

---

DEWEIL LOMÔNACO BRAGA JUNIOR

= Cirurgião Dentista =

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA QUILOVOLTAGEM NOMINAL PRECONIZADA  
E TEMPO DE EXPOSIÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE APARELHOS DE  
RAIOS X ODONTOLÓGICOS

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campi-  
nas, para obtenção do Título de  
MESTRE em Odontologia na Área  
de Radiologia Odontológica.

PIRACICABA

= 1991 =

---

B73c

14947/BC

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

---

DEWEIL LOMÔNACO BRAGA JUNIOR  
= Cirurgião Dentista =

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA QUILOVOLTAGEM NOMINAL PRECONIZADA  
E TEMPO DE EXPOSIÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE APARELHOS DE  
RAIOS X ODONTOLÓGICOS

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campi-  
nas, para obtenção do Título de  
MESTRE em Odontologia na Área  
de Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. NIVALDO GONÇALVES

PIRACICABA

= 1991 =

---

90 911 1735

## AGRADECIMENTOS

AOS MEUS PAIS

DEWEL E LUCY, pelo estímulo  
e apoio que sempre me dis-  
pensaram,

A MINHA ESPOSA

ISABEL, pela compreensão e por  
se constituir num exemplo de  
dedicada esposa.

A DEUS,

Que deu-me forças para conseguir  
chegar ao término deste trabalho,

dedico este trabalho com todo carinho

#### AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. NIVALDO GONÇALVES, pela orientação na realização deste trabalho, pelo incentivo e estímulo à nossa formação universitária.

#### AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. FRAB NORBERTO BÓSCOLO, pelo incentivo, apoio e valiosa colaboração oferecidos durante o desenvolvimento do trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA - UNICAMP, pela oportunidade que me foi dada, para frequentar o Curso de Pós-Graduação em Radiologia.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. SONIA VIEIRA, pela segura orientação na organização das tabelas e histogramas, constantes nesse trabalho.

À Prof<sup>ª</sup>. SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, pela atenção dispensada na revisão das referências bibliográficas.

Aos PROFESSORES e FUNCIONÁRIOS da Disciplina de Radiologia da FOP-UNICAMP, pela valiosa colaboração e pelo grande carinho que sempre dispensaram.

A TODOS aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

# ÍNDICE

	PAGINA
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO . . . . .	1
CAPÍTULO II	
REVISTA DA LITERATURA . . . . .	3
CAPÍTULO III	
PROPOSIÇÃO . . . . .	8
CAPÍTULO IV	
MATERIAL E MÉTODO. . . . .	9
CAPÍTULO V	
RESULTADOS . . . . .	18
CAPÍTULO VI	
DISCUSSÃO. . . . .	29
CAPÍTULO VII	
CONCLUSÕES . . . . .	35
CAPÍTULO VIII	
RESUMO . . . . .	37
CAPÍTULO IX	
SUMMARY . . . . .	39
CAPÍTULO X	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	41

CAPÍTULO I  
INTRODUÇÃO



## INTRODUÇÃO

Logo após a descoberta dos raios X, em 1895 por RÖENTGEN, surgiram estudos sobre aplicações desse tipo de radiação, e conseqüentemente, não só o aparecimento da Radiologia como também sua evolução.

Todavia, o desconhecimento de suas propriedades, na época era quase total o que permitiu o aparecimento de conseqüências malélicas sobre o organismo vivo.

Com o passar dos anos, conhecimentos importantíssimos foram aparecendo com trabalhos publicados, palestras e cursos apresentados pelos estudiosos da época, o que permitiu um controle maior sobre o uso e emprego dos raios X.

Com todos esses estudos realizados, houve um avanço na tecnologia com desenvolvimento dos aparelhos de raios X, dos filmes radiográficos, das soluções reveladoras e fixadoras, e ainda, obtenção de informações à respeito da radiação X, sua aplicação e da necessidade de proteção dos pacientes.

De tudo citado acima, entende-se que é necessário uma completa harmonia dos fatores empregados para a obtenção da radiografia, a fim de que as informações colhidas sejam as mais precisas dentro da técnica executada.

Para o estudo do rendimento dos aparelhos de raios X odontológicos, aparecem na literatura trabalhos realizados por WUEHRMANN & MANLY<sup>17</sup>, em 1950; WUEHRMANN & CURBY<sup>16</sup>, em 1952; CURBY & WUEHRMANN<sup>2</sup>, em 1953; SPANGENBERG & POOL<sup>13</sup>, em 1960; MANSON-HING<sup>6,7</sup>, em 1961 e 1971; PEIXOTO & FERREIRA<sup>11</sup>, em 1982; e, SVENSON e alii<sup>14</sup>, em 1985; que se preocuparam com as variações da quilovoltagem e miliamperagem, fatores diretamente responsáveis pela qualidade da imagem e quantidade de radiação a que o paciente é exposto durante a tomada radiográfica.

Tentando somar informações a esse respeito, um estudo foi realizado sobre a aferição dos aparelhos de raios X, pois qualquer alteração nos fatores acima citados pode acarretar a perda da qualidade radiográfica e incidir uma quantidade maior de radiação primária no paciente.

CAPÍTULO II  
REVISTA DA LITERATURA

## REVISTA DA LITERATURA

Após a realização das consultas da literatura ao nosso alcance, selecionamos os trabalhos que pudessem nos orientar, devido sua íntima relação ao assunto proposto para a pesquisa.

A partir das afirmações dos autores selecionados e que nos serviram de subsídios iniciais, vamos discorrer sobre o assunto, com o propósito de esclarecer o que já foi feito a respeito, para então, relatarmos a respeito do nosso trabalho.

Considerando a introdução de filmes rápidos no mercado e a diminuição lógica do tempo de exposição, UPDEGRAVE e cols.<sup>15</sup>, em 1959 realizaram um trabalho para verificar a precisão dos marcadores de tempo dos aparelhos de raios X odontológicos. Nesse trabalho, pesquisaram 53 aparelhos e concluíram o seguinte: dos 53 aparelhos testados apenas 15% apresentavam a exatidão com referência ao funcionamento e o tempo marcado no disparador; 55% dos aparelhos apresentavam um tempo maior; e, 30% apresentavam um tempo menor. Concluíram, ainda, que houve uma diminuição no que diz respeito à radiação quando da utilização de filmes de alta velocidade; demonstraram que 85% dos tempos de exposição utilizados com os filmes rápidos estavam inadequados para a tomada radiográfica; que os filmes rápidos podem ser usados satisfatoriamente com 8 polegadas (aproximadamente 20 cm) na distância área focal-filme; e,

que tudo isso poderia ser sanado desde que os profissionais tivessem mais cuidado na manipulação do filme durante a exposição e racionalizassem a manipulação dos filmes durante o processamento radiográfico.

- Em 1961, MANSOON-HING<sup>6</sup>, pesquisou a respeito do contraste radiográfico e para tanto, confeccionou um penetrômetro de alumínio, um de dentina e outro de esmalte, baseando-se na assertiva de que o melhor material para se estudar o contraste radiográfico nas radiografias dentais seria o próprio material dentário: cada penetrômetro possuía 8 degraus com altura de 1 mm cada um. Concluiu que o penetrômetro de alumínio é um bom substituto para os penetrômetros de dentina ou de esmalte quando utilizado para o estudo do contraste radiográfico em radiologia bucal. Afirmou, também, que o contraste radiográfico do esmalte é maior do que o da dentina nas áreas delgadas e menor nas áreas mais espessas, após verificar que o contraste radiográfico da dentina e do alumínio era completamente constante nas bordas entre os degraus de 1 a 8 mm do penetrômetro.

ALVARES & FREITAS<sup>1</sup>, em 1967, desenvolveram uma pesquisa utilizando aparelhos de raios X com marcadores de tempo mecânico para verificar a exatidão dos mesmos, pois, quando fabricados foram projetados para trabalhar com filmes que precisavam de três segundos de exposição, e com o advento dos filmes mais velozes este tempo caiu para 0,25 segundo. Foram testados 35 aparelhos de

raios X de diferentes marcas existentes e em uso na região de São Paulo. Concluíram que para exposição de 0,25 segundo, 20 dos 35 aparelhos estudados estavam dentro de um erro de 50 a 100%, enquanto que nenhum deles deu esse mesmo erro na exposição de 1 segundo. A 2 segundos de exposição, 26 desses aparelhos encontravam-se dentro-da faixa de 0 a 20% de erro, o que consideraram aceitável.

Também preocupado com a atuação da quilovoltagem no resultado final da radiografia, KORT<sup>5</sup>, em 1969, realizou um estudo com radiografias intra-buciais e em seus resultados afirma que a bochecha absorveu 5,6 vezes mais radiação quando o aparelho operava com baixa voltagem.

Realizando um estudo a respeito da melhor quilovoltagem para radiografia intra-buciais, OISHI & PARFITT<sup>10</sup>, em 1976, demonstraram que, a 70 kVp, o contraste entre a coroa e o espaço interproximal é de 69%, mas o contraste na maioria das áreas radiopacas é reduzido. Com 90 kVp, o contraste entre a coroa e o espaço interproximal é reduzido para 60%, todavia, as diferentes densidades entre as variações do cinza são mais evidenciadas o que possibilita uma melhor interpretação das imagens.

Realizando um levantamento sobre o funcionamento de 300 aparelhos de raios X odontológicos na região do Rio de Janeiro,

PEIXOTO & FERREIRA<sup>11</sup>, em 1982, publicaram um trabalho a respeito e em uma de suas conclusões sugerem que medidas sejam tomadas para a elaboração de normas técnicas para a construção de aparelhos de raios X odontológicos, padronizando parâmetros elétricos e geométricos que caracterizem o feixe de raios X incidente sobre o paciente.

Outro trabalho apresentado a respeito do funcionamento dos aparelhos de raios X odontológicos foi de o PREECE & JENSEN<sup>12</sup>, em 1983, onde concluíram que dos 35 aparelhos estudados e que deveriam operar com 70 kVp, houve uma variação de 62 a 77 kVp e desse mesmo número de aparelhos somente 20% tinham uma quilovoltagem efetiva correspondente à indicada no próprio aparelho.

Em 1985, MELO e cols<sup>0</sup> realizaram uma pesquisa para verificar as condições de uso dos aparelhos de raios X odontológicos. O método empregado na pesquisa foi o uso de um questionário no qual houve a participação de duzentos profissionais que foram selecionados para colaborar nos dados solicitados para a avaliação do trabalho. Concluíram que o uso e a manutenção dos aparelhos de raios X pelos entrevistados não estão obedecendo rigorosamente às normas convencionais, o que, fatalmente, apresentaria modificações no resultado final da radiografia.

Discorrendo sobre o trabalho realizado em 1985, GOSS<sup>4</sup> afirma que dos 420 aparelhos de raios X odontológicos estudados, 10,5% apresentavam problemas de funcionamento com repercussão na qualidade final da radiografia. Em vista disto, alertou para o detalhe de que os profissionais consultados informaram que realizavam um processamento de compensação para conseguir o padrão ideal de contraste radiográfico.

Conforme os relatos de FLETCHER<sup>3</sup>, em 1987, o filme Kodak Ektaspeed (grupo E) é duas vezes mais sensível do que o filme Kodak Ultraspeed (grupo D) e os dois grupos produzem resultados satisfatórios, com radiografias dentro das densidades recomendadas. Diante disto, realizamos um estudo piloto com a utilização com os dois tipos de filmes e, após a análise dos resultados, optamos pelo filme Ektaspeed (EP 21). Isto porque ele não mascara qualquer resultado na determinação da quilovoltagem e ainda tem a vantagem de permitir um menor tempo de exposição para a sua sensibilização.

Realizando um estudo em aparelhos de raios X odontológicos na Austrália, MONSOUR e cols<sup>5</sup>, em 1988, concluíram que apenas 25% dos 1200 aparelhos pesquisados são regularmente ajustados e a inspeção desses aparelhos pelas autoridades de saúde são muito inconstantes.



CAPÍTULO III  
PROPOSIÇÃO

## PROPOSIÇÃO

Buscando trazer alguma contribuição ao assunto nos propusemos:

1. Avaliar o desempenho dos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk e Dabi-Atlante, ao nosso alcance, no tocante ao tempo de exposição real.
2. Avaliar a quilovoltagem efetiva durante o funcionamento dos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk e Dabi Atlante.

CAPÍTULO IV  
MATERIAL E MÉTODO

## MATERIAL E MÉTODO

No presente trabalho foram utilizados 127 aparelhos de raios X odontológicos da região sul de Minas Gerais, compreendendo as cidades de Itajubá, Santa Rita do Sapucaí, Brasópolis, Pouso Alegre, Alfenas e Varginha.

Os aparelhos de raios X testados foram das marcas Dabi Atlante e Funk e dentre elas modelos diferentes que foram utilizados para a realização do trabalho.

Para a marca Dabi Atlante foram estudados os modelos Spectro II, Spectro 1070 e Trophy. As quilovoltagens nominais utilizadas para cada modelo, foram 50 kVp, 70 kVp e 50 kVp, respectivamente. Para a marca Funk foi estudado o modelo X 10, com a quilovoltagem nominal de 60 kVp.

O filme selecionado para o estudo foi o Ektaspeed (grupo E), por ser, segundo FLETCHER<sup>3</sup>, duas vezes mais sensível do que o Ultraspeed (grupo D). Contudo foi realizado um plano piloto, que pela análise dos resultados ficou demonstrado, que o filme Ektaspeed (EP 21) não mascara qualquer resultado na determinação da quilovoltagem, requer ainda um menor tempo de exposição para sua sensibilização.

Para a determinação da quilovoltagem foi utilizado um detector de quilovoltagem odontológico de acrílico, fabricado pela firma M.R.A., à semelhança de uma caixa possuindo uma forma geométrica retangular (Figura A). Abaixo da tampa de acrílico, em sua parte superior, há uma lâmina de latão com espessura de 0,5 mm, que funciona como filtro, barrando a radiação mole, composta por fótons de baixa energia e que não interessam ao fim a que se destina este trabalho. No interior da caixa de acrílico, verificamos a presença de uma placa de polietileno, medindo 55x40x9 mm, disposta no sentido em que a medida de 55 mm situa-se na horizontal, ocupando uma posição lateral da caixa. A finalidade do polietileno é atuar simultaneamente com os demais acessórios dentro da caixa de acrílico, homogeneizando o feixe de raios X e servindo como uma coluna de referência que dá como resultado final na radiografia, todas as imagens com as mesmas densidades. Ao lado da placa de polietileno e no interior da caixa de acrílico temos a presença do penetrômetro de cobre (cunha) composto por dez degraus, com espessura variando de 0,07 mm cada um. A finalidade do penetrômetro é mostrar diferentes densidades na radiografia, a fim de que sua leitura no densitômetro possa determinar, com precisão absoluta, os valores correspondentes à quilovoltagem real do aparelho de raios X em estudo. Abaixo do polietileno e do penetrômetro de cobre, temos a presença de uma placa de chumbo, com duas colunas paralelas, com 10 furos cada uma, assim, totalizando 20 furos com a função de colimar o feixe de raios X para cada de

grau desse acessório (Figura B). O detector de quilovoltagem odontológico possui em sua base um encaixe, onde o filme radiográfico é fixado com sua parte sensível voltado para a fonte de raios X.

Foi utilizado também um cronômetro de raios X (timer), fabricado pela CIDRA-FFCLRP-USP (Figura C), que mede o tempo de exposição em função da radiação real emanada pela área focal do aparelho de raios X. Essa medição é realizada por meio de um sensor de radiação situada na face superior do cronômetro. Além disso, possui dois interruptores, e cada um deles com duas opções: a primeira, para operação monofásica ou trifásica e a segunda, para funcionamento do tempo em segundos ou milissegundos, dados em dígitos após a incidência do feixe de raios X.

Em nossa pesquisa, trabalhamos com monofásico por se tratar de aparelhos de raios X odontológicos de baixa potência e o tempo em segundos conforme instrução do catálogo.

Para determinação da quilovoltagem, foi utilizado um densitômetro digital, produzido pela firma M R. A. (Figura D). Este aparelho apresenta em seu canto anterior direito um orifício



Figura A

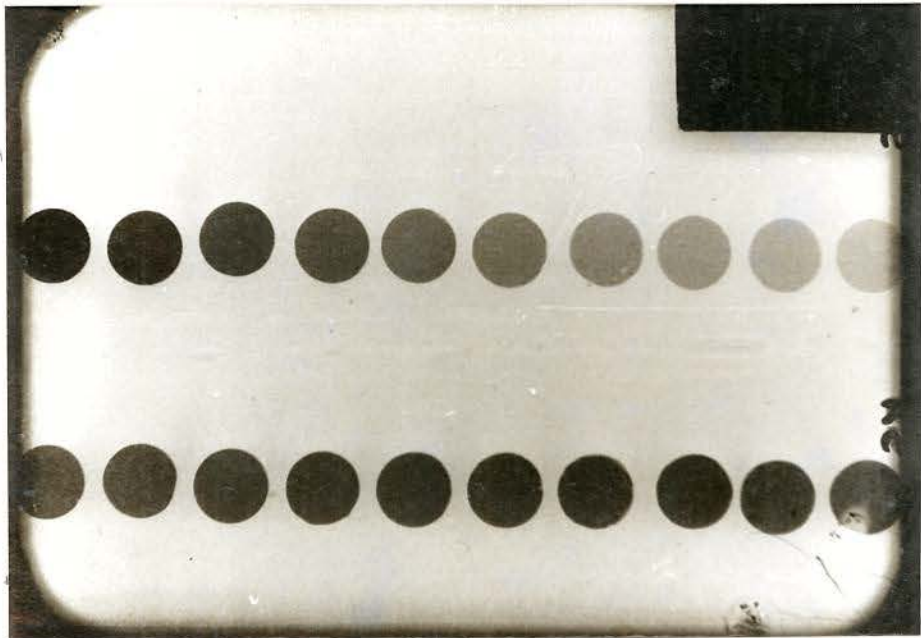


Figura B



Figura C

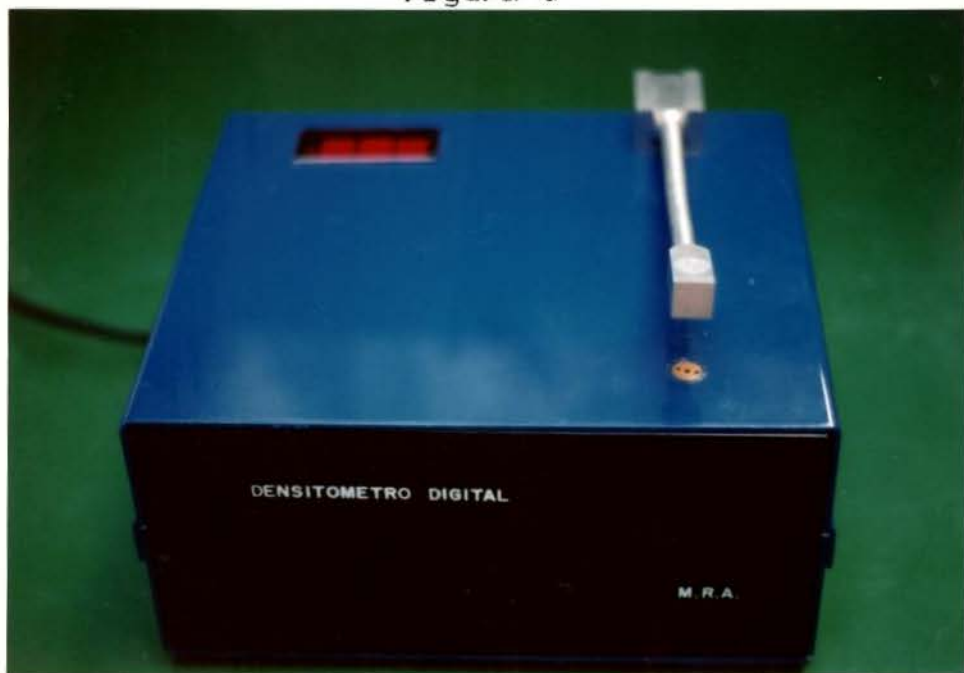


Figura D



em cujo centro há uma fonte de luz que incide em uma célula fotoelétrica existente na extremidade de um braço. Para a leitura coloca-se a radiografia sobre a fonte de luz e abaixa-se o braço, obtendo-se assim, o valor da densidade radiográfica em dígitos.

Para obtermos os dados referentes ao tempo de exposição real, utilizamos o cronômetro que foi posicionado em uma superfície plana e horizontal, de tal modo que o feixe central de radiação emitida pelo aparelho de raios X testado incidisse perpendicularmente. O tempo de exposição utilizado foi de 2 segundos, sendo essa operação repetida por três vezes, a fim de que, possíveis erros, pudessem ser descartados. Para as anotações foram utilizadas fichas de cadastros onde eram inseridas todas as informações referentes ao aparelho testado.

Já para a obtenção dos dados referentes à quilovoltagem real, utilizamo-nos também do cronômetro, pois caso o aparelho de raios X testado apresentasse tempo de exposição diferente de dois segundos, repetidas exposições eram feitas até que se conseguisse o tempo real de dois segundos no cronômetro, tempo este fracionado, porque nem todos os aparelhos de raios X possuíam o tempo de exposição necessário de quatro segundos, e também para não exigirmos uma carga excessiva de trabalho dos aparelhos testados. O tempo de exposição de quatro segundos foi o selecionado para que se conseguisse uma densidade radiográfica apropriada para a leitura

no densitômetro. Feito isto, posicionamos o detector de quilovoltagem odontológico sobre o cronômetro (Figura E) de modo que o feixe central de raios X incidisse perpendicularmente tanto ao detector de quilovoltagem quanto ao timer e a uma distância de aproximadamente 20 cm área focal/filme. O detector de quilovoltagem era devidamente municiado com o filme Ektaspeed e o conjunto era exposto por duas vezes consecutivas.

Após a sensibilização do filme no detector de quilovoltagem, procedeu-se o processamento, para o qual foram utilizados banhos da marca Kodak, em tanques com capacidade de 20 litros para revelador e 20 litros para fixador. O método para processamento foi o tempo-temperatura, no qual a temperatura foi de 20°C e o tempo de revelação de 5 minutos.

A radiografia obtida nos deu duas colunas correspondentes as imagens dos furos existentes na lâmina de chumbo situada na base do detector de quilovoltagem (Figura B). Essas imagens correspondem de um lado, à coluna com a variação da densidade óptica dada pela escala do penetrômetro e, do outro, a coluna corresponde à densidade da placa de polietileno. A primeira coluna constitui-se de imagens com densidades diferentes e relacionados com a espessura do degrau do penetrômetro, enquanto que a segunda coluna apresenta-se com imagens de densidades iguais ou muito próximas uma das outras.



Figura E

Para a validade das leituras utilizamos a densidade ao redor de 1,0, enquanto que as radiografias com densidades abaixo de 0,5 ou acima de 1,5 foram desprezadas. Quando a densidade obtida na escala de cobre era igual à obtida na escala de polietileno, tínhamos dados para obter o valor da quilovoltagem diretamente no gráfico. Caso isto não ocorresse, havia necessidade de utilizarmos uma interpolação e assim calcularmos o valor que, inserido no gráfico, nos daria a quilovoltagem real exata. Os resultados obtidos foram notados na ficha de cadastramento do aparelho em estudo. De posse desses valores, fez-se a divisão, de acordo, com a marca e modelo do aparelho de raios X testado.

Com a finalidade de facilitar o trabalho do leitor na interpretação dos dados obtidos, foram confeccionados gráficos e histogramas correspondentes para cada modelo de aparelho de raios X odontológico, utilizado no presente estudo.

CAPÍTULO V  
RESULTADOS

## RESULTADOS

Considerando a metodologia proposta e ainda, considerando a existência de modelos de aparelho de raios X diferentes, produzidos pela mesma firma, obtivemos valores de tempo de exposição e da quilovoltagem conforme descrito no capítulo IV. Esses valores foram organizados em tabelas de distribuição de frequência e apresentados graficamente em histogramas.

Tanto o tempo de exposição nominal quanto a quilovoltagem nominal correspondente a cada grupo de aparelho de raios X estudado estão contidos nos histogramas assinalados por um traçado vertical.

Os dados relativos aos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk, modelo X 10, constam nas tabelas 1.1 e 1.2 e nas Figuras 1.1 e 1.2, onde o primeiro dígito corresponde ao modelo estudado enquanto, a denominação do segundo dígito com o número 1 corresponde ao tempo de exposição nominal e com o número 2 corresponde à quilovoltagem nominal.

Da mesma forma, os dados obtidos relativos aos aparelhos Dabi-Atlante, modelo Spectro II, correspondem às Tabelas 2.1 e 2.2 e às Figuras 2.1 e 2.2; aos aparelhos Dabi-Atlante, modelo Trophy, correspondem às tabelas 3.1 e 3.2 e às Figuras 3.1 e 3.2;

e finalmente, aos dos aparelhos Dabi-Atlante, modelo Spectro 1070, correspondem às Tabelas 4.1 e 4.2 e as Figuras 4.1 e 4.2.

TABELA 1.1

Tempo de exposição Funk x 10  
(Nominal 2 segundos)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
1,25 — 1,50	1	2,78
1,50 — 1,75	1	2,78
1,75 — 2,00	2	5,55
2,00 — 2,25	8	22,22
2,25 — 2,50	12	33,33
2,50 — 2,75	5	13,89
2,75 — 3,00	5	13,89
3,00 — 3,25	1	2,78
3,25 — 3,50	1	2,78
TOTAL	36	100,00

FIGURA 1.1

Tempo de exposição Funk x 10  
(Nominal 2 segundos)

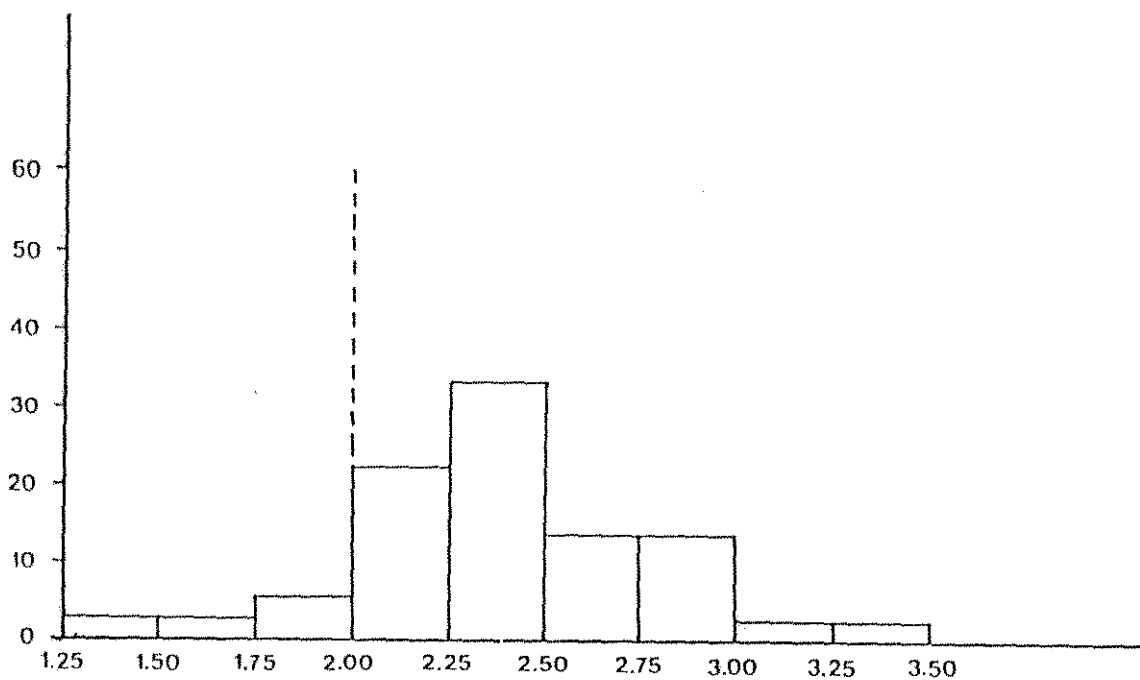




TABELA 1.2  
 Quilovoltagem Funk x 10  
 (Nominal 60 kVp)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
42 — 44	1	2,78
44 — 46	3	8,34
46 — 48	4	11,12
48 — 50	2	5,55
50 — 52	6	16,67
52 — 54	8	22,22
54 — 56	6	16,67
56 — 58	2	5,55
58 — 60	2	5,55
60 — 62	2	5,55
TOTAL	36	100,00

FIGURA 1.2  
 Quilovoltagem Funk X 10  
 (Nominal 60 kVp)

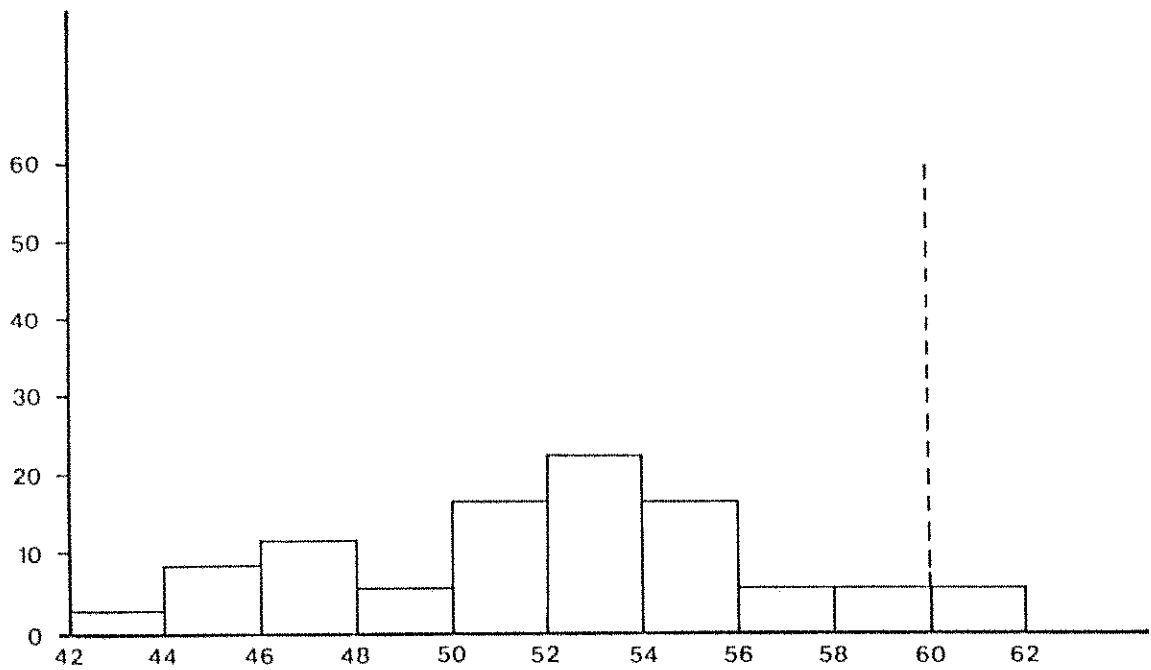


TABELA 2.1  
 Tempo de exposição Dabi-Atlante Spectro II  
 (Nominal 2 segundos)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
1,50 — 1,75	2	3,28
1,75 — 2,00	26	42,62
2,00 — 2,25	31	50,82
2,25 — 2,50	0	0
2,50 — 2,75	0	0
2,75 — 3,00	1	1,64
3,00 — 3,25	0	0
3,25 — 3,50	0	0
3,50 — 3,75	0	0
3,75 — 4,00	0	0
4,00 — 4,25	1	1,64
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>100,00</b>

FIGURA 2.1  
 Tempo de exposição Dabi-Atlante Spectro II  
 (Nominal 2 segundos)

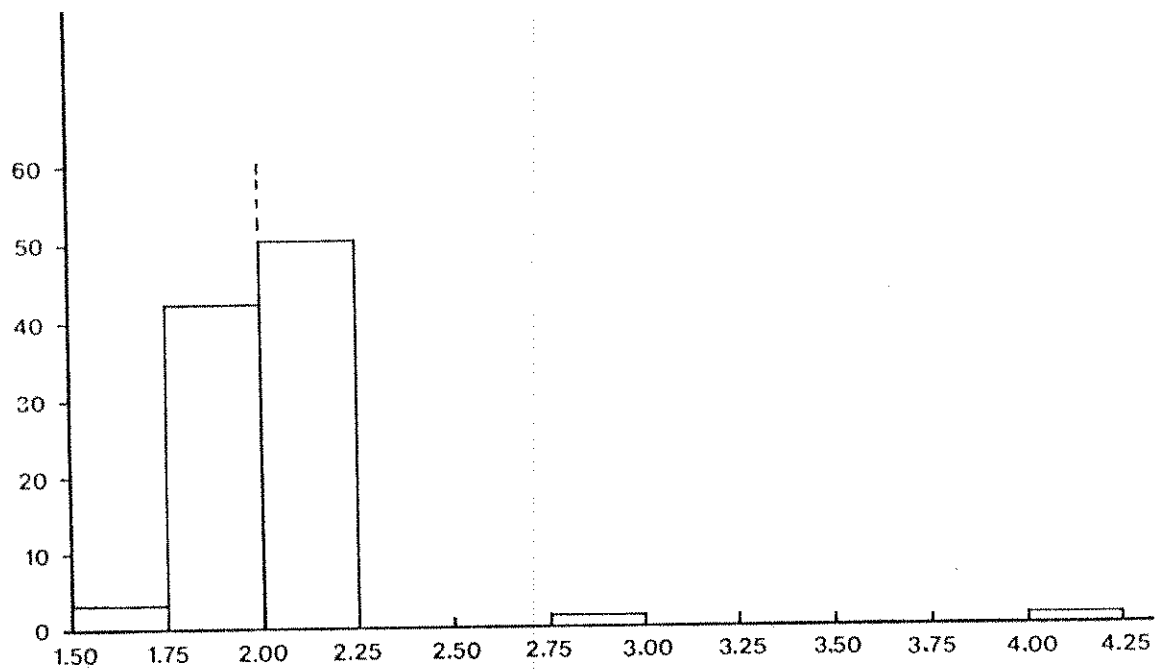


TABELA 2.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Spectro II  
 (Nominal 50 kVp)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
40 — 42	14	23,33
42 — 44	4	6,67
44 — 46	10	16,67
46 — 48	16	26,66
48 — 50	12	20,00
50 — 52	2	3,33
52 — 54	0	0
54 — 56	0	0
56 — 58	1	1,67
58 — 60	1	1,67
TOTAL	60	100,00

FIGURA 2.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Spectro II  
 (Nominal 50 kVp)

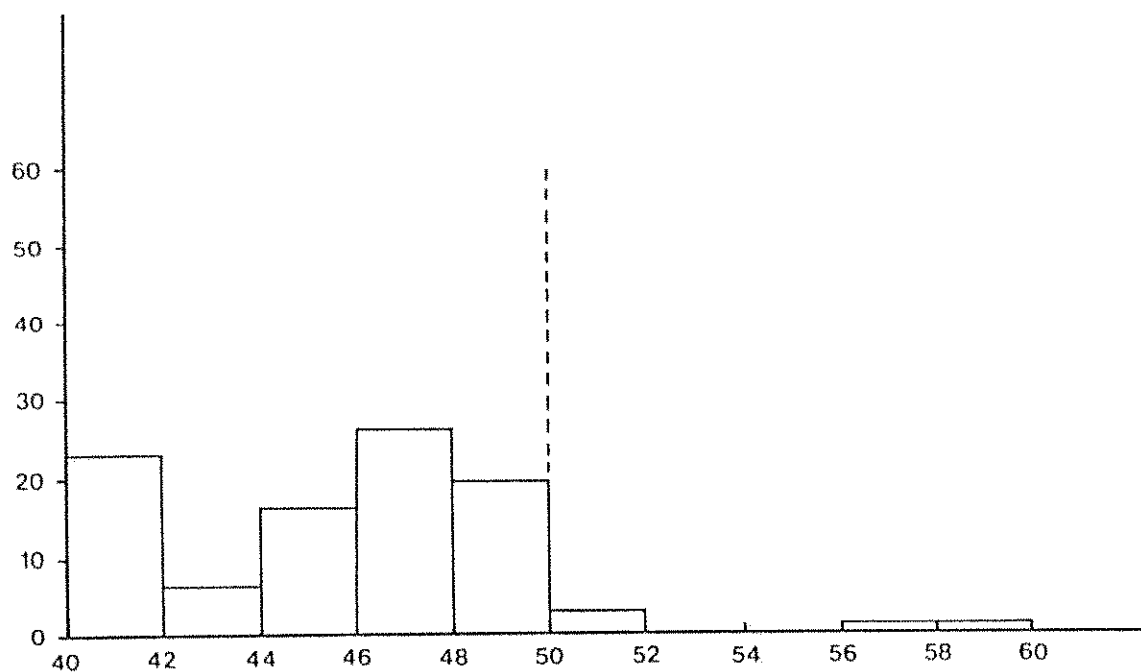


TABELA 3.1  
 Tempo de exposição Dabi-Atlante Trophy  
 (Nominal 2 segundos)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
1,50 — 1,75	0	0
1,75 — 2,00	14	70,00
2,00 — 2,25	6	30,00
2,25 — 2,50	0	0
TOTAL	20	100,00

FIGURA 3.1  
 Tempo de exposição Dabi-Atlante Trophy  
 (Nominal 2 segundos)

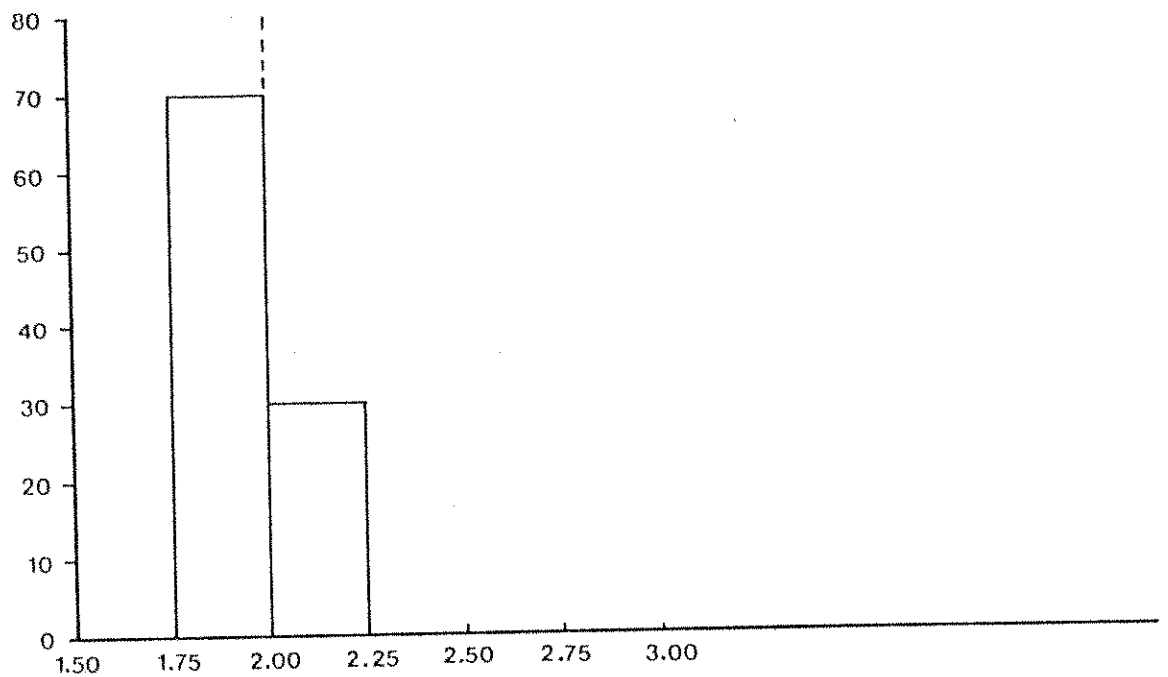


TABELA 3.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Trophy  
 (Nominal 50 kVp)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
40 — 42	3	16,67
42 — 44	1	5,55
44 — 46	5	27,78
46 — 48	3	16,67
48 — 50	3	16,67
50 — 52	2	11,11
52 — 54	1	5,55
TOTAL	18	100,00

FIGURA 3.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Trophy  
 (Nominal 50 kVp)

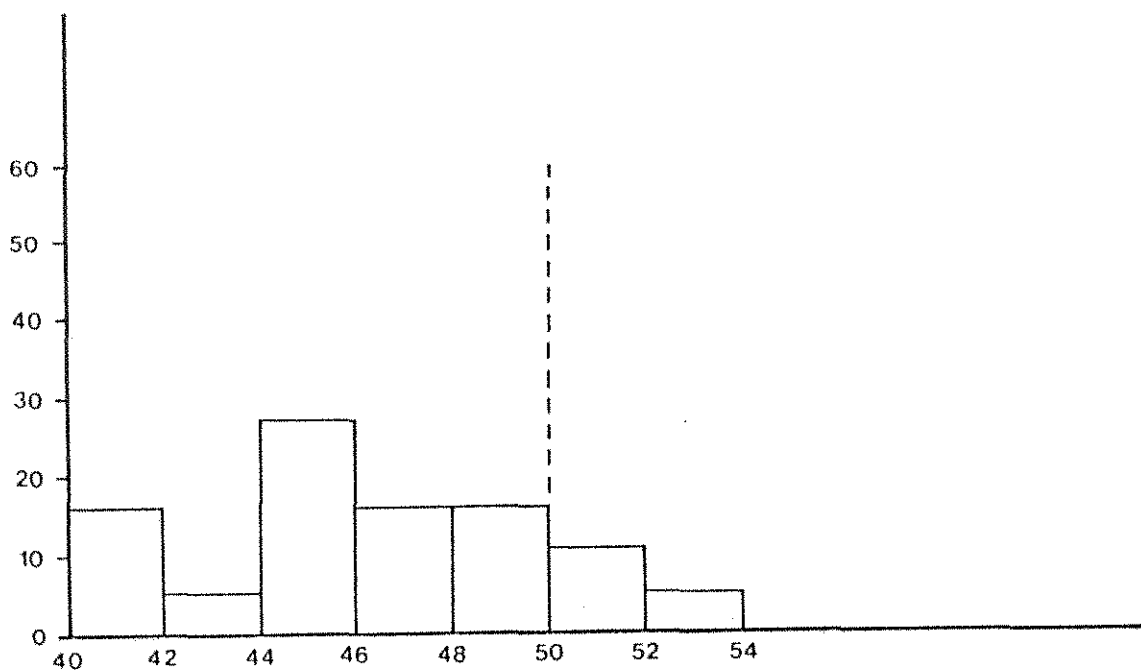


TABELA 4.1

Tempo de exposição Dabi-Atlante Spectro 1070  
(Nominal 2 segundos)

CLASSE	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL
1,25 — 1,50	0	0
1,50 — 1,75	1	10,00
1,75 — 2,00	8	80,00
2,00 — 2,25	1	10,00
2,25 — 2,50	0	0
TOTAL	10	100,00

FIGURA 4.1

Tempo de exposição Dabi-Atlante Spectro 1070  
(Nominal 2 segundos)

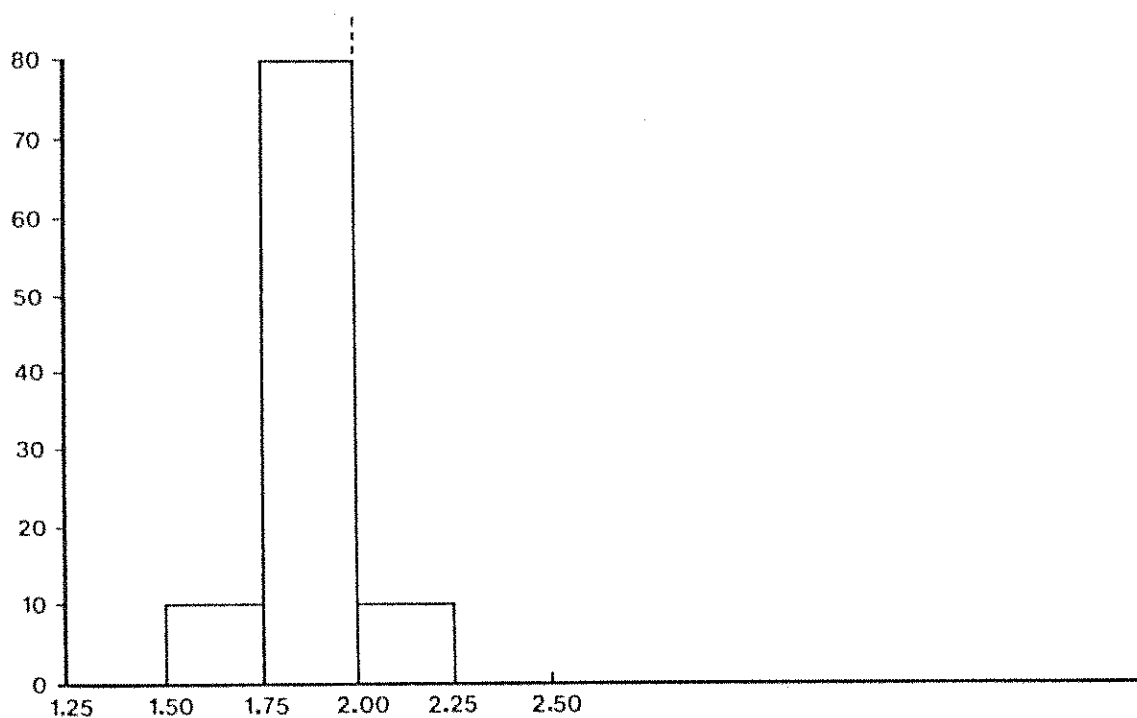
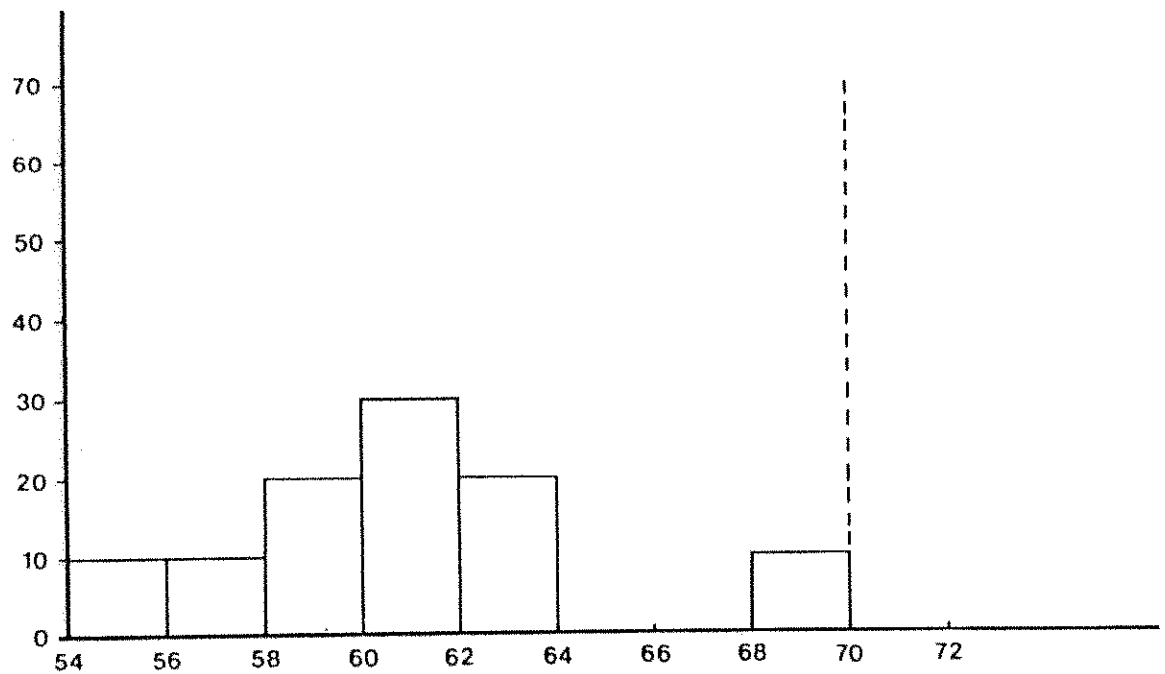


TABELA 4.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Spectro 1070  
 (Nominal 70 kVp)

CLASSE	FREQUENCIA	PERCENTUAL
54 — 56	1	10,00
56 — 58	1	10,00
58 — 60	2	20,00
60 — 62	3	30,00
62 — 64	2	20,00
64 — 66	0	0
66 — 68	0	0
68 — 70	1	10,00
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100,00</b>

FIGURA 4.2  
 Quilovoltagem Dabi-Atlante Spectro 1070  
 (Nominal 70 kVp)

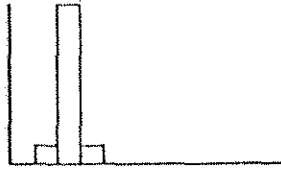
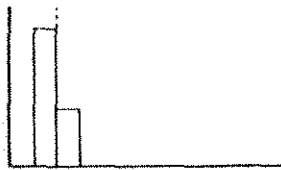
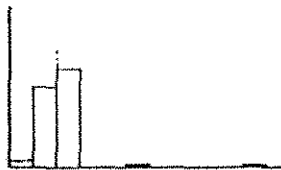
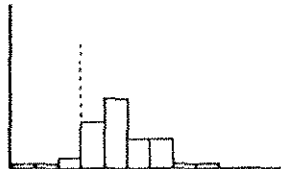


# Histogramas do Tempo de Exposição e da Quilovoltagem Nominal

Tempo de exposição

nominal (2 seg)

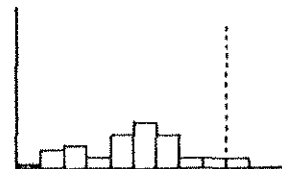
(CTE)



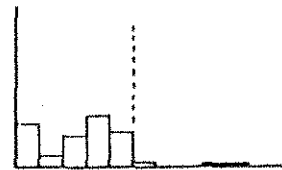
Kilovoltagem

(kVp)

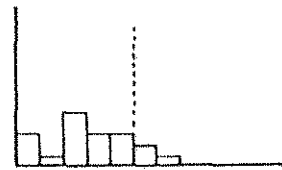
FUNK  
60kVp



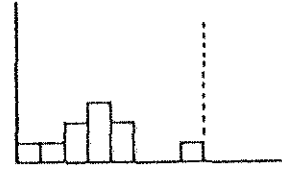
SPECTRO II  
50kVp



TROPHY  
50kVp



SPECTRO 1070  
70kVp





CAPÍTULO VI  
DISCUSSÃO

## DISCUSSÃO

Fundamentados nos resultados obtidos e nas opiniões e conclusões apresentados pelos autores cujos trabalhos constam do capítulo da revista da literatura, realizaremos neste capítulo a discussão do que foi conseguido após o estudo por nós proposto e realizado.

Para facilitar o entendimento dessa análise, faremos, em partes, as nossas observações e comentários a respeito dos conteúdos de trabalhos com íntima relação ao por nós realizado.

Assim, trabalharemos sobre os resultados obtidos, utilizando tabelas e histogramas onde notamos que esses dados se distribuem em torno dos valores nominais, mas nem sempre de forma simétrica.

Não é difícil constatar nos histogramas que as distribuições relativas aos tempos de exposições e quilovoltagem nos diferentes grupos de aparelhos são bastante distintas, isto é, algumas estão concentradas em torno do valor nominal, mas outras apresentam um alto grau de dispersão para a direita ou para a esquerda desse valor.

No que se refere ao tempo de exposição dos aparelhos de raios X estudados, da marca FUNK, modelo X 10 (Tabela 1.1 e Figu-

ra 1.10), verificamos um alto grau de dispersão, com maior incidência para o lado direito do valor nominal no histograma, mostrando que dos 100% dos aparelhos em questão, 66,67% apresentaram um tempo real de exposição acima de 2,25 segundos para um tempo nominal de 2,0 segundos.

Verificamos, também, que somente 22,22% dos aparelhos estudados responderam com um tempo de exposição real igual ou aproximado ao tempo de exposição nominal de 2,0 segundos. Porcentagem esta equivalente a 08 aparelhos e que julgamos bastante baixa em relação ao total de aparelhos estudados.

Outro detalhe observado foi que somente 04 dos aparelhos numa porcentagem de 11,11%, situaram-se abaixo do tempo de exposição nominal.

Esses resultados obtidos com os aparelhos de raios X da marca FUNK, modelo X 10, assemelham-se em muito aos resultados apresentados por UFDEGRAVE e cols<sup>15</sup>, em 1959, quando estudaram a precisão dos marcadores de tempo dos aparelhos de raios X odontológicos, pelo método mecânico e concluíram que essas variações poderiam ser diminuídas em muito se houvesse uma conscientização por parte dos profissionais com referência ao tempo de exposição e frequência maior na manutenção dos aparelhos de raios X.

Com referência aos três modelos de aparelhos da marca Dabi-Atlante, verificamos que existe uma concentração dos dados obtidos em torno do valor nominal com relação ao tempo de exposição, com uma pequena exceção do modelo Spectro II (Tabela 2.1 e Figura 2.1), onde notam-se dois valores discrepantes com relação à concentração dos demais.

Essa concentração nominal verificada nos aparelhos da marca Dabi-Atlante, nos conduzem a uma relação com os trabalhos apresentados por ALVARES & FREITAS<sup>1</sup>, em 1967, cujos resultados, para um tempo de exposição de 2,0 segundos, foram considerados mais aceitáveis, com variações quando se utilizavam tempos de exposição para mais e para menos, deixando nas entrelinhas que talvez faltasse alguma aferição no disparador ou manutenção no conjunto todo. Ainda, outros autores como MELLO et alii<sup>8</sup> e GOLS<sup>4</sup>, finalizaram seus trabalhos concluindo à falta de manutenção dos aparelhos de raios X, e que essa falta de manutenção, e a persistência dos problemas de funcionamento iria resultar na qualidade final da radiografia e sugerem a observação de normas convencionais para o uso de aparelhos de raios X com a finalidade de diminuir os problemas citados.

Na segunda parte do nosso trabalho, verificamos que a quilovoltagem apresentada por todos os modelos estudados mostrou um alto grau de concentração para a esquerda do valor nominal, conforme comprovam os histogramas, indicando com isso que os apa-

relhos de raios X estudados possuem uma quilovoltagem real abaixo da quilovoltagem nominal.

Outros autores como FREECE & JENSEN<sup>12</sup>, em 1983, realizaram estudo para verificar a quilovoltagem efetiva em aparelhos de raios X odontológicos, com desempenho de 70 kVp e verificaram que havia uma variação entre 62 a 77 kVp, isto é, com dispersão para a direita e para a esquerda do valor nominal, praticamente simétrica e dentre esses resultados, detectaram ainda, que 20% do total de aparelhos estudados tinham uma quilovoltagem efetiva correspondente à indicada no próprio aparelho, mostrando com isso resultados bastante diferentes dos obtidos em nosso trabalho.

Considerando que em nossos resultados a quilovoltagem efetiva foi menor, e que os aparelhos estudados trabalham de 50 a 70 kVp, podemos fazer algumas comparações com os resultados apresentados por OISHI & PARFITT<sup>10</sup>, em 1976, que preconizam a utilização dos aparelhos com capacidade de 90 kVp para a obtenção de um melhor contraste na radiografia e o de KORT<sup>5</sup>, em 1969, que já falava que a bochecha absorve 5,6 vezes mais radiação quando usamos aparelhos operando com baixa voltagem, mostrando tanto ele, como os autores anteriores que a oscilação da quilovoltagem resulta numa variação da penetração dos raios X e conseqüentemente, na variação do contraste radiográfico, principalmente no nosso caso, onde a variação concentrou à esquerda da quilovoltagem nominal.

Em função do exposto no parágrafo anterior e dos nossos resultados constantes nos histogramas, surge o conteúdo da pesqui

sa feita por MANSON-HING<sup>6</sup>, em 1961, realizada com o auxílio de pe  
netrômetros de dentina, esmalte e alumínio, onde os autores mos-  
tram que uma oscilação da quilovoltagem nas radiografias odontoló-  
gicas pode resultar numa variação do contraste da dentina e do es  
malte, prejudicando a interpretação da imagem de cada um deles,  
ou da relação esmalte-dentina que são imagens mais radiopacas.

Para finalizar, fundamentado nos resultados por nós con  
seguidos, tanto a dispersão havida nos tempos de exposição dos a-  
parelhos de raios X estudados, quanto a quilovoltagem efetiva  
menor que a preconizada certamente influenciaram no resultado  
final da radiografia. Com isso, citamos ainda que as opiniões de  
PEIXOTO & FERREIRA<sup>11</sup>, em 1982, que sugerem a elaboração de normas  
técnicas para a construção dos aparelhos de raios X odontológi-  
cos, padronizando parâmetros elétricos e geométricos que caracte-  
rize o feixe de raios X incidentes sobre o paciente. E ainda, as  
opiniões de MONSOUR e cols<sup>9</sup>, que realizaram um trabalho na Austrá-  
lia, em 1988, e concluíram que somente 25% dos aparelhos estuda-  
dos eram regularmente ajustados, mais que a inspeção desses apare-  
lhos realizados pelas autoridades da saúde era muito inconstante,  
o que resultava na descalibração dos mesmos com o passar dos tem-  
pos.

O problema maior, aqui, é que as normas técnicas ainda não foram publicadas e talvez nunca as serão e com referência à inspeção dos aparelhos de raios X odontológicos torna-se muito difícil qualquer comentário, haja visto, que nada existe de substancial em todo território nacional.

CAPITULO VIII

RESUMO



CAPÍTULO VII  
CONCLUSÕES

## CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados obtidos na discussão permite nos concluir que:

1. Os aparelhos da marca Funk, modelo X 10, tiveram um desempenho instável quando comparados o tempo de exposição real e o tempo de exposição nominal, mostrando uma maior incidência para os tempos superiores a 2,25 segundos.
2. Os aparelhos da marca Dabi-Atlante, modelo Spectro II, Trophy e Spectro 1070 mostraram um desempenho mais estável do tempo de exposição real quando comparado com o tempo de exposição nominal, pois houve uma maior concentração dos resultados em torno do valor nominal.
3. Para o estudo da quilovoltagem nominal em todos os modelos estudados, houve uma quilovoltagem efetivamente menor que a nominal, com isso mostrando um desempenho aquém do esperado nos aparelhos de raios x odontológicos pesquisados.

4. Os valores discrepantes obtidos tanto para o tempo de exposição quanto para a quilovoltagem sugerem para os aparelhos de raios x odontológicos da marca Funk e Dabi-Atlante, a necessidade de uma verificação técnica em todo o conjunto e após isto, manutenção periódica por técnicos especializados ou credenciados pelos fabricantes.

## RESUMO

O presente trabalho teve o propósito de avaliar o desempenho de aparelhos de raios X odontológicos com relação aos fatores tempo de exposição e quilovoltagem. Foram estudados 127 aparelhos da região sul de Minas Gerais, comercializados pelas firmas Funk e Dabi-Atlante.

Os valores obtidos, tanto do tempo de exposição quanto da quilovoltagem para cada modelo de aparelho de raios X estudado foram organizados em tabelas de distribuição de frequência e apresentados graficamente em histogramas.

Os resultados obtidos, após serem trabalhados, apontaram um desempenho para o tempo de exposição pouco satisfatório para o modelo X 10, comercializado pela firma Funk enquanto que, os aparelhos da firma Dabi-Atlante, modelos Spectro II, Trophy e Spectro 1070, mostraram desempenho satisfatório, quando comparados o tempo de exposição real e tempo de exposição nominal.

Esses mesmos aparelhos tiveram a sua quilovoltagem nominal pesquisada e mostraram, no geral, uma quilovoltagem menor que a preconizada, apontando com isso um desempenho aquém do esperado.

Ao final, é feita sugestão para tentar sanar, pelo menos em parte, as deficiências apresentadas pelos aparelhos no sentido de conscientizar os profissionais da necessidade de sua manutenção periódica.

CAPÍTULO IX  
SUMMARY

## SUMMARY

This work aims at evaluating the performance of dental X-ray machines, concerning the time of exposure and kilovoltage. One hundred and twenty seven X-ray machines in the South of Minas Gerais, sold by Funk and Dabi-Atlante, were studied.

The obtained data, both concerning the time of exposure and kilovoltage for each model of X ray machine were organized in tables of distribution of frequency and presented graphically in the format of histograms.

The obtained results, after being analysed, showed a performance for the time of exposure that left to desire for the X 10 model, sold by Funk, while the Dabi-Atlante machines, Spectro II, Trophy and Spectro 1070 models, showed a satisfactory performance, when the real and the nominal time of exposure were compared.

These machines had their nominal kilovoltage studied and exhibited, in general, a inferior kilovoltage than the pre-recognized one, thus making that little satisfactory performance evident.

At the end of the work suggestion is made in order to solve, at least partially, the flaws found in those machines and also to make the professionals aware of the need of their periodic maintenance.



CAPITULO X  
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALVARES, L. C. & FREITAS, J. A. S. Da imprecisão dos marcadores de tempo em aparelhos de Rx odontológicos. Revta Fac. Odont. S Paulo., 5(3): 275-84, 1967.
02. CURBY, W. A. & WUEHRMANN, A. H. Utilization of constant exposure factors for intraoral roentgenographic studies. J. dent. Res., 32(6): 790-5, 1953.
03. FLETCHER, J. C. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. Oral Surg., 63(1): 94-102, 1987.
04. GOSS, K. The dental exposure normalization. Technique (Dent) program in Alberta J. Can. dent. Ass., 51(5): 361-4, 1985.
05. KORT, W. D. Quantitation of absorbed dose produced at high and low potentials. Oral Surg., 27(3): 344-8, 1969.
06. MANSON-HING, L. R. An investigation of the roentgenographic contrast of enamel, dentine, and aluminium. Oral Surg., 14(12): 1456-71, 1961.

07. MANSON-HING, L.R. Kilovolt peak and visibility of lamina dura breaks. Oral Surg., 31(2): 268-73, 1971.
08. MELO, M.F.B.; FREITAS, A.; ABRAMOWICZ, M. Condições de utilização dos aparelhos de raios X e medidas de prevenção das radiações X, por cirurgiões-dentistas na cidade de São Paulo. Revta Fac. Odont. S Paulo, 23(2): 89-105, 1985.
09. MONSOUR, P.A; KRUGER, B.J; BARNES, A. X-ray equipment used by general dental practitioners in Australia. Aust. dent. J., 33(2): 81-6, 1988.
10. OISHI, T.T. & PARFITT, G.J. Effects of varying peak kilovoltage and filtration on diagnostic dental radiographs. J. Can.dent. Ass., 42(9): 449-52, 1976.
11. PEIXOTO, J.E. & FERREIRA, R.S. Resultados do programa postal de avaliação de exposições em Radiologia Oral na área do Rio de Janeiro. Odont. Mod., 9(3): 23-30, 1982.
12. PREECE, J.W. & JENSEN, C.W. Variations in film exposure, effective kVp, and HVL among thirty-five dental x-ray units. Oral Surg., 56(6): 655- 61, 1983.

13. SPANGENBERG Jr., H.D. & POOL, M.L. A 65 or a 90 kilovolt x-ray machine? Oral Surg., 13(5): 552-65, 1960.
14. SVENSON, B. et alii. Accuracy of radiographic caries diagnosis at different kilovoltages and two film speeds. Swed. dent. J., 9(1): 37-43, 1965.
15. UPDEGRAVE, W.J.; MOHR, R.L.; POTTS, A.J. Accuracy of x-ray timers. Oral Surg., 12(06): 717-22, 1959.
16. WUEHRMANN, A.H. & CURBY, W.A. Radiopacity of oral structures as a basis for selecting optimum kilovoltage for intraoral roentgenograms. J. dent. Res., 31(1): 27-32, 1952.
17. \_\_\_\_\_, & MANLY, R.S. Relation between x-ray tube potential and diagnostic value of dental x-ray film. J. dent. Res., 29(5): 699, 1950.