

POROSIDADE EM ESTRUTURAS METÁLICAS DE PRÓTESES PARCIAIS REMOVÍVEIS: ANÁLISE RADIOGRÁFICA COM APARELHOS ODONTOLÓGICO E INDUSTRIAL

POROSITY IN METALLIC STRUCTURES OF REMOVABLE PARTIAL DENTURES: RADIOGRAPHIC ANALYSIS WITH ODONTOLOGICAL AND INDUSTRIAL APPARATUS

Cristiane Rodrigues de Souza Meroti

Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté
Disciplina de Prótese Dentária da Universidade de Garulhos

Hamilton Navarro

Departamento de Prótese Parcial Removível da Universidade de São Paulo
Disciplina de Prótese Dentária da Universidade de Garulhos

RESUMO

A prótese parcial removível continua a ser muito utilizada para restabelecer a função mastigatória, preservar a integridade dos tecidos, estruturas de suporte e devolver o paciente ao meio social. Neste estudo, observou-se a existência de falhas estruturais nos conectores maiores das armações de prótese parcial removível, por inspeção radiográfica, utilizando um aparelho radiográfico odontológico convencional e um industrial. Vinte armações de prótese parcial removível foram radiografadas com esses dois aparelhos calibrados em 70kVp, 10mA por 2,5s e 90kV, 4mA por 60s, respectivamente. As radiografias obtidas foram analisadas em negatoscópio de alta intensidade. Como resultado, observou-se que grandes falhas são prontamente detectadas pelo exame radiográfico, tanto odontológico como industrial, enquanto que as pequenas podem ser visíveis pela radiografia industrial e não pela odontológica. Concluiu-se que a análise radiográfica odontológica, dentro da metodologia aplicada, não possibilitou a observação de grande parte das falhas, porém, com o aparelho industrial, os defeitos foram detectados.

PALAVRAS-CHAVE: porosidade, prótese parcial removível, observação radiográfica

INTRODUÇÃO

Atualmente, a Odontologia conta com vários recursos para atender os pacientes, com soluções cada vez mais elaboradas em todas as especialidades, desenvolvendo novas técnicas e materiais biocompatíveis. Entretanto, a tecnologia de ponta no tratamento odontológico, muitas vezes, não é acessível à maioria populacional devido ao alto custo envolvido na sua execução.

Dentro dos tratamentos protéticos, a prótese parcial removível (PRR) é a que mais demanda tem em relação à necessidade de grande parte da população que precisa de atendimento odontológico (NAVARRO, 1995 e GALVAN, 2000), tendo suas indicações precisas e também em substituição a tratamentos onerosos, principalmente quando o paciente não possui condições financeiras.

As ligas de ouro constituíram o material de escolha para a confecção das estruturas metálicas de

PPR, até a elevação do seu preço, o que resultou na introdução de ligas, como as de cobalto-cromo (Co-Cr). Essas após terem sido modificadas e melhoradas tanto quanto os procedimentos para sua fundição (MORRIS; ASGAR, 1975), passaram a ter um uso cada vez maior e, atualmente, são as mais utilizadas na fabricação das estruturas metálicas de PPR, apresentando a vantagem de serem mais leves e tão resistentes à corrosão quanto às ligas de ouro, e terem melhores propriedades mecânicas e menor custo (CARREIRO et al. 1999).

No entanto, todas as fundições provavelmente contêm uma certa quantidade de porosidades que devem ser mantidas a uma porcentagem mínima, pois afetam, de forma deletéria, as propriedades físicas da fundição (LEWIS, 1978; PHILLIPS, 1993).

A porosidade pode ser ocasionada por inúmeros fatores. Strickland e Sturdevant (1959) reuniram 23 variáveis como capazes de determinar falhas ou defeitos nas estruturas fundidas. Dentre os fatores que podem afetar sua formação, estão a composição da liga e sua manipulação, nesta última pode-se incluir o desenho da restauração, o método de confecção do canal de alimentação (TODESCAN, 1960), a composição do revestimento, a temperatura da liga e do molde e a técnica de fusão da liga, isto é, pela utilização de maçaricos, dispositivos elétricos ou de indução (PHILLIPS, 1993).

Todos esses fatores citados por Strickland e Sturdevant (1959) podem influenciar na fundição de uma peça metálica causando defeitos ou falhas e dependendo da localização e tamanho destas, irão condenar a peça ao fracasso antes mesmo de sua saída do laboratório ou mais tarde na clínica durante o uso, pois não é realizado um controle de qualidade dessas fundições, em que se observe a parte interna.

Em vista do tempo, esforços e gastos envolvidos na fabricação das próteses, poderia ser benéfico ter um método de detecção de falhas em fundições antecedentes à inserção ou cimentação dessas (PASCOE; WIMMER, 1978)

O método radiográfico parece ser um bom método para detecção de porosidades internas nas estruturas metálicas das próteses parciais, visto que pode ser feito sem que haja necessidade de destruição da peça, além de ser um procedimento de rotina na inspeção radiográfica de fundições industriais (SHELL; MACCORMACK, 1931; SHELL, 1938; PASCOE; WIMMER, 1978; WISE; KAISER, 1979).

Alguns autores (SHELL 1938; SMITH, 1973; LEWIS 1977; 1978; PASCOE; WIMMER, 1978; DHARMAR; RATHSAMY; SWAMINATHAN, 1993) utilizaram-se de filmes e equipamentos de raios-X industriais para radiografar as armações das PPR, utilizando altas quilovoltagens entre 80 a 150kV com longos tempos de exposição, outros (WICTORIN; JULIN; MÖLLERSTEN, 1979; WISE; KAISER, 1979; MATIN; MANDERSON, 1984; KAWAHARA et al., 1984; ELARBI et al., 1985; MELO; LEITÃO, 1987; WANG; BOYLE, 1993; LOW; BEST; MORI, 1994; BRIDGEMAN et al., 1997; AL-MESMAR; MORGANO; MARK, 1999) utilizaram aparelhos médico-odontológico com quilovoltagens menores de 50 a 90 kVp e tempos de exposição e miliamperagem menores também, possibilitando ao clínico fazer as radiografias das armações das PPR em consultório. Tanto autores que utilizaram aparelhos de raios-X industriais como odontológicos, afirmaram que essa inspeção deveria ser uma rotina nos consultórios e, que os gastos a mais, não deveriam ser levados em conta se comparados à reposição do trabalho perdido por falhas internas.

Assim, este estudo teve como objetivo verificar a presença de porosidade nos conectores maiores (CM) das armações de PPR feitas em cobalto-cromo.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas vinte armações de PPR em Cobalto-Cromo, dez superiores e dez inferiores, que foram radiografadas com um aparelho de raios-X odontológico convencional, modelo Spectro 70X (Dabi Atlanti), o qual produz 70kVp, 10mA (Fig.1) Em razão de as ligas de Co-Cr apresentarem alta densidade (8-9g/cm³), radiografou-se com o máximo de tempo disponível no marcador (2,5s), visto que os outros fatores de exposição eram fixos.

As fundições foram colocadas sobre uma tela metálica (tela nº.10 para peneira) de tamanho 11 x 9cm, a qual estava sobre um filme oclusal Kodak Ektaspeed Plus EO-41P (5,7 x 7,6 cm). Dessa forma, ter-se-ia uma sobreposição entre tela e armação, que auxiliaria na localização dos defeitos presentes nesta estrutura, os quais seriam revelados pela radiografia, pois as estruturas metálicas poderiam ser posteriormente seccionadas para futura análise microscópica.

Posicionaram-se as armações de maneira que os retentores extracoronários e os apoios oclusais ficassem o mais próximo possível ao plano do filme, e centralizados em relação a este, de tal forma que o feixe

principal do cilindro do aparelho de raios-X incidisse perpendicularmente ao conjunto, a uma distância de 10cm. (Fig. 1A e 1B)

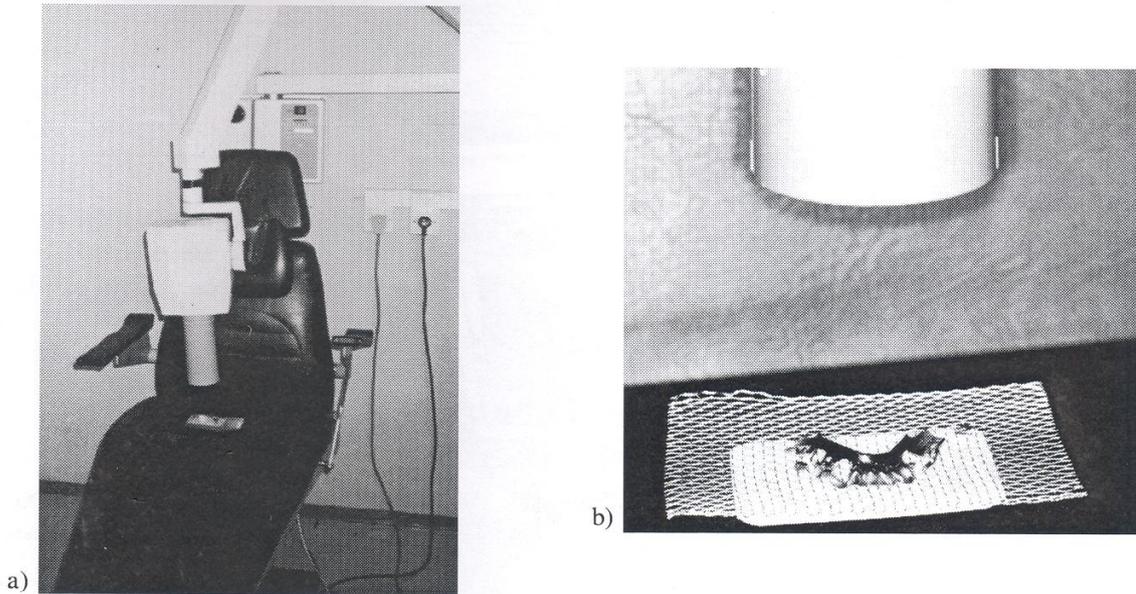


Figura 1 – a) Aparelho de raios-X odontológico convencional, Spectro 70X – Dabi Atlanti. Produz 70kVp e 10mA fixos, pode variar até 2,5 segundos. Nesta figura, podemos observar o posicionamento do aparelho em relação ao filme e armação para a tomada radiográfica. b) Posicionamento do cilindro do aparelho de raios-X sobre o conjunto (armação, número, tela, e filme). Observar os retentores extracoronários e os apoios oclusais posicionados o mais próximo possível do plano do filme e centralizados em relação a este, para que o feixe principal de raios-X incida perpendicularmente ao conjunto

Esses procedimentos foram necessários, pois verificando a literatura (WICTORIN; JULIN; MÖLLERSTEN, 1979), observou-se que havia a formação de uma penumbra nas partes da armação que ficavam distantes do filme, o que não ocorria quando radiografávamos numa vista oclusal, e o conjunto filme-objeto era posicionado de modo que uma perpendicularidade do feixe de raios-X e proximidade da maior parte da armação e do filme era conseguida.

Os filmes foram revelados de forma padronizada, em uma processadora radiográfica automática A/T 2000 XR – Air Techniques.

Para obter as radiografias industriais, utilizou-se a fonte de raios-X do aparelho Andrex, modelo CP 552, (Fig. 2) As armações foram posicionadas, seguindo os mesmos passos para a radiografia odontológica. Entretanto o tempo de exposição foi de 60s com 90kV e 4mA, a uma distância de 61cm do filme, de acordo com estudos realizados por LEWIS (1978), com uma pequena modificação no tempo de exposição que era de 70s, pois este resultava em sobre exposição do filme. Nestas radiografias, foram usados filmes industriais Structurix D7 DW, AGFA Gevaert N.V. (13 x 18cm).



Figura 2 - Aparelho de raios-X industrial, Andrex, Haldansgade 8DK 2300, modelo CP 552, Copenhagen S - Dinamarca, capacidade para produzir 160kV, 10mA e tempo indeterminado de exposição, possuindo ainda potência constante

A revelação dos filmes foi por processamento manual no tanque com revelador G 128 e fixador G 328 da AGFA Gevaert por 4min em cada solução e 5min em água, em seguida passaram pela secadora DR Structurix, AGFA Gevaert N. V.

Análise Radiográfica

As radiografias industriais e odontológicas da mesma armação foram posicionadas uma de cada vez, sobre um negatoscópio de alta intensidade com luz de 1200W Rich Seifert & Co., pois havia interesse no que a radiografia pudesse apresentar em detalhes, os quais poderiam ser perdidos, se a aparelhagem odontológica fosse utilizada.

Para a análise, criou-se um ambiente semi-escuro, utilizaram-se máscaras para cobrir as regiões ao redor da radiografia colocada sobre o negatoscópio, de forma que somente a luz que passava através das radiografias, clareava a sala de interpretação.

Com o auxílio de uma lupa (5X), observamos as radiolucências na estrutura metálica das PPR, anotando o número e localização dos defeitos em seus vários componentes. Nesta fase, encontramos grande dificuldade para delimitar os defeitos e contá-los, pois pequenas radiolucências tinham, na maioria das vezes, contornos difusos e encontravam-se agrupadas.

Após a coleta de dados, testes estatísticos foram aplicados para determinar quais das radiografias odontológicas ou industriais mostravam melhor o defeito. Devido à pequena quantidade de amostras e estas terem sido submetidas às duas análises radiográficas, utilizou-se o teste de comparação entre as médias associado ao teste de hipótese nula e, para tanto, houve a necessidade de se calcularem os valores de t .

RESULTADOS

As radiografias odontológicas mostraram um número limitado de defeitos, os quais puderam ser observados na comparação dos resultados das duas análises na tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de defeitos encontrados nos conectores maiores das armações

Conector maior (CM)	Quantidade de defeitos	
	Radiografias Odontológicas	Radiografias Industriais
Superior	215	364
Inferior	7	108
Total:	222	472

Dos resultados obtidos, verificou-se que grandes defeitos são prontamente detectados, como mostra a radiografia industrial e odontológica da armação nº 16

(Figuras 3 e 4), enquanto que outros pequenos isolados ou agregados nem sempre são visíveis na industrial e não o são na odontológica.

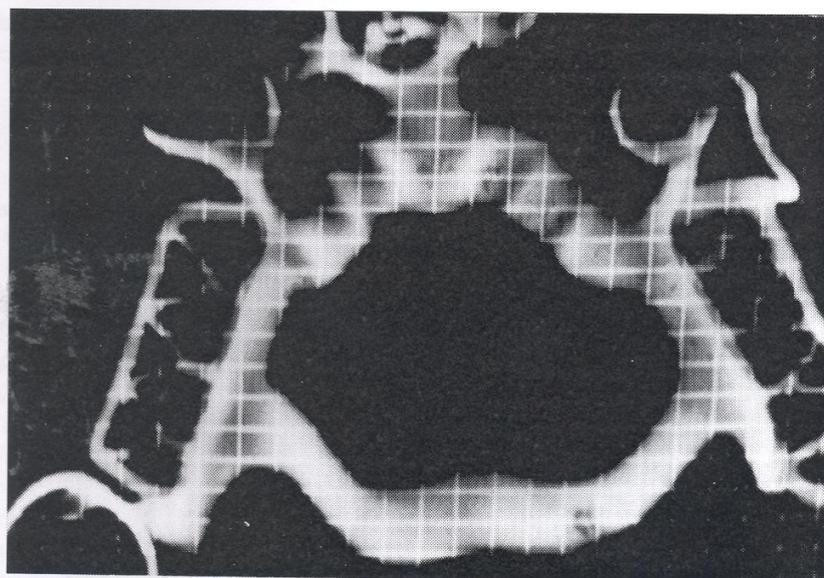


Figura 3 - Radiografia odontológica da armação nº 16 – 70kVp, 10mA e 2,5s. Visualização de um grande defeito no conector maior posterior (seta)

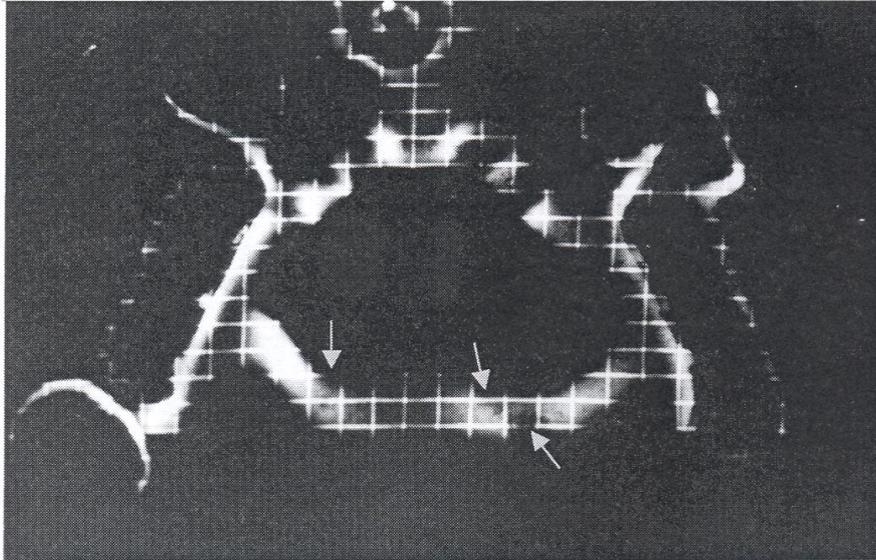


Figura 4 - Radiografia industrial da armação nº 16, onde se observam muito mais radiolúcências indicativas de defeitos comparadas com as odontológicas. As setas indicam radiolúcências de tamanhos variados no conector maior posterior. A exposição foi de 90kV, 4mA e 60s

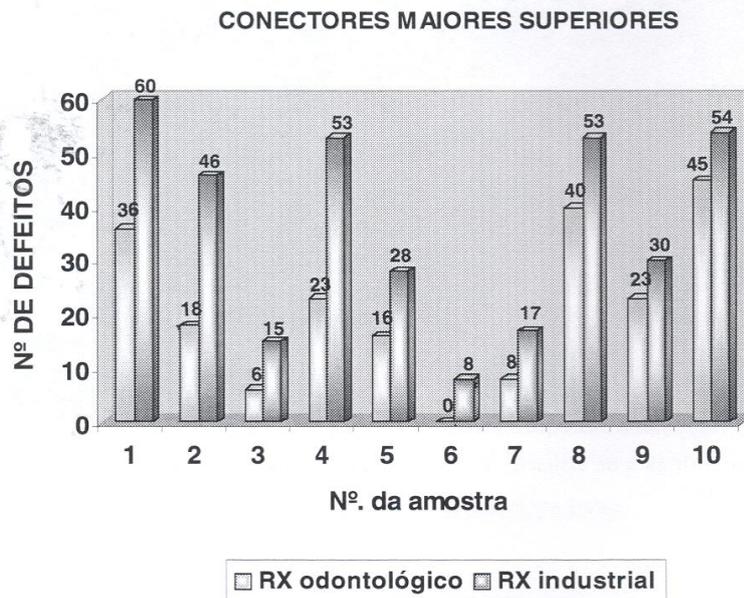


Gráfico 1 – Quantidade de defeitos visualizados nos conectores maiores das amostras superiores, utilizando as radiografias odontológicas e as industriais

CONECTORES MAIORES INFERIORES

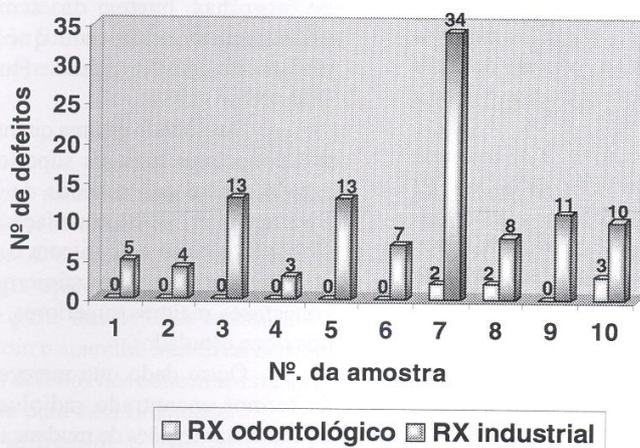


Gráfico 2 – Quantidade de defeitos visualizados nos conectores maiores das amostras inferiores, utilizando as radiografias odontológicas e as industriais

DISCUSSÃO

O exame radiográfico é um método não destrutivo utilizado nas indústrias (SHELL, 1938; WICTORIN; JULIN; MÖLLERSTEN, 1979; HARGRAVES; HOBKIRK, 1982; SCHNEIDER, 1996) para observar defeitos de fundição, como, por exemplo, a porosidade interna. Esse método, segundo Pascoe e Wimmer (1978), Wictorin, Julin e Möllersten (1979), Wise e Kaiser (1979), Matin e Manderson (1984), Kawahara et al. (1984), Elarbi et al. (1985), Melo e Leitão (1987), Wang e Boyle (1993), Low, Best e Mori (1994), Bridgeman et al. (1997), Al-Mesmar, Morgano e Mark (1999), poderia ser aplicado na odontologia com sucesso, prevenindo futuras fraturas e fracassos dos trabalhos protéticos.

Observamos que as radiografias industriais por utilizarem uma quilovoltagem e um tempo de exposição maior, revelam uma grande quantidade de falhas da estrutura metálica, no entanto, defeitos pequenos dependerão da espessura de metal que os envolve para serem revelados. Assim, o exame radiográfico está na dependência do tamanho do defeito e da espessura de metal com que o mesmo se encontra relacionado (LEWIS, 1977) e, ainda, à quantidade de kV e mAs

utilizados, para que se possa afirmar se as pequenas falhas que poderiam influenciar em determinada área, aparecem na radiografia ou não, lembrando, ainda, que, para isso, o feixe principal do aparelho de raios-X deve estar perpendicular à área de interesse (ELARBI et al., 1995; WANG; BOYLE, 1993) e o aparelho calibrado para aquela espessura de metal. Concordando com esta afirmação, Melo e Leitão (1987) descreveram uma fórmula que permitia calcular a intensidade de radiação necessária para uma determinada espessura de material. No entanto, a utilização da fórmula deve ser para materiais com espessura e homogeneidade relativamente constantes. No caso das PPR, esses autores concordam ser difícil a aplicação dessa fórmula, recorrendo a ensaios para determinar a intensidade correta.

Para a análise das radiografias, os autores Smith (1973), Lewis (1977), Pascoe e Wimmer (1978), Wictorin, Julin e Möllersten (1979), Elarbi et al. (1985), Low, Best e Mori (1994) concordam que um negatoscópio com luz de alta intensidade, uma lupa e máscaras devem ser usados em uma sala semi-escura, o que estaria em consonância com o que realizamos.

O grande número de falhas apresentadas por algumas armações estudadas, corroborado com radiolucências agrupadas, com variação na densidade e contornos difusos, dificultaram a delimitação e,

conseqüentemente, a contagem de cada uma. A distinção dos defeitos internos e externos, também, foi um procedimento difícil relatado por Lewis (1978b) e Dharmar et al. (1993), assim sendo, a análise foi feita sem a preocupação dessa separação, pois os defeitos tanto internos como externos poderiam comprometer a estrutura da PPR.

Observamos que a maioria dos autores (WICTORIN; JULIN; MÖLLERSTEN, 1979; WISE; KAISER, 1979; HARGRAVES; HOBKIRK, 1982) que indica a radiografia odontológica com resultados próximos aos industriais para análise das estruturas metálicas das PPR, utiliza uma aparelhagem odontológica que não corresponde à capacidade do aparelho convencional que encontramos em nossas clínicas, pois são aparelhos que emitem mais de 80kV ou mais de 10mA, ou ainda, tempo de exposição maior que 4s, parecendo-se mais com aparelhos médicos, ou com aqueles utilizados para radiografias extrabucais.

Autores como Wictorin, Julin e Möllersten (1979) e Melo e Leitão (1987) propuseram uma forma de avaliação da qualidade das PPR, usando aparelhos de raios-X dentários, com técnicas que empregavam 70kVp, 15mA e 2s (30mAs) e 70kVp, 12mA, de 0,6s a 1,9s (9mAs a 22,8mAs) respectivamente. Estas técnicas ficavam relativamente próximas à potência de nossos aparelhos, motivando-nos a verificar a possibilidade do uso desses em nossa rotina. Porém, conferindo os resultados obtidos com os dois aparelhos, não foi isso que conseguimos.

Observando a tabela 1, verificamos que, nas radiografias industriais, 472 radiolucências foram encontradas no conector maior das vinte amostras estudadas, revelando a pouca exposição obtida com as radiografias odontológicas que mostraram apenas 222 radiolucências. A pouca espessura em determinadas regiões ficava em grande parte, ou em sua totalidade, radiolúcidas nas radiografias industriais, impossibilitando a observação de defeitos; já, nas odontológicas, a menor exposição era apropriada para essa região e, assim, os defeitos eram revelados.

Esse achado vai ao encontro dos estudos de Kawahara et al. (1984), quando concluíram que era extremamente difícil detectar os defeitos internos em todas as partes da armação com uma única radiografia, devida às suas formas complicadas e variação de espessura, indicando uma técnica de no mínimo três exposições, com alteração na quilovoltagem de 50, 60 e 70kVp, o que está de acordo com Smith (1973) e Mattila

(1964), que afirmaram serem necessárias, ao menos, duas projeções de cada caso, para evitar a sobreposição de algumas partes da armação sobre outras, procedimento este com que estamos de acordo, juntamente com Hargraves e Hobkirk (1982) e Matin e Manderson (1984).

O resultado de uma quantidade maior de defeitos nos conectores maiores superiores encontrados neste estudo, difere dos achados de Dharmar, Rathsam y Swaminathan (1993), em relação ao número de defeitos. Contudo, está de acordo com o de Elarbi et al. (1985), os quais obtiveram um número maior de defeitos nos conectores maiores superiores, com cerca de 41,67% dos doze estudados.

Outro dado que merece referência, foi o fato de termos encontrado radiolucências indicativas de defeitos, nas regiões de mudanças abruptas na espessura da secção transversal da estrutura metálica de algumas PPR, o que vai de acordo com a literatura, pois Lewis (1978), (1979); Melo e Leitão (1987); e Dharmar, Rathsam y Swaminathan (1993), também observaram falhas nesses locais.

Apoiados na afirmação de Smith (1973), quando enfatiza que a técnica radiográfica deve ser adequada, para mostrar qualquer problema que exista, pois uma radiografia que não revela todos os defeitos é pior do que nenhuma; fizemos a comparação dos resultados entre as radiografias obtidas com os aparelhos industriais e odontológicos convencionais e observamos que dentro das condições específicas deste estudo, não é recomendado o uso de aparelhagem odontológica convencional para tal finalidade, visto que, somente algumas radiolucências foram mostradas, isto é, só quando os defeitos eram grandes ou havia pouca espessura do metal é que se observavam as falhas. O aparelho odontológico não permite, como os industriais, variar a quilovoltagem e a miliamperagem, e possui um marcador de tempo que não permite compensar a defasagem anterior, chegando, alguns aparelhos que pesquisamos, a no máximo 3,2 segundos. Assim, utilizamos o limite normal do aparelho que se apresentava em maior quantidade, 70kVp, 10mA e 2,5s.

Novos estudos devem ser realizados, não só para encontrar novas técnicas de controle de qualidade das fundições em odontologia, como também para analisar o tipo de defeito, tamanho e localização que poderiam ser aceitos ou levariam a fundição a ser rejeitada, considerando o material e a tensão que essa região

sofrerá durante o uso. Com a criação dessas normas, seria mais fácil encontrar métodos de avaliar a qualidade das fundições (comunicação pessoal do Engenheiro Mecânico, Dr. Leopoldo Bruck – Supervisor de ensaios não destrutivos da empresa aérea VASP).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesse experimento, parece não concluir que:

- O aparelho de raios-X odontológico convencional dentro da metodologia aplicada não possibilitou a observação de grande parte dos defeitos estruturais.
- A técnica utilizada com o aparelho industrial permitiu observar a maioria dos defeitos nos conectores maiores, mostrando-se eficiente para essa finalidade.
- Conforme testes aplicados e estatisticamente analisados com nível de confiança de 95%, a radiografia industrial mostrou melhor os defeitos que a radiografia odontológica.

ABSTRACT

The removable partial denture continues to be very used to reestablish the masticatory function, to preserve the integrity of the tissue and support structures and to return the patient to the social way. In this study, the existence of structural flaws was observed in the major connectors of the frames of removable partial denture, for radiographic inspection, using conventional odontological and industrial apparatus. Twenty frames of removable partial denture were examined by the radiographic with 70kVp, 10mA and 2.5 s and 90kV, 4mA and 60 s in a conventional odontological apparatus and in an industrial one, respectively. The obtained radiographs were analyzed with a high-intensity illuminator. It was observed that great flaws are detected quickly by the radiographic exam, as much odontological as industrial, while the small ones can be visible for the industrial x-ray but not for the odontological. It was concluded that the odontological radiographic analysis didn't make it possible to observe great part of the flaws onto this applied methodology, although with the industrial equipment the defects were detected.

KEY-WORDS: porosity, removable partial denture, radiographic observation

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-MESMAR, H. S.; MORGANO, S. M.; MARK, L. E. Investigation of the effect of three sprue designs on the porosity and the completeness of titanium cast removable partial denture frameworks. *J. Prosthet. Dent.*, v. 82, n. 1, p. 15-21, Jul. 1999.

BRIDGEMAN, J. T. et al. Comparison of titanium and cobalt-chromium removable partial denture clasps. *J. Prosthet. Dent.* v. 78, n. 2, p. 187-193, Aug. 1997.

CARREIRO, A. F. P. et al. Avaliação da fundibilidade de uma liga de cobalto-cromo. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v. 13, n. 2, p. 119-125, abr./jun. 1999.

DHARMAR, S.; RATHSAMY, J.; SWAMINATHAN, T. N. Radiographic and metallographic evaluation of porosity defects and grain structure of cast chromium cobalt removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.* v. 69, n. 4, p. 369-373, Apr. 1993.

FIARRI, E. A. et al. Radiographic detection of porosities in removable partial denture castings. *J. Prosthet. Dent.* v. 54, n. 5, p. 674-677. Nov. 1985.

GALVAN, R. *Descanso de resina composta pré-moldada, confeccionada em modelo de trabalho e aderido ao esmalte para apoio em PPR: viabilidade clínica*. 2000. 58 f. Tese (Doutorado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HARGRAVES, J.; HOBKIRK, J. A. Casting defects in subperiosteal implants: an X-ray investigation. *J. Dent.*, v. 10, n. 1, p. 1-6, 1982.

KAWAHARA, H. et al. Radiographic observation of the internal porosities in castings of high fusible base alloy. *Dent. Mater. J.* v. 3, n. 1, p. 71-84. June 1984.

LEWIS, A. J. Porosity in base metal partial denture casting alloys, related industrial alloys, and pure metals. *Aust. Dent. J.* v. 22, n. 3, p. 208-211. June 1977.

LEWIS, A. J. Radiographic evaluation of porosities in removable partial denture castings. *J. Prosthet. Dent.* v. 39, n. 3, p. 278-281. Mar. 1978.

LEWIS, A. J. A metallographic evaluation of porosity occurring in removable partial denture castings. *Aust. Dent. J.* v. 24, n. 6, p. 408-411. Dec. 1979.

LOW, D.; BEST, H.; MORI, T. An experimental model for the assessment of titanium denture casting techniques. *Dent. Mater. J.* v. 13, n. 1, p. 103-109. June 1994.

MATIN, K. A.; MANDERSON, R. D. The influence of sprue design on cobalt chromium alloy casting defects. *J. Dent.* v. 12, n. 2, p. 175-182. June 1984.

MATTILA, K. A roentgenological study of internal defects in chrome-cobalt implants and partial dentures. *Acta. Odont. Scand.* v. 22, n. 2, p. 215-228. June 1964.

MELO, J. J. F. P.; LEITÃO, J. G. M. Avaliação radiográfica de fundições em cromo cobalto. *Rev. Port. Estomatol. Cir. Maxilofac.* v. 28, n. 2-4, p. 95-100. Apr./Dec. 1987.

MORRIS, H. F.; ASGAR, K. Physical properties and microstructure of four new commercial partial denture alloys. *J. Prosthet. Dent.*, v. 33, n. 1, p. 36-46, Jan. 1975.

NAVARRO, H. *Avaliação e estudo inerente à construção de próteses parciais: removíveis, fixas convencionais e adesivas, através de pesquisas realizadas em laboratórios de próteses.* São Paulo, 1995. 272 f. Tese (Livre Docência em Prótese Parcial Removível) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PASCOE, D. F.; WIMMER, J. A radiographic technique for the detection of internal defects in dental castings. *J. Prosthet. Dent.* v. 39, n. 2, p. 150-157. Feb. 1978.

PHILLIPS, R. W. *Skinner Materiais Dentários.* Trad. de Júlio Jorge D'Albuquerque Lossio. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 208-222p.

SCHNEIDER, R. Metals used to fabricate removable partial denture frameworks. *J. Dental Technol.*, v. 13, n. 2, p. 35-42, Mar. 1996.

SHELL, J. S. *Hodgen-Shell Dental Materials.* St. Louis: Mosby, 1938. p. 66-69

SHELL, J. S.; MACCORMACK, D. Roentgenographic examination of dental gold alloys. *J. Amer. Dent. Ass.*, v. 18, n. 11, p. 2193-2194, Nov. 1931.

SMITH, N. J. D. Radiographic testing of metal castings for use in dental implants. *J. Prosthet. Dent.*, v. 30, n. 3, p. 335-358, Sept. 1973.

STRICKLAND, W. D.; STURDEVANT, C. M. Porosity in full cast crown. *J. Am. Dent. Ass.*, v. 58, p. 69-78, Apr. 1959.

TODESCAN, R. *Contribuição ao estudo da porosidade nos aparelhos parciais móveis.* 1960. 84 f. Tese (Livre Docência em Prótese Dentária) – Faculdade de Farmácia e Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

WANG, R. R.; BOYLE, A. M. A simple method for inspection of porosity in titanium castings. *J. Prosthet. Dent.* v. 70, n. 3, p. 275-276, Sept. 1993.

WICTORIN, L.; JULIN, P.; MÖLLERSTEN, L. Roentgenological detection of casting defects in cobalt-chromium alloy frameworks. *J. Oral Rehabil.* v. 6, n. 2, p. 137-146. Apr. 1979.

WISE, H. B.; KAISER, D. A. A radiographic technique for examination of Internal defects in metal frameworks. *J. Prosthet. Dent.* v. 42, n. 5, p. 594-595. Nov. 1979.