

Trabajos Originales:

COMPARACIÓN ENTRE RADIOGRAFIAS CONVENCIONALES Y DIGITALES EN LA MEDICIÓN DE CANALES RADICULARES

Recibido para arbitraje: 06/10/2008

Aceptado para publicación: 20/02/2009

- **Luciana Correa Arieta**, alumna del curso de especialización en Prótesis Dentaria de la Facultad de Odontología de la "Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)", Brasil.
- **Ramon Krause**, alumno de la "Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)", Brasil.
- **Maria Ivete Bolzan Rockenbach**, Doctora en Estomatología Clínica, Profesora de Radiología Odontológica de la Facultad de Odontología de la "Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)", Brasil.
- **Elaine Bauer Veeck**, Doctora en Estomatología Clínica, Profesora Titular de Radiología Odontológica de la "Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)", Brasil.

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA

Maria Ivete Bolzan Rockenbach. Faculdade de Odontologia - PUCRS. Avenida Ipiranga, 6681 - Prédio 6

90619-900 - Porto Alegre, RS - Brazil. Business Tel.: +55 51 3320-3538. Home Tel.: +55 51 3212-0655

E-mail: ivete.rockenbach@pucrs.br

ABSTRACT

The objective of this study was to compare conventional and digital radiographs to measure root canals. Fifty permanent single-canal teeth were employed. The roots were placed on the film or on the storage phosphor plate on their longest axes. And they were perpendicularly exposed to the x-ray beam in a distance of 30 cm with the exposure time of 0.08 s. The conventional radiographs were obtained using periapical film #2 (InSight, Kodak). They were measured with a millimeter ruler and with a digital

caliper. The digital radiographs were obtained with DenOptix and Digora systems. Their images were measured with their programs tools. The real measures were obtained using K-files #20 (Dentisply-Maillefer). They were also measured using the ruler and the digital caliper. The canal length was measured from the cervical part to the apical foramina observed in the radiographs or to the anatomic apex by stereomicroscopy. Two observers made the measurements of the root canals twice (ICC= - 0.60 -0.99). DenOptix system presented the least average range in millimeters when compared to the gold standard (0.12 mm and 0.22mm). The conventional method (film) presented the largest average range (0.55mm) when measured with the ruler. The values obtained with Digora system were similar to the values obtained with the conventional method (t-Student and Friedman; $p < 0.05$). The three radiographic methods showed differences statistically significant from the real measurements of the real canals.

KEY-WORDS: Dental radiography; digital radiography; root canals; endodontic measures.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar radiografías convencionales y digitales en la medición de canales radiculares. Fueron utilizados 50 dientes humanos monorradiculares. Las raíces dentarias fueron posicionadas sobre la película o placa de fósforo, en sentido de su mayor eje, y el fajo de rayos X incidió

perpendicular a ambos, con una distancia focal de 30 cm y tiempo de exposición de 0,08s. Las radiografías convencionales fueron obtenidas utilizando película periapical n° 2 (InSight, Kodak) y medidas con regla milimetrada y paquímetro digital, y las radiografías digitales obtenidas con los sistemas DenOptix y Digora, cuyas imágenes fueron medidas utilizando los recursos de sus programas. Las medidas reales fueron obtenidas utilizando limas tipo K (Dentisply-Maillefer) n°20, que fueron medidas utilizando también regla y paquímetro. La largura del canal fue medida a partir de la base cervical hasta la salida del foramen visualizado en la imagen, o hasta el ápice anatómico verificado por medio de estereomicroscopia. Todas las mediciones fueron realizadas dos veces por dos observadores (ICC= -0,60 a -0,99). El sistema Denoptix mostró el menor promedio de variación, en milímetros, cuando comparado al patrón-oro (0,12 mm e 0,22 mm). El método convencional medido con regla mostró el mayor promedio de variación (0,50 mm). Los valores obtenidos con el sistema Digora fueron próximos a los obtenidos con el sistema convencional (t-Student e Friedman; $p < 0,05$). Los tres métodos radiográficos mostraron diferencias estadísticamente significativas cuando comparados a los valores reales de los canales radiculares.

PALABRAS CLAVE: Radiografía dentaria; radiografía digital; canales radiculares; medidas endodónticas.

INTRODUCCIÓN

La radiografía es un complemento de diagnóstico indispensable en la rutina de cualquier especialidad de Odontología. La radiografía digital viene ganando prestigio en la práctica odontológica de las últimas décadas, disputando espacio con los métodos convencionales de obtención de imágenes (1).

A pesar de que la radiografía digital sea usada a más de una década, poco se sabe sobre su uso en la práctica diaria. En 2000, fue estimado que apenas 5% de los dentistas Norte

Americanos hacían uso de esta tecnología en sus consultorios (2), lo que confirma la necesidad de estudios sobre el asunto.

Los sistemas digitales ofrecen innumerables ventajas, tales como: reducción del tiempo de exposición (disminuyendo la cantidad de radiación recibida por el paciente); facilidad para la obtención de las imágenes y capacidad para manipulación de las mismas; posibilidad de realizar mensuraciones por medio de reglas digitales; reducción de tiempo entre la exposición y la obtención de la imagen (no requieren procesamiento con substancias químicas); y, almacenamiento de la documentación de pacientes por tiempo indeterminado. Teniendo en vista que la mayoría de los procedimientos odontológicos necesita de la toma de radiografías en el transcurso de las consultas, tales ventajas podrían optimizar el tiempo del atendimento (3-5).

Estudios recientes afirman que la radiografía digital debe ser introducida en la rutina clínica (principalmente debido a la disminución de la dosis de radiación) y atestiguan que la performance de las radiografías digitales es similar o mejor que de las radiografías convencionales en la detección de fracturas radiculares, caries y lesiones periodontales (6,7). En el caso específico de la Endodoncia, el profesional frecuentemente se depara con canales atrésicos, que exigen que el trabajo sea realizado con limas que posean registros radiográficos sensibles (8). La localización precisa del término del canal radicular es un factor de suceso de la terapia endodóntica, una vez que evita que haya injurias a los tejidos periapicales, sub o sobre-instrumentación, o todavía, sobre-obturación. De esa forma, para ese procedimiento existe la necesidad de la obtención de imágenes que reproduzcan con precisión el diente radiografiado (9).

En fase de las diversas ventajas en la utilización de las radiografías digitales, el presente trabajo tuvo, por objetivo, investigar la fidelidad en la reproducción de imagen de los objetos radiografiados utilizando los sistemas digitales. Para tanto, fueron comparados sistemas digitales que utilizan placa fósforo-activa con películas convencionales en la mensuración de canales de dientes monorradiculares, siendo sus medidas comparadas a la largura real de los canales. Además, también se hizo la comparación entre los

dos sistemas que utilizan placa fósforo-activa (Digora® e DenOptix®) en la mensuración de los canales radiculares.

MATERIALES Y METODOS

La muestra de este estudio se constituye de 50 dientes humanos monorradiculares (incisivos y caninos, superiores e inferiores), pertenecientes al acervo de las disciplinas de Cirugía Odontológica de la "Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)". El proyecto para la realización del estudio fue aprobado por la Comisión de Ética en Pesquisa de la PUCRS (protocolo n° 06/03090).

Los dientes fueron raspados con ultra-sonido para remoción de restos orgánicos y desinfectados en solución de glutaraldeído a 2% por 24 horas. A seguir, las coronas dentarias fueron seccionadas, a nivel cervical, con púas diamantadas en alta rotación. Las facies vestibulares de las raíces fueron marcadas con una pequeña perforación, para que estas fueran radiografiadas siempre en sentido vestíbulo-lingual. Las raíces fueron almacenadas en suero fisiológico (NaCl 0,9%) hasta su utilización.

Las radiografías convencionales fueron obtenidas utilizando película periapical n°2 (IP-2 Insight, Eastman Kodak Company, Rochester, NY). El procesamiento radiográfico fue realizado con un equipamiento automático (AT 2020, Air Techniques Co., Hicksville, EUA), con tiempo total de procesamiento de 4,5 minutos y temperatura de 28°C. Las imágenes radiográficas convencionales fueron mensuradas con una regla endodóntica milimetrada y paquímetro electrónico digital (Orteam, Milão, Italia).

Las radiografías digitales fueron obtenidas utilizando placas fósforo-activas, tamaño 2 (31 x 41mm), del sistema DenOptix™ (Gendex® Digital Image System, Dentsply, DesPlaines, IL, EUA). Las imágenes fueron procesadas en un scanner a laser del propio sistema, con resolución de 300dpi y mensuradas con las herramientas del programa VixWin (Gendex® Digital Image System, Dentsply, DesPlaines, IL, EUA).

Otro sistema utilizado para obtención de las radiografías digitales fue el Digora® (Soredex Orion Corporation, Helsinki, Finlandia), que también emplea placas de fósforo (tamaño 30 x 40mm). Después de la exposición, las placas fueron escaneadas, usando la lectora de este sistema, obteniendo una imagen con una resolución de 14,08 pixels/mm. Las radiografías fueron mensuradas utilizando el programa Digora® for Windows versión 2.1 (Soredex, Orion corporation, Helsinki, Finlandia).

Para la obtención de las imágenes radiográficas, las raíces fueron posicionadas sobre la película o sobre la placa de fósforo y fijadas con cera utilidad, en sentido de su mayor eje. El fajo de rayos-X incidió perpendicularmente a este, con una distancia focal de 30cm y tiempo de exposición de 0,08 segundos. El aparato de rayos-X utilizado fue el Timex-70 X DRS (Gnatus, Ribeirão Preto, Brasil), con régimen eléctrico de 70kV y 7mA.

En todas las imágenes radiográficas fue medida la longitud a partir de la base cervical hasta la salida del foramen visualizado en la imagen, o hasta el ápice anatómico (en los casos donde no fue posible visualizar la salida del conducto).

Como patrón-oro, fueron utilizadas las medidas realizadas directamente en los canales radiculares. Para tanto, limas tipo K n°20 (Maillefer®, Ballaigues, Suiza), con cursores de goma (Maillefer® Ballaigues, Suiza) fueron introducidas en los canales hasta su límite apical, que fue verificado cuando la punta de la lima atingía el foramen. Este procedimiento fue realizado con el auxilio de un estereomicroscopio (Olympus, DF Planapo IX SZH10, Japón), con luz incidente y aumento de siete veces, para determinar con precisión el final del conducto radicular, y así, su longitud real. Para la mensuración de las limas, se utilizó la misma regla y el mismo paquímetro utilizados en las medidas hechas en las radiografías convencionales.

Las medidas realizadas en las radiografías convencionales y en las limas endodónticas fueron realizadas con regla milimetrada y con paquímetro electrónico digital. Por lo tanto, para mejor entendimiento del

trabajo se convencionó usar los términos "convencional-regla y convencional-paquímetro" para las dos diferentes mediciones realizadas en las radiografías convencionales. Y los términos "oro-regla y oro-paquímetro" para las medidas efectuadas en las limas tipo K, o sea, patrón-oro utilizado en esta pesquisa. Los términos "Convencional/oro-regla, Convencional/oro-paquímetro, "Digora/oro-regla, Digora/oro-paquímetro, DenOptix/oro-regla y DenOptix/oro-paquímetro" fueron utilizados cuando se quiso comparar los métodos radiográficos con el patrón-oro y su respectivo método de mensuración (regla milimetrada o paquímetro digital).

Las medidas fueron realizadas por dos observadores, siendo que cada uno de ellos efectuó dos mediciones, en diferentes momentos, en cada uno de los métodos radiográficos. Los datos fueron tabulados y sometidos a los siguientes test estadísticos: ICC (Coeficiente de Correlación Intraclase), para la verificación de la confiabilidad entre las medidas realizadas por los dos observadores; test no-paramétrico Kolmogorov-Smirnov, para la verificación de la normalidad de los datos; t-Student, para comparación de cada radiografía con el patrón-oro; y el test no-paramétrico de Friedman, para la comparación de la nueva variable que representa la diferencia de los valores de las radiografías con el patrón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La confiabilidad entre las medidas realizadas por los dos observadores fue evaluada con el Coeficiente de Correlación Intraclase, con el cual se verificó que los valores obtenidos mostraron significativa confiabilidad (próximos de -1). Siendo que, las menores diferencias fueron observadas en las mensuraciones realizadas en la lima tipo K (patrón-oro) con regla milimetrada y en el método convencional usando paquímetro digital (-0,99) y la mayor diferencia apareció en las mensuraciones hechas en las limas tipo K con paquímetro digital (-0,60) (tabla 1).

Tabla 1
Resultados de los Coeficientes de Correlación
Intraclase (ICC)
En las medidas realizadas por los observadores.

Sistema	ICC (r_1)
Oro – Paquímetro	-0,60
Oro – Regla	-0,99
DenOptix	-0,88
Convencional – Paquímetro	-0,99
Convencional – Regla	-0,65
Digora	-0,96

Fuente: propia

Para evaluación de las medidas realizadas en las radiografías convencionales, con regla y paquímetro digital, y de las medidas en las radiografías digitales, utilizando las herramientas de cada sistema, fue empleado el test t-Student para muestras pareadas. Se verificó que todas las imágenes mostraron diferencias significativas en las medidas, cuando comparadas al patrón-oro, medido tanto con regla como con paquímetro digital, presentando valores superiores a los del patrón-oro. El sistema DenOptix presentó el menor promedio de variación en milímetros. Los valores difirieron de la longitud real de los canales radiculares, en media, 0,12mm (cuando el valor real fue medido con la regla) y 0,22mm (cuando el valor real fue medido con paquímetro) (tabla 2- gráfico 1).

La radiografía convencional medida con regla mostró la mayor media de variación entre todos los sistemas (0,50mm en relación al oro-regla). La radiografía convencional medida con paquímetro digital

también presentó una gran media de variación (0,46mm cuando comparado al oro-paquímetro) (tabla 2 - gráfico 1).

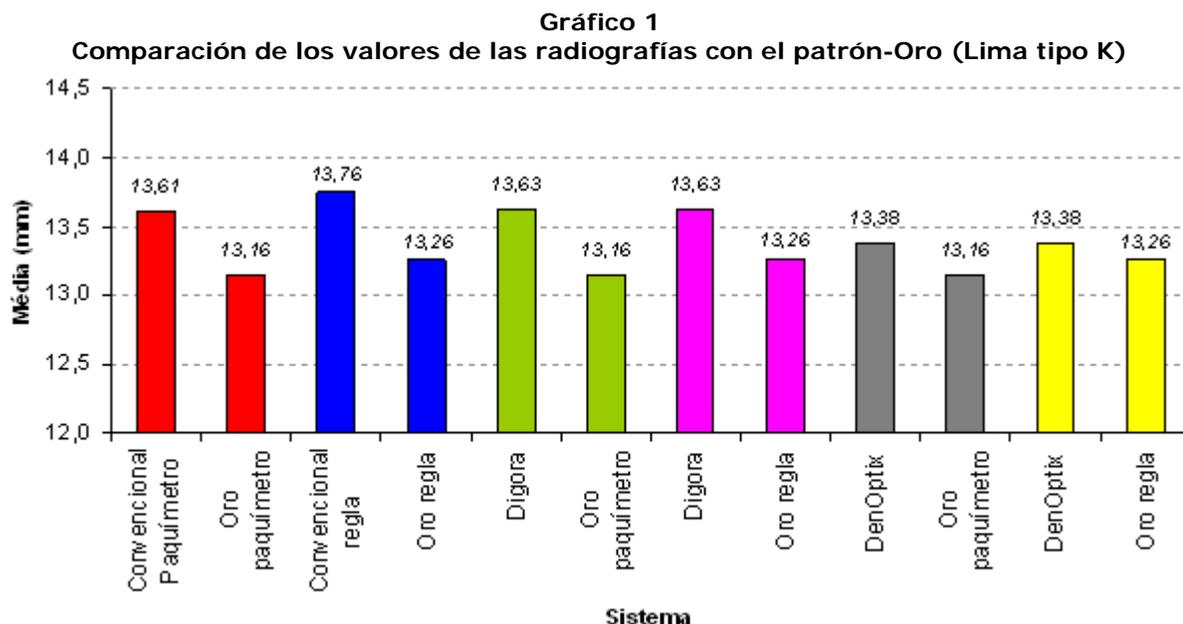
Tabla 2
Comparación de las medidas en las radiografías convencionales y en los sistemas Digora y DenOptix con el patrón-oro (lima tipo K)

Comparación	n	Promedio	Desvio-patrón	Diferencia (Sistema – Oro)		p
				Mé dia	Intervalo de confianza 95%	
Convencional Paquímetro	50	13,61	2,27	0,46	[0,37 a 0,54]	≤0,01
Oro paquímetro	50	13,16	2,22			
Convencional regla	50	13,76	2,34	0,50	[0,40 a 0,59]	≤0,01
Oro regla	50	13,26	2,20			
Digora	50	13,63	2,28	0,48	[0,38 a 0,57]	≤0,01
Oro paquímetro	50	13,16	2,22			
Digora	50	13,63	2,28	0,37	[0,28 a 0,47]	≤0,01
Oro regla	50	13,26	2,20			
DenOptix	50	13,38	2,28	0,22	[0,06 a 0,39]	0,01
Oro paquímetro	50	13,16	2,22			
DenOptix	50	13,38	2,28	0,12	[-0,04 a 0,28]	0,15
Oro regla	50	13,26	2,20			

Fuente: propia

El sistema digital Digora presento una media de diferencia de 0,37mm cuando comparado al patrón-oro medido con regla es de 0,48mm con el patrón-oro medido con paquímetro (tabla 2- grafico 1). Los valores obtenidos con el sistema Digora cuando comparado al patrón-oro medido con paquímetro fueron próximos a los obtenidos con la película radiográfica, lo que muestra semejante reproductibilidad

De la imagen en estos sistemas y confirma la afirmación de Cederberg et al.10 (1998), de que el sistema Digora produce imágenes con definición equivalente a las películas radiográficas convencionales, en lo que dice respecto a la mensuración clínica de la longitud del canal radicular.



Ambos sistemas digitales mostraron menores variaciones de longitud, en relación al patrón Oro, cuando lo comparamos al método convencional, a excepción del sistema Digora comparado con el patrón oro medido con paquímetro, que presentó diferencia media mayor que el método convencional (medido con paquímetro) comparado con el patrón-oro (también, medido paquímetro), lo que demuestra que las imágenes obtenidas con los sistemas digitales son comparables o superiores a la de radiografía convencional, dato este constatado también por Yokota et al.11 (1994), Vandré et al.12 (1995), Kullendorff et al.13 (1996), García et al.14 (1997) y Versteeg et al.15 (1997).

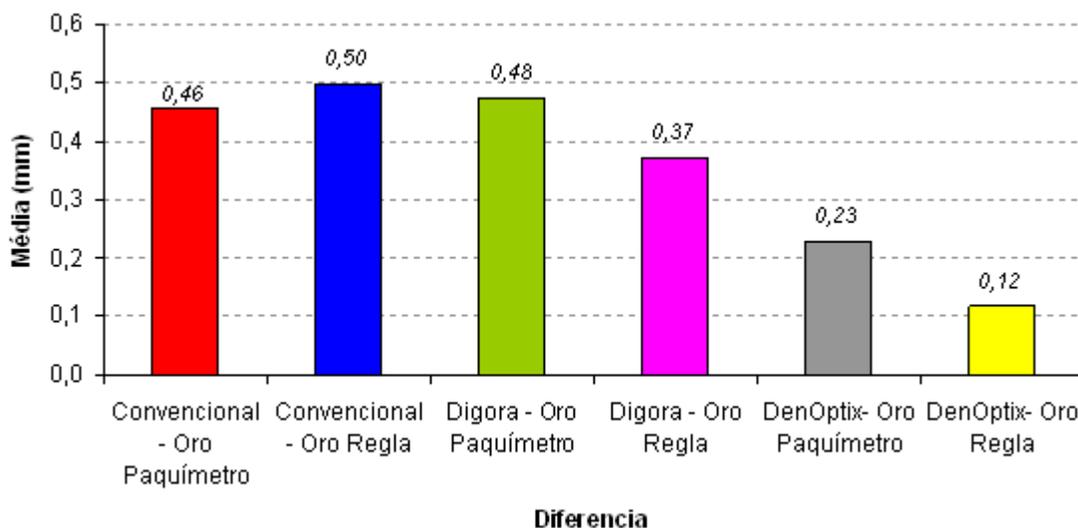
Para mejor evaluación, fue calculada una nueva variable siendo considerada la diferencia de los valores obtenidos en los sistemas con el valor establecido como patrón-oro. A través de los resultados del test no-paramétrico de Friedman verificamos que las diferencias con el patrón-oro difirieron significativamente. Se observó que las mayores diferencias encontradas fueron en los sistemas convencional/oro-paquímetro, convencional/oro-Regla y Digora/oro-paquímetro, siendo que esos no difieren entre sí. Las menores diferencias con relación al patrón-Oro fueron encontradas en los sistemas DenOptix/Oro-Regla, seguido por DenOptix/Oro-paquímetro y, por fin, Digora/Oro-Regla (tabla 3 - gráfico 2).

Tabla 3
Comparación entre las diferencias de cada método radiográfico con el patrón-Oro

Diferencia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-patrón	Rank Médio	p
Convencional - Oro (Paquímetro)	-0,22	1,29	0,46	0,30	4,28 ^A	≤0,01
Convencional - Oro (Regla)	-0,13	1,37	0,50	0,33	4,74 ^A	
Digora - Oro (Paquímetro)	-0,14	1,35	0,48	0,33	4,73 ^A	
Digora - Oro (Regla)	-0,40	1,25	0,37	0,33	3,40 ^B	
DenOptix - Oro (Paquímetro)	-2,22	2,73	0,22	0,59	2,41 ^C	
DenOptix - Oro (Regla)	-2,33	2,55	0,12	0,58	1,44 ^D	

*Médias seguidas de misma letra no difieren entre sí
Fuente: propia

Gráfico 2
Comparación entre las diferencias de cada método radiográfico con el patrón-Oro



Oliveira et al.(4) (2001), también encontraron diferencias estadísticas en las medidas realizadas en diferentes sistemas radiográficos cuando estas fueron comparadas a las medidas reales de los canales radiculares. Entretanto, en su estudio el sistema Digora fue el de mejor desempeño, seguido por la radiografía convencional, por el CDR (sensor) y finalmente por el sistema DenOptix. Tales datos también fueron encontrados por Matheus et al.(16) (2000) que obtuvieron los mejores resultados con el sistema Digora cuando este fue comparado al sistema CDR y al sistema DenOptix.

En el presente estudio fueron investigados el método convencional (film radiográfico) y los sistemas digitales que utilizan placa de fósforo como receptor de imagen. Pero, no fueron estudiados los sistemas digitales con sensores, en los cuales la reducción de dosis de exposición para el paciente es todavía mayor³. Brandão et al.(9) (2001) no encontraron diferencias significativas en la medición de canales radiculares cuando compararon el método convencional con un sistema que utiliza sensor (Sidexis®).

Se resalta que los valores encontrados tuvieron significancia estadística, entretanto, en la práctica clínica pueden ser considerados no significativos, una vez que la mayor diferencia media encontrada fue de 0,50mm, resultado este, semejante al encontrado por Matheus et al.16 (2000). Siendo así, los sistemas digitales son métodos radiográficos que pueden ser utilizados en la práctica odontológica diaria por ser comparables o superiores al método convencional y por presentar diversas ventajas, destacando entre ellas, la practicidad de uso y la reducción de la dosis de radiación para el paciente.

CONCLUSIONES

Las imágenes radiográficas, en los tres métodos radiográficos, presentaron diferencias significativas en las medidas cuando fueron comparadas a los valores reales de los canales radiculares.

El sistema digital DenOptix reprodujo más fielmente los canales radiculares, una vez que presentó las menores diferencias en las medidas cuando fueron comparadas aquellas del patrón-Oro (Regla y paquímetro).

La radiografía convencional (film) fue el método radiográfico que presentó las mayores diferencias en las

medidas cuando fueron comparadas al patrón-oro (medido con Regla).

REFERENCIAS

1. Salzedas LMP; Bosco JMD; Sundefeld MLM. Comparación entre los exámenes radiográficos convencional y digital como medio auxiliar de diagnóstico para evaluación de defecto periodontal en suínos. *Rev Odontol UNIESP* (2002); 31: 9-23.
2. Brian JN; Williamson GF. Digital radiography in dentistry: a survey of Indiana dentists. *Dentomaxillofac Radiol* (2007); 36: 18-23.
3. Mansini R; Buscatti MY; Nóbrega C; Freitas L.. *Imagenologia In.: Freitas L. Radiologia Bucal: Técnicas e Interpretación. 2 ed. São Paulo: Pancast, 2000. p. 355-362.*
4. Oliveira AEF; Matheus RA; Almeida SM; Haiter Neto F; Bóscolo FN. Estudo da eficiência de diferentes sistemas radiográficos nas mensurações endodônticas. *RPG Rev Pós Grad* (2001); 8: 29-34.
5. Shearer AC; Mullane E; Macfarlane TV; Gröndahl HG; Horner K. Three phosphor plate systems and film compared for imaging root canals. *Int Endod J* (2001); 34: 275-279.
6. Castro VM; Kayz JO; Hardman PK; Glaros AG; Spencer P. In vitro comparison of conventional film and direct digital imaging in the detection of proximal caries. *Dentomaxillofac Radiol* (2007); 36: 138-142).
7. Wu DM; Wu YN; Guo W; Sameer S. Accuracy of direct digital radiography in the study of the root canal type. *Dentomaxillofac Radiol* (2006); 35: 263-265.
8. Almeida SM; Oliveira AEF; Paganinin GA; Haiter Neto F; Bóscolo FN. Avaliação da qualidade das imagens digitais adquiridas com diferentes resoluções em um sistema de armazenamento de fósforo. *Pesqui Odontol Bras* (2000); 14: 262-267.
9. Brandão EG; Costa NP; Ramalho LMP. Avaliação do comprimento de condutos radiculares utilizando um sistema de radiografia digitalizada. *Rev Odonto Ciência* (2001); 16: 111-119.
10. Cederberg RA; Tidwell E; Frederiksen NL; Benson BW. Endodontic working length assessment. Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* (1998); 85: 325-328.
11. Yokota ET; Miles DA; Newton CW; Brown Jr CE. Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. *J Endod* (1994); 20: 490-494.
12. Vandre RH; Cruz CA; Pajak JC. Comparison of four direct digital radiography systems film for endodontic length determination. *Dentomaxillofac Radiol* (1995); 24: 92.
13. Kullendorff B; Nilsson M; Rohlin M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* (1996); 82: 344-350.
14. García AA; Navarro CT; Castello VU; Laliça RM. Evaluation of a digital radiography to estimate

working length. J Endod (1997); 23: 363-365.

15. Versteeg KH; Sanderink GC; van Ginkel FC; van der Stelt PF. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. J Am Dent (1997); 128: 439-443.

16. Matheus RA; Oliveira AEF; Almeida SM; Haiter C; Bóscolo FN. Estudo comparativo de diferentes sistemas e recursos radiográficos digitais em mensurações endodônticas. Rev Paul Odont (2000); 6: 34-37.