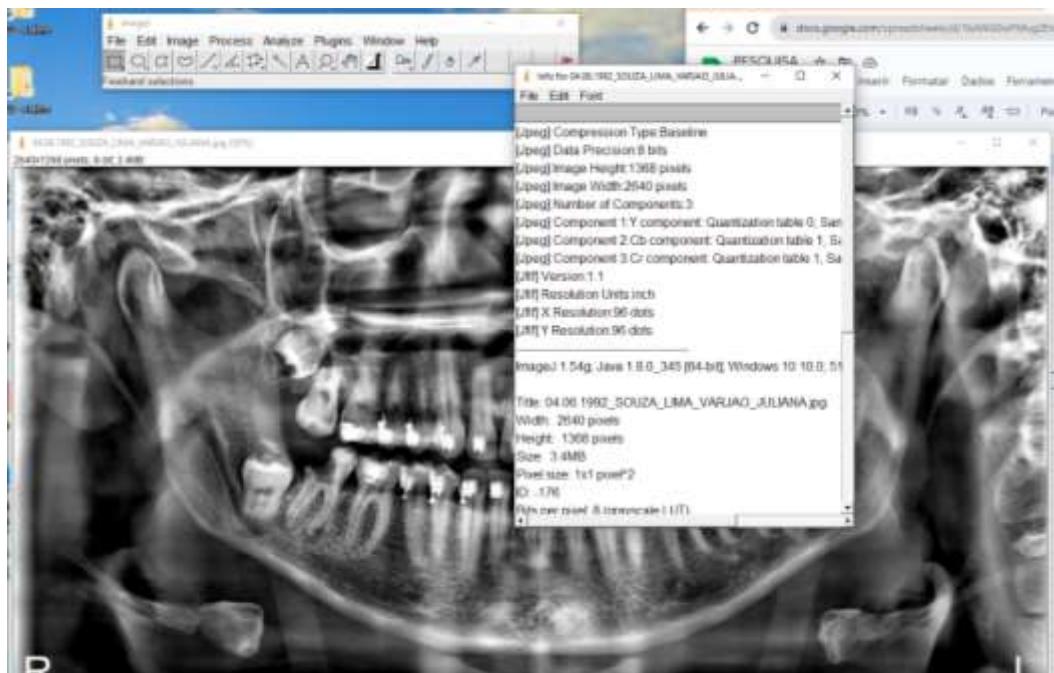
As avaliações foram realizadas por um único examinador.

#### 4.5 ANÁLISE DE DADOS

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, os valores foram comparados pelo teste t de Student para amostras pareadas, caso contrário, pelo teste de Wilcoxon. Só foi observada normalidade nas variáveis “média de cinza” e “desvio padrão”, em todos os grupos de comparação avaliados (antes do envio, envio por *WhatsApp* normal, *WhatsApp HD*, *WhatsApp* documento, *e-mail* e *drive*). Assim, apenas nos casos em que essas variáveis foram comparadas, foram empregados testes paramétricos. Algumas

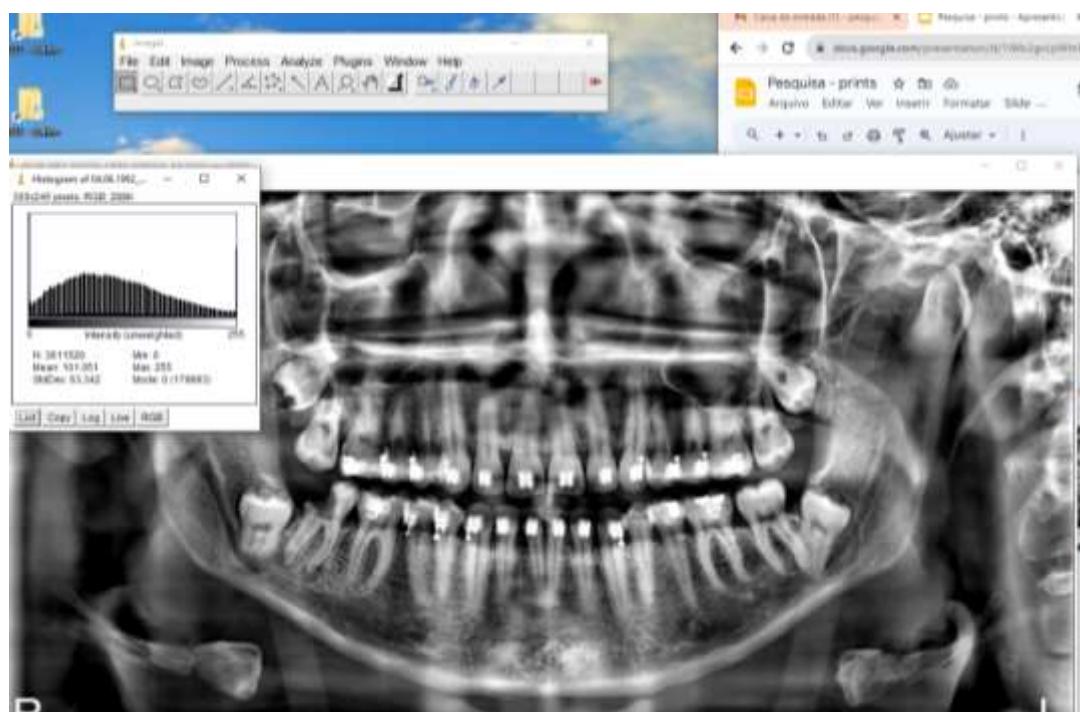
variáveis não puderam ter os seus valores calculados no teste K-S em razão de não apresentarem dispersão.

Todos os grupos pós-compartilhamento foram comparados com o padrão-ouro – o grupo “antes do envio”. Foi adotada uma probabilidade de erro de 5%.



**Figura 01:** Dados da resolução espacial da radiografia antes do envio.

**Fonte:** os autores.



**Figura 02:** Histograma com dados da resolução de contraste da imagem antes do envio.

**Fonte:** os autores.



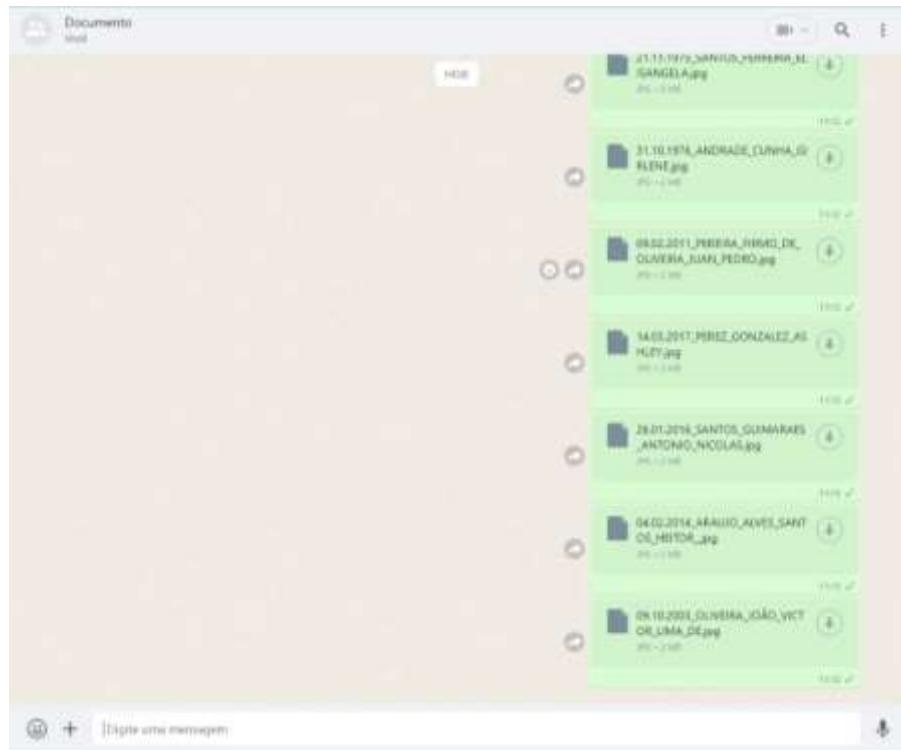
**Figura 03:** Envio das radiografias pelo WhatsApp em qualidade normal.

**Fonte:** os autores.



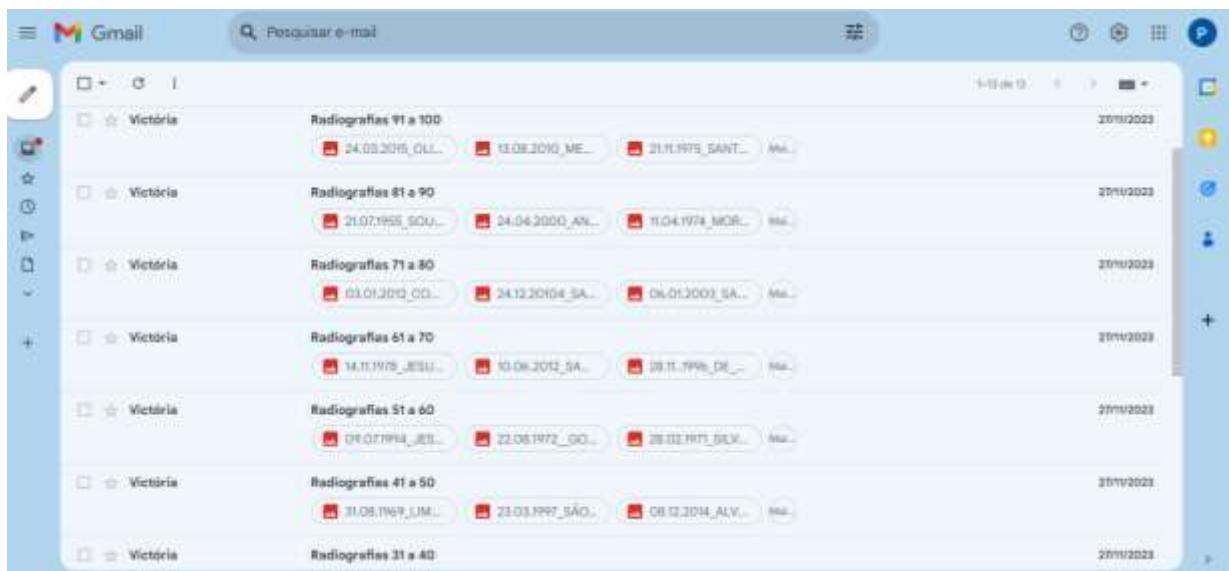
**Figura 04:** Envio das radiografias pelo *WhatsApp* em alta qualidade (HD).

**Fonte:** os autores.



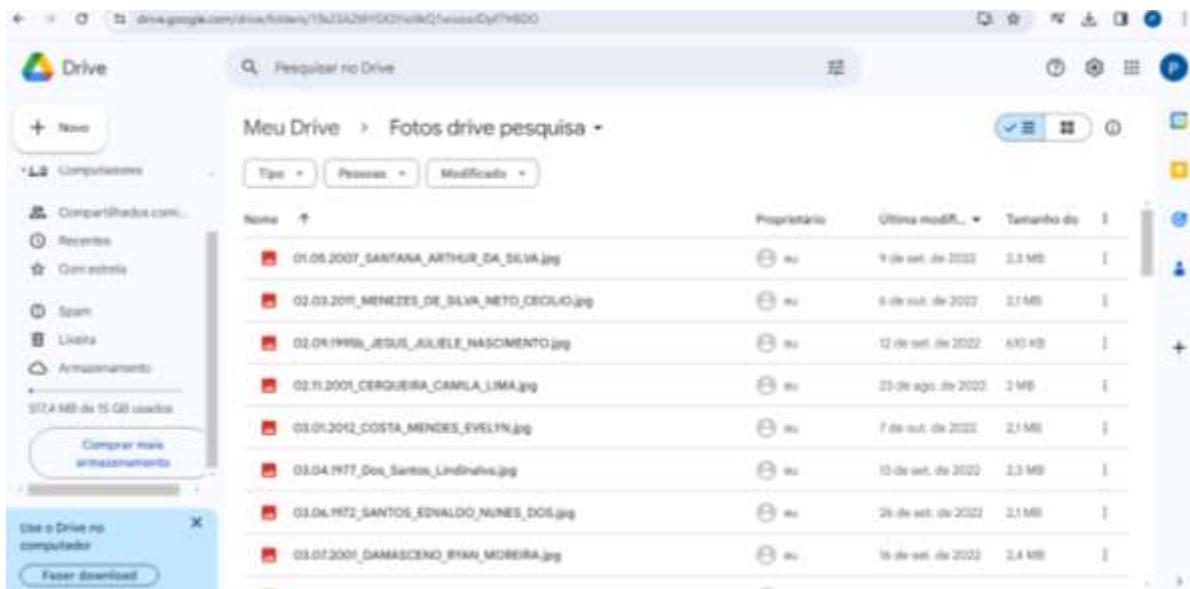
**Figura 05:** Envio das radiografias pelo *WhatsApp* como documento.

**Fonte:** os autores.



**Figura 06:** Envio das radiografias pelo *Gmail*.

**Fonte:** os autores.



**Figura 07:** Envio das radiografias pelo *Google Drive*.

**Fonte:** os autores.

## 5 RESULTADOS

A tabela 01 traz a distribuição dos dados das análises das radiografias antes de serem enviadas e após o envio pelo *WhatsApp* normal e em HD.

**Tabela 01:** Resultados da análise das radiografias digitais antes do envio e após enviar pelo *WhatsApp* normal e em HD

	<b>Matriz largura (pixels)</b>	<b>Matriz altura (pixels)</b>	<b>Tamanho (MB)</b>	<b>Resolução espacial (dpi)</b>	<b>Média de cinza</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>
<b>Antes do envio</b>	Md: 2640	Md: 1368	Md: 3,4	Md: 96	$\mu: 101,481$	$\mu: 49,917$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,308$	$\sigma: 11,555$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
<b>WhatsApp normal</b>	Md: 1600*	Md: 829*	Md: 1,3*	Md: 72*	$\mu: 100,900^*$	$\mu: 49,535^*$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 1600; 1600	IQ: 829; 829	IQ: 1,3; 1,3	IQ: 72; 72	$\sigma: 14,308$	$\sigma: 11,555$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
<b>WhatsApp HD</b>	Md: 2560*	Md: 1326*	Md: 3,2*	Md: 72*	$\mu: 101,029^*$	$\mu: 49,542^*$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 2560; 2560	IQ: 1326; 1326	IQ: 3,2; 3,2	IQ: 72; 72	$\sigma: 14,242$	$\sigma: 11,555$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255

Md: mediana; IQ: intervalo interquartil;  $\mu$ :média;  $\sigma$ : erro de desvio.

\* Apresentou diferença estatística significativa com  $p < 0,05$  em relação ao grupo “antes do envio.”

As formas de compartilhamento pelo *WhatsApp* normal e em HD apresentaram redução em todos os parâmetros avaliados com diferença estatística significativa, com exceção do valor mínimo e máximo de cinza em comparação ao grupo “antes do envio”.

A tabela 02 traz a distribuição dos dados das análises das radiografias antes de serem enviadas e após o envio pelo *WhatsApp* documento, *Gmail* e *Google Drive*.

**Tabela 02:** Resultados da análise das radiografias digitais antes do envio e após enviar pelo *WhatsApp* documento, *Gmail* e *Google Drive*.

	<b>Matriz largura (pixels)</b>	<b>Matriz altura (pixels)</b>	<b>Tamanho (MB)</b>	<b>Resolução espacial (dpi)</b>	<b>Média de cinza</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>
<b>Antes do envio</b>	Md: 2640	Md: 1368	Md: 3,4	Md: 96	$\mu: 101,481$	$\sigma: 49,917$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,308$	$\sigma: 11,555$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
<b>WhatsApp documento</b>	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,308$	$\sigma: 11,555$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,305$	$\sigma: 11,598$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
<b>E-mail (Gmail)</b>	Md: 2640	Md: 1368	Md: 3,4	Md: 96	$\mu: 101,382$	$\mu: 49,759$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,306$	$\sigma: 11,598$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255
<b>Google Drive</b>	Md: 2640	Md: 1368	Md: 3,4	Md: 96	$\mu: 101,382$	$\mu: 49,759$	Md: 0	Md: 255
	IQ: 2640; 2640	IQ: 1368; 1368	IQ: 3,4; 3,4	IQ: 96; 96	$\sigma: 14,306$	$\sigma: 11,598$	IQ: 0; 0	IQ: 255; 255

Md: mediana; IQ: intervalo interquartil;  $\mu$ :média;  $\sigma$ : erro de desvio.

As formas de compartilhamento pelo WhatsApp documento, Gmail e Google Drive não demonstraram nenhuma alteração nos parâmetros avaliados quando comparados ao grupo “antes do envio”.

As variáveis “média de cinza” e “desvio padrão”, ambas do histograma, tiveram suas médias e desvios padrões registrados nas tabelas, por terem distribuição normal e serem paramétricas. Para as demais variáveis, foram utilizadas suas medianas e intervalos interquartis, por terem uma distribuição não normal e serem não paramétricas.

Apesar das tabelas trazer mediana e intervalo interquartil das variáveis não paramétricas, os valores se mantiveram os mesmos em cada forma de envio. Logo, os percentis 25, 50 (mediana) e 75 não se alteraram para cada variável em cada um dos grupos de envio.

A tabela 03 mostra as variáveis que apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos antes e após o envio, demonstrando o valor de p.

**Tabela 03:** Variáveis que apresentaram diferença estatística significativa após o envio.

Variável	Matriz largura (pixels)	Matriz altura (pixels)	Tamanho (MB)	Resolução espacial (dpi)	Média Cinza	de Desvio Padrão
Antes do envio	2640	1368	3,4	96	101,481	49,917
<i>WhatsApp</i> normal	1600 p<0,001	829 p<0,001	1,3 p<0,001	72 p<0,001	100,900 p<0,001	49,535 p<0,019
<i>WhatsApp</i> HD	2560 p<0,001	1326 p<0,001	3,2 p<0,001	72 p<0,001	101,029 p<0,001	49,542 p<0,022

As demais variáveis e formas de compartilhamento não apresentaram diferença estatística entre os grupos.

## 6 DISCUSSÃO

A telemedicina permite que os profissionais de saúde avaliem, diagnostiquem e tratem pacientes através de serviços remotos. Ela possui o objetivo de melhorar o estado clínico e os resultados de saúde do paciente através das aplicações de serviços utilizando e-mail, vídeo, smartphones e outras ferramentas de tecnologias de comunicação (PETRUZZI e BENEDITTIS, 2016). O serviço de telessaúde relacionado a todas as áreas da saúde é autorizado e disciplinado no Brasil conforme a Lei nº 14.510 (BRASIL, 2022). Por ser uma prática benéfica e em uso, o presente estudo avaliou a qualidade de imagens radiografias digitais após o compartilhamento por diferentes meios de envio, uma prática muito utilizada nos serviços de telessaúde.

Quando se trata da utilização do *WhatsApp* para troca de imagens médicas – com finalidade de diagnóstico e tratamento – existem dois domínios de interesse em que essa prática pode ser realizada e com efeito benéfico: a patologia digital e a radiologia digital (GIANSANTI, 2020). Já existem pesquisas que avaliam a eficácia do envio de imagens na área da patologia digital, mas ainda há uma carência de estudos envolvendo o compartilhamento na área da radiologia digital, como a presente pesquisa.

Ao realizar um estudo enviando fotos de lâminas histológicas via *WhatsApp* e compartilhando essas imagens pela chamada de vídeo dessa ferramenta, Das et al (2020) afirmaram que esse é um meio de diagnóstico possível de ser realizado e econômico, mas dependente de bons equipamentos de câmera e de internet de qualidade, para melhor qualidade das imagens e mais fidedignidade aos achados, além de bom treinamento dos profissionais.

Ao avaliar imagens clínicas de lesões da cavidade oral, Petruzzi e Benedittis (2016) utilizaram o método de envio de imagens pelo *WhatsApp*, revelando suas vantagens. A primeira delas é a possibilidade de diagnosticar a distância e tratar de forma precoce. Outra vantagem é o descarte da necessidade de câmera especial e de um computador ou outro dispositivo com acesso ao e-mail, por exemplo, para enviar para o profissional. Apenas o *smartphone* com acesso à *internet* é requerido. Contudo, o bom enquadramento da foto e a qualidade da imagem são imprescindíveis.

Existe uma técnica chamada compartilhamento de imagem em alta resolução (HD) para enviar fotos pelo *smartphone*. Dirilenoglu et al (2019) realizaram um estudo na área da telepatologia e enviaram imagens de forma convencional e em HD pelo *WhatsApp*. Foi demonstrado que, com a técnica HD, é possível compartilhar uma imagem

no *WhatsApp* sem comprometer seu tamanho e resolução originais das imagens histopatológicas, que exigem uma riqueza de detalhes.

Em contrapartida, no presente estudo, diferentemente dos resultados encontrados por Dirilenoglu et al (2019), as imagens das radiografias digitais sofreram alteração com significância estatística ao serem compartilhadas pelo *WhatsApp* normal e pelo *WhatsApp* HD. A matriz (altura e largura), o tamanho do arquivo, a resolução espacial, a média de cinza e o desvio padrão (esses dois últimos, do histograma) apresentaram diferença estatística ao comparar com os valores apresentados antes do envio. Apenas os valores mínimo e máximo do histograma não apresentaram diferença.

A resolução espacial está relacionada com a nitidez da imagem e com a capacidade de diferenciar detalhes e observar os limites de um objeto em uma imagem através da medida de pares de linha por mm (lp/mm) ou pontos por polegada (dpi) (WENZEL et al., 2009; NENJAIM et al., 2016). Este estudo demonstrou que a resolução espacial das radiografias digitais diminuiu quando foram compartilhadas pelo *WhatsApp* normal e pelo *WhatsApp* HD.

Já a resolução de contraste se relaciona com o número máximo de tons de cinza que uma imagem apresenta. Uma resolução de 8 bit para a imagem adquirida – como foi padronizada nesse estudo para todas as radiografias – implica que a imagem pode ter até 256 tons de cinza (HEO et al., 2008; WENZEL et al., 2009). Essa resolução de contraste está presente no histograma da imagem e está representada pela média de cinza, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de cinza.

Os resultados do presente estudo mostraram que houve redução com diferença estatística significante na média de cinza e no desvio padrão da resolução de contraste das radiografias digitais ao serem compartilhadas pelo *WhatsApp* normal e pelo *WhatsApp* HD. Apenas os valores mínimo e máximo do histograma se mantiveram os mesmos após o compartilhamento por essas duas formas de envio.

Para uma imagem ter uma boa qualidade, é necessário que haja uma boa relação na matriz (altura x largura em número de *pixels*) e o seu tamanho (em *bytes*), pois quanto mais *pixels* uma imagem possuir, maior o seu tamanho de arquivo. E quanto maior o número de *pixels* de uma imagem, maior a sua qualidade (CASANOVA, HAITER NETO e OLIVEIRA, 2002). Neste estudo, as imagens das radiografias digitais sofreram redução com diferença estatística significativa no tamanho do arquivo e na matriz ao serem enviadas pelo *WhatsApp* HD e pelo *WhatsApp* normal. Logo, a qualidade da imagem é afetada ao ser compartilhada por essas duas formas.

O diagnóstico por imagem e o avanço da radiologia odontológica caminham juntos com os avanços tecnológicos, sofrendo influência positiva desses e permitindo inovação a essa especialidade (WENZEL et al., 2009). Além disso, o futuro da radiologia está atrelado ao avanço da informática educacional, através de arquivos digitais e consulta de informações via eletrônica. Logo, a utilização de imagens radiográficas digitais com fácil acesso é fundamental (VICTORINO et al., 2015). Esse fácil acesso se relaciona com a facilidade em compartilhar a imagem digital em diferentes plataformas, mas com garantia da qualidade da imagem.

O presente estudo demonstrou que existem formas seguras de compartilhar as radiografias digitais sem que haja alterações nos parâmetros que possam comprometer a qualidade da imagem e, consequentemente, o diagnóstico. O envio por *e-mail* (via *gmail*), *google drive* e *WhatsApp* documento manteve as dimensões da matriz da imagem (altura e largura), o tamanho do arquivo, a resolução espacial e a resolução de contraste (média de cinza, desvio padrão, valor mínimo e máximo do histograma). Em outras palavras, essas três formas de compartilhamento se mostraram seguras para compartilhar radiografias digitais sem nenhuma alteração nos parâmetros avaliados.

Esses resultados são importantes para contribuir com o aprimoramento do diagnóstico por imagem e com a segurança e confiabilidade na telessaúde. Ademais, esse estudo pode servir de base para a criação de diretrizes e recomendações profissionais para o compartilhamento de imagens diagnósticas no meio digital.

A limitação desse estudo consiste em não ter avaliado o impacto no diagnóstico quando as imagens radiográficas apresentaram resolução espacial e de contraste alterados após o compartilhamento.

## 7 CONCLUSÃO

Radiografias digitais ao serem enviadas pelo *WhatsApp* de forma normal e em HD apresentam número de *pixels* (matriz), tamanho do arquivo, resolução espacial, média de cinza e desvio padrão do histograma da resolução de contraste reduzidos, com influência na redução da qualidade da imagem. Os meios de envio dessas radiografias digitais que mantém todos os parâmetros originais dessas imagens, sem alteração significativa, são: *e-mail (Gmail)*, *Google Drive* e *WhatsApp* documento, e, portanto, são os mais adequados para compartilhamento de imagens radiográficas.

## REFERÊNCIAS

- AIRIKAWA, Y. M. T. et al. Radiologia e Diagnóstico por Imagem: espacialidade de integração e contribuição para a saúde integral. **Proceedings of the 6º Sim Saúde.Arch Health Invest**, v. 4, n. 3, p. 6-30, 2015.
- BAUMAN, J. M. et al. Padrão epidemiológico da má oclusão em pré-escolares brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**, v. 23, n. 11, p. 3861-3868, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182311.24722016> Acesso em 19 de junho de 2023 às 11:07 hrs.
- BRASIL. **Lei nº 14.510, de 27 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre a prestação de serviços de telessaúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 dez. 2022. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/lei/l14510.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14510.htm). Acesso em: 14 mar. 2025.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. *SB Brasil 2023: relatório final da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sb\\_brasil\\_2023\\_relatorio\\_final.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sb_brasil_2023_relatorio_final.pdf). Acesso em: 4 mar. 2025.
- BRENNAN, J. Na introduction to digital radiography in dentistry. **J Orthodontics**, Sheffield, v. 19, n. 1, p. 66-69, 2002.
- CASANOVA, M.L.S.; HAITER NETO, F.; OLIVEIRA, A.E.F. Evaluation of the quality of digital panoramic images acquired with different resolutions. **PGRO - Pós-Grad Rev Odontol**, v.5, n.2, p. 23- 8, maio/ago. 2002.
- DAS, R. et al. Efficiency of Mobile Video Sharing Application (WhatsApp®) in Live Field Image Transmission for Telepathology. **Journal of Medical Systems**, v. 44: 109, 2020.
- DIRILENOGLU, F. et al. High-Resolution Image Sharing (HIS) on WhatsApp: A Method to Facilitate Instant and High-Quality Case Consultations in Cytopathology. **Turkish Journal of Pathology**, v. 35, n. 3, p. 263-267, 2019.
- GIANSANI, D. WhatsApp in mHealth: an overview on the potentialities and the opportunities in medical Imaging. **mHealth**, v. 6, 2. 19, p. 2020. Disponível em << [>>](http://dx.doi.org/10.21037/mhealth.2019.11.01) Acesso em 08 de setembro de 2023.

- HEO, M.-S.; HAN, D.-H.; AN, B.-M.; et al. Effect of ambient light and bit depth of digital radiograph on observer performance in determination of endodontic file positioning. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 105, p. 239-244, 2008.
- HILSEN, Z. V.; JONES, R. S. Comparing potential early caries assessment methods for teledentistry. **BMC Oral Health.**, v. 13, n. 16, p. 1 – 9, 2013.
- MARQUES, N. G. O. et al. Calcificações em tecidos moles podem ser observados na radiografia panorâmica?: uma revisão integrativa. 2020, **Anais. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo**, 2020. Acesso em: 17 jun. 2023.
- NEJAIM, Y.; GOMES, A. F.; SILVA, E. J. N. L. da; GROOPPO, F. C.; HAITER NETO, F. The influence of number of line pairs in digital intra-oral radiography on the detection accuracy of horizontal root fractures. **Dent Traumatol**, v. 32, n. 3, p. 180-184, 2016.
- PEREIRA, B. N. M.; AMORIM, J. S. O diagnóstico por imagem em benefício da odontologia atual: Revisão de literatura. **Revista Cathedral**, v. 4, n. 1, p. 92-98, 2022. Disponível em <http://cathedral.ojs.galoa.com.br/index.php/cathedral/article/view/425/142> Acesso em 19/06/2023 às 11:32 hrs.
- PETRUZZI, M.; BENEDITTIS, M. WhatsApp: a telemedicine platform for facilitating remote oral medicine consultation and improving clinical examinations. **CrossMark**, v. 121, n. 3, p. 248 – 254, 2016.
- PIMENTEL, P. A. G. et al. Comparaçao entre radiografia interproximal convencional, radiografia digital e tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de lesões oclusais de cárie: estudo in vitro. **Rev Odontol Bras Central**, v. 27, n. 81, p. 82-86, 2018.
- PROVEDEL, L. F. et al. Effects of image compression on linear measurements of digital panoramic radiographs. **Brazilian Dental Journal**, v. No/Dec. 2016, n. 6, p. 757-760, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201601157>. Acesso em: 08 set. 2023.
- ROCHA, B. A. et al. Detecção de ateroma calcificado de carótida em radiografia panorâmica odontológica e sua confirmação por meio de ultrassonografia com Doppler. **Einstein (São Paulo)**, v. 19, p. 1-2, 2021.

TEIXEIRA, C. N. G. et al. Panorama situacional da Teleodontologia no mundo: uma revisão integrativa. **Revista da ABENO**, v. 18, n. 3, p. 24-34, 2018.

VICTORINO, I. P. et al. Serviço de radiologia odontológica: imagens radiográficas na atenção odontológica. **8º Congresso de extensão universitária da UNESP**, p. 1-4, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/142612>>.

WENZEL, A.; HAITER-NETO, F.; FRYDENBERG, M.; KIRKEVANG, L.-L. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 108, p. 939-945, 2009.

WHITE, S. C.; PHAROAH, M. J. **Radiologia Oral: Princípios e Interpretação**. 5 ed. St. Louis: Mosby; 2007.