



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA**

JUSSARA DA SILVA BARBOSA

ANÁLISE DE FRATURA DE INFRAESTRUTURAS METÁLICAS DE PPR

CAMPINA GRANDE - PB

2016

JUSSARA DA SILVA BARBOSA

ANÁLISE DE FRATURA DE INFRAESTRUTURAS METÁLICAS DE PPR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Odontologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. José Renato Cavalcanti de Queiroz.

CAMPINA GRANDE - PB

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B238a Barbosa, Jussara da Silva.
Análise de fratura de infraestruturas metálicas de PPR
[manuscrito] / Jussara da Silva Barbosa. - 2016.
21 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia)
- Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas
e da Saúde, 2016.
"Orientação: Prof. Dr. José Renato Cavalcanti de Queiroz,
Departamento de Odontologia".

1. Prótese Parcial Removível. 2. Cobalto-Cromo. 3. Fratura
de infraestruturas metálicas. 4. Fractografia. I. Título.
21. ed. CDD 617.69

JUSSARA DA SILVA BARBOSA

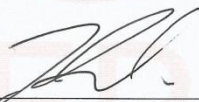
ANÁLISE DE FRATURA DE INFRAESTRUTURAS METÁLICAS DE PPR

Artigo apresentado ao curso de Odontologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.


Área de concentração: Prótese Dentária

Aprovada em: 03/08/2016.

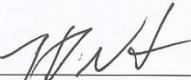
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Renato Cavalcanti de Queiroz. (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Msc. Sílvio Romero do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. João Paulo da Silva Neto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho aos meus pais, **João Medeiros Barbosa Neto** e **Eliane da Silva**, motivos da minha persistência e por serem a razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador Prof. Dr. José Renato Cavalcanti de Queiroz, por toda atenção, compreensão e amizade, minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. João Batista da Costa Agra de Melo, por ser tão solícito e por contribuir significativamente com esta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

À minha querida amiga e colega de turma Elisa Diniz de Lima, por sua amizade e por toda dedicação e empenho na construção deste trabalho.

Ao meu amor Luís Gustavo Barros de Alcântara, por todo carinho, atenção e compreensão.

Ao meu querido avô Luís Isidro da Silva e ao meu tio José Patrício da Silva (*in memoriam*), embora fisicamente ausentes, sempre estarão presentes em meu coração. Serei sempre grata por todo o apoio que me foi dado.

À minha doce amiga e dupla Luana Wanderley de Souza, pelo companheirismo e amizade, e por fazer com que todos esses anos de curso se tornassem mais leves e agradáveis. Sei que nossa amizade se estenderá por muitos e muitos anos. Agradeço de coração!

Ao meu querido amigo Diego Filipe Bezerra Silva, pelo grande apoio e amizade, e por ser essencial para minha aprovação no mestrado. Amizade construída desde o cursinho preparatório para o vestibular, e da qual levarei por toda a vida. Agradeço infinitamente.

Às minhas amadas amigas Racklayne Ramos Cavalcanti e Renaly Ivyna de Araújo Rêgo, por todos os momentos compartilhados e por tantos anos de amizade, acompanhado sempre minha trajetória acadêmica, minha eterna gratidão.

A todos os meus amigos de turma, principalmente Francisca Tamires da Silva, Cleice Barbosa Bezerra, Silmara Matias, Carolina Magna, Giderlania Brito e Vitória Doulavince, obrigada pela linda amizade.

Agradeço imensamente as minhas admiráveis Profas. Dras. Waldênia Pereira Freire e Darlene Cristina Ramos Eloy Dantas pela amizade, paciência e por todas as oportunidades dadas para o meu enriquecimento profissional.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	METODOLOGIA.....	08
2.1	Descrição dos casos.....	09
2.2	Preparo das amostras.....	10
2.3	Análise da fratura em MEV e EDS.....	10
3	RESULTADOS.....	10
4	DISCUSSÃO.....	15
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
	REFERÊNCIAS.....	19

ANÁLISE DE FRATURA DE INFRAESTRUTURAS METÁLICAS DE PPR

Jussara da Silva Barbosa¹

RESUMO

Os eventos de fratura constituem uma das causas de insucesso em relação aos componentes metálicos da PPR e podem ser provenientes de defeitos estruturais ou de fadiga do material. A fractografia é a ferramenta apropriada para analisar estes fracassos. Esta pesquisa teve como objetivo investigar, por meio deste método de análise, dois casos de insucesso de próteses removíveis relacionados à fratura de infraestruturas metálicas. Com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura (MEV) e de um espectroscópio por energia dispersiva de raios-x (EDS), as superfícies de fratura foram analisadas a fim de identificar a origem destas fraturas e entender os mecanismos envolvidos neste processo. Após identificação da origem da fratura, a fractografia apontou a fadiga do material como possível causa para o primeiro caso e erro no processo de fundição para o segundo caso. A fractografia é um importante método para diagnóstico de fraturas em infraestruturas metálicas de PPRs e se mostrou eficiente como instrumento pericial.

Palavras-chave: Prótese Parcial Removível. Cobalto-Cromo. Falhas.

1 INTRODUÇÃO

Durante anos, o material de escolha para a confecção das infraestruturas metálicas de Próteses Parciais Removíveis (PPRs) foram as ligas à base de ouro, porém estas possuíam a desvantagem de custo do material. Por esta razão, a partir de 1930, Erdle e Prange passaram a utilizar ligas metálicas de Co-Cr (Cobalto-Cromo) para confecção de infraestruturas de PPRs, sendo uma das ligas mais utilizadas para esta finalidade até os dias atuais (HENRIQUES, 1995; MIRANDA, 2014).

As ligas metálicas de Cr-Co apresentam propriedades como boa rigidez, baixa densidade (leves), alto módulo de elasticidade oferecendo maior resistência à deflexão em dimensões estruturais menores, biocompatibilidade, baixo custo, resistência à descoloração em relação às ligas de ouro e a técnica de fundição, e de fácil manuseio laboratorial (ANUSAVICE, 1998; KLIEMANN, 1999).

É importante ter conhecimento sobre as propriedades mecânicas dos componentes metálicos da PPR, para que eles possam desempenhar suas funções sem sofrer deformações plásticas ou fraturas, pois, embora raros, os eventos de fratura constituem

¹ Aluno de Graduação em Odontologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
Email: barbosajsara@gmail.com

uma das causas de insucesso em relação aos componentes metálicos da PPR (FIORI, 1993). Nestes casos, o sucesso e completo desempenho biomecânico das PPRs dependem também do planejamento adequado, principalmente no que concerne a escolha do tipo de conector maior ideal e das suas corretas dimensões visto que este é o responsável por unir todos os elementos constituintes da PPR, os quais devem funcionar em harmonia (ZAVANELLI, 2006).

Alguns autores descreveram exemplos de defeitos estruturais que podem causar falhas na PPR, como porosidades e inclusões, impostos pelas técnicas de fundição, ajustes mecânicos a frio, falta de cuidado do usuário na colocação e remoção dos aparelhos e má arquitetura da infraestrutura metálica (LEWIS, 1978; NOORT e LAMB, 1984; BEM-UR, 1986). Ainda, a seleção, o planejamento e o processamento dos materiais de forma inadequada, ou sua má utilização também contribuem para a incidência de falhas estruturais (CALLISTER, 2008).

Diante desse contexto, é de fundamental importância a análise de casos de fraturas em componentes metálicos de PPRs para tentar elucidar os possíveis tipos e causas desses insucessos. Para os casos de fratura, a fractografia é indiscutivelmente a ferramenta mais valiosa disponível para analisar estes fracassos (WOUTERS, 1997; PARRINGTON, 2002).

Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar por fractografia casos de fratura de infraestruturas metálicas de PPRs à base de Cr-Co, buscando elucidar os possíveis tipos e causas destas falhas.

2 METODOLOGIA

Foi realizada fractografia em infraestruturas metálicas de dois pacientes, sendo o primeiro deles da clínica de Prótese da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o segundo da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). No primeiro caso (caso 1- área de junção entre conector menor e maior), o paciente apresentou sua PPR fraturada na clínica. Já no segundo caso (caso 2- conector maior), a infraestrutura metálica do paciente fraturou no momento da prova, macroscopicamente suspeitou-se que houve possível contaminação da liga no momento da fundição.

Foram utilizados os seguintes métodos: análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV); e ensaio de espectroscopia por energia dispersiva de raios-x (EDS).

Primeiramente, foi realizado o exame microscópico utilizando-se o MEV, a fim de identificar a origem e os possíveis tipos de fratura presentes nas interfaces, pois o MEV possui resolução e profundidade de campo superiores às do microscópio óptico, sendo essas características necessárias para revelar os detalhes topográficos das superfícies das fraturas (CALLISTER, 2008). Adicionalmente, ensaio de EDS com auxílio de uma microsonda acoplada ao microscópio eletrônico de varredura, para mapeamento químico elementar.

2.1 Descrição dos casos

Caso 1: Paciente A.L.S., 73 anos, sexo masculino compareceu à clínica de Prótese com PPR anteriormente confeccionada no serviço, em uso há 20 meses. Paciente era desdentado total superior (usuário de Prótese Total) e arco inferior do tipo Classe III, modificação 1 de Kennedy, reabilitado com PPR. No relato do mesmo, a PPR inferior estava bem adaptada e em uso, mas sentiu, após mastigar alimento duro, que a mesma havia quebrado. Na análise da prótese trazida pelo paciente verificou-se que a fratura tinha ocorrido na área de junção entre o conector menor e maior do último pilar (na região mesial do elemento 37). Após verificação da fratura, o paciente foi novamente reabilitado com PPR no arco inferior, solicitando-se ao Técnico em Prótese Dentária (TPD) que ampliasse as dimensões dos componentes posicionados nessa área (apoio, conector menor e grampo de oposição). O paciente recebeu a nova prótese e encontra-se em proservação, sem relatos de complicações.

Caso 2: Paciente M.E.F.R, 40 anos, sexo feminino, compareceu a clínica de Prótese da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) utilizando PPRs com estética e oclusão desfavoráveis, sendo necessária a confecção de novas próteses. No arco superior, a paciente se enquadrou na classe III de Kennedy modificação 1. Já no arco inferior, se enquadrou na classe II modificação 3 de Kennedy. Foram realizados procedimentos restauradores e exame radiográfico nos dentes de suporte para fins protéticos. Em seguida, a paciente passou pelas fases de confecção da PPR até que na prova da armação metálica, esta fraturou. E uma nova peça foi confeccionada para a paciente.

2.2 Preparo das amostras

As peças metálicas fraturadas foram cortadas com disco de carborundum, em baixa rotação, para facilitação dos ensaios, em um local distante da área da fratura. Para limpeza da fratura, as peças foram lavadas com acetona, por ser um produto bastante volátil, em seguida, secadas com leves jatos de ar da seringa tríplice, a fim de não danificar a superfície da fratura.

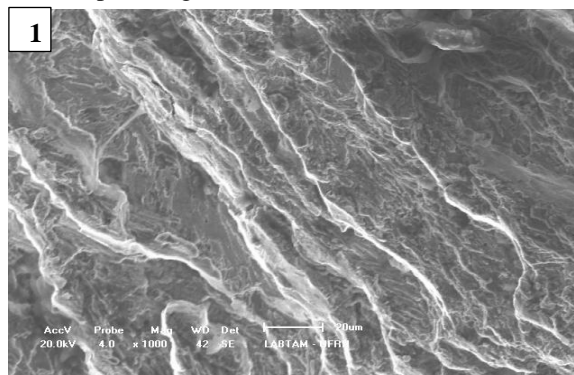
2.3 Análise da fratura em MEV e EDS

Para análise microscópica, foi utilizado o MEV, a fim de identificar a origem e os possíveis tipos de fratura presentes nas interfaces, através de marcas contidas na superfície, como também as possíveis causas. O ensaio de EDS serviu para identificar o teor dos principais elementos químicos que compõem essas ligas metálicas.

3 RESULTADOS

A análise fractográfica realizada pelo MEV mostrou, no caso 1, que a fratura ocorreu por fadiga (Figura 1), pois a superfície do material apresentou ‘marcas de praia,’ que são linhas visíveis de forma semi-elíptica, que caracterizam esse tipo de falha.

Figura 1: ‘Marcas de praia’ características de fratura causada por fadiga. Aumento de 1000x.

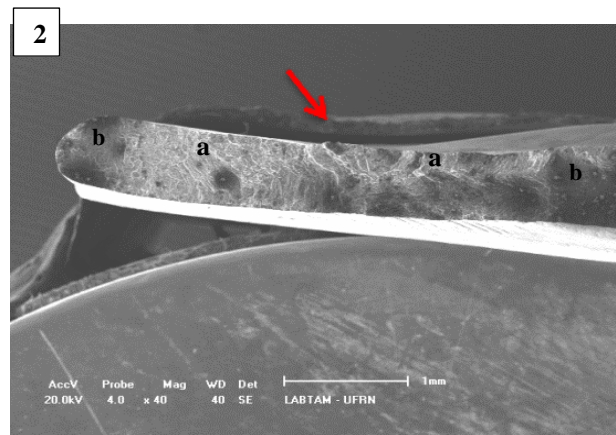


Fonte: MEV UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

No caso 1 (Figura 2), as estrias da área de junção entre conector menor e maior estão dispostas de forma a indicar a direção de propagação da fratura a partir da região identificada como sendo o início da falha (Figuras 2.1). Em determinada região, a

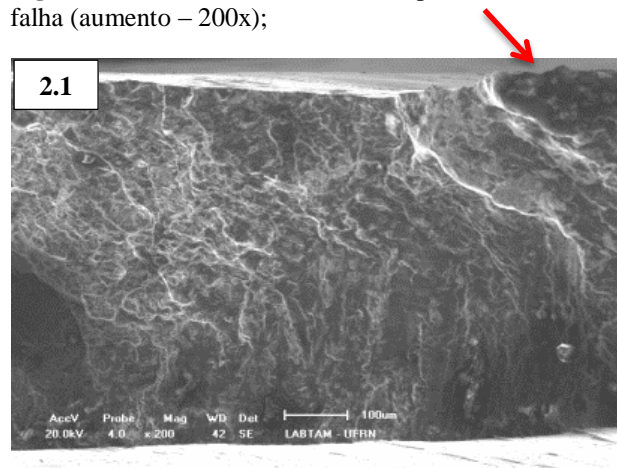
superfície apresentou uma aparência rugosa criada por uma coalescência microalveolada (microcavidades / “dimples”), caracterizando um tipo de fratura denominada dúctil ou por cisalhamento (Figura 2 [a]; Figura 3), que ocorre através de uma grande deformação plástica. Mas, em determinadas regiões da mesma peça, a superfície apresentou linhas ou nervuras, caracterizando uma fratura do tipo frágil (Figura 2 [b]; Figura 4), acompanhadas de muito pouca deformação plástica. Com isso, é possível dizer que esta peça metálica (caso 1) possui um tipo de fratura denominada *mista*, que ocorre em ligas metálicas desse tipo, a base de Co-Cr.

Figura 2 - (Caso 1): Imagens microscópicas da superfície da área de junção entre conector menor e maior fraturada por fadiga; *Seta: indica provável início da falha (aumento - 40x); Em **a**: Região de fratura do tipo dúctil; Em **b**: Região de fratura do tipo frágil (área de destacamento).



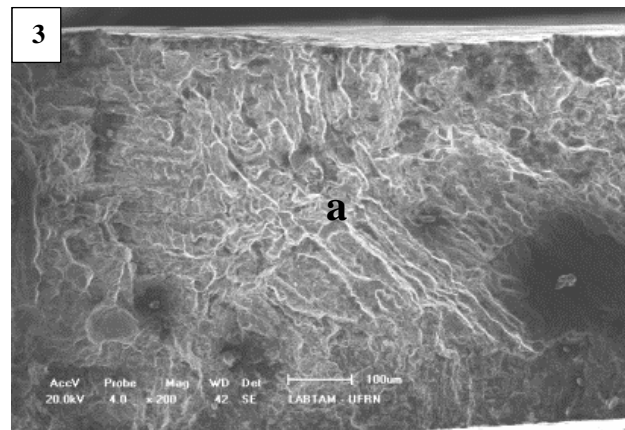
Fonte: MEV UFRN.

Figura 2.1 (Caso 1): *Seta indica provável início da falha (aumento - 200x);



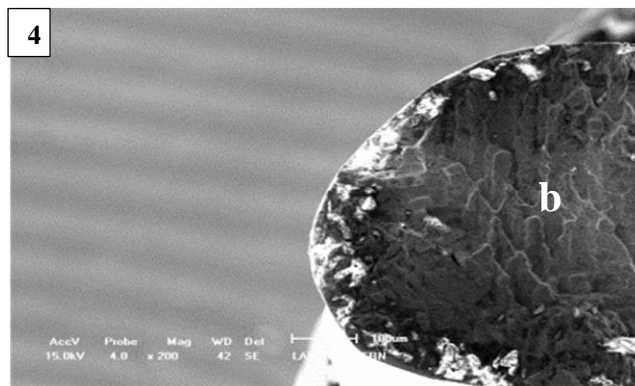
Fonte: MEV UFRN.

Figura 3 – (Caso 1): Em **a**: Aparência rugosa característica de fratura do tipo dúctil ou por cisalhamento (aumento – 200x).



Fonte: MEV UFRN.

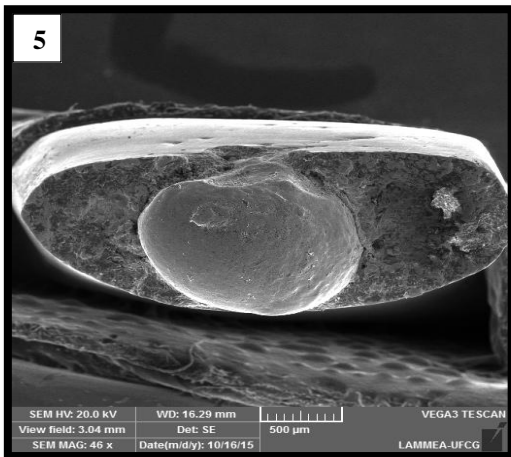
Figuras 4 – (Caso 1): Em **b**: Superfície apresentando linhas ou nervuras características de fratura do tipo frágil (maior aumento – 200x). Extremidade da peça.



Fonte: MEV UFRN.

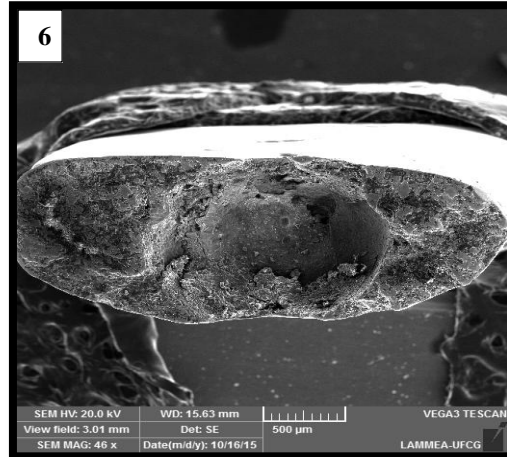
Já no caso 2 (conector maior – Figuras 5 e 6) houve prováveis erros durante o processo de fundição ocasionando um defeito local, ocorrendo fratura do tipo frágil ou por clivagem. Na fratura frágil, as trincas podem se propagar de maneira extremamente rápida, acompanhadas de muito pouca deformação plástica (CALLISTER, 2008). O caso 2 possui duas peças devido à fratura (Figuras 5 e 6) apresentando, assim, duas interfaces, onde no centro de uma delas (Figura 5) uma grande concentração de material (inclusão) foi depositada provavelmente de forma indevida durante a fundição. A figura 6 mostra a interface complementar da fratura em questão, mostrando um ‘vazio’ no centro, local de encaixe.

Figura 5 – (Caso 2): Interface com grande concentração de material (inclusão) no centro da peça. Aumento de 46x.



Fonte: MEV UFCG (Universidade Federal de Campina Grande).

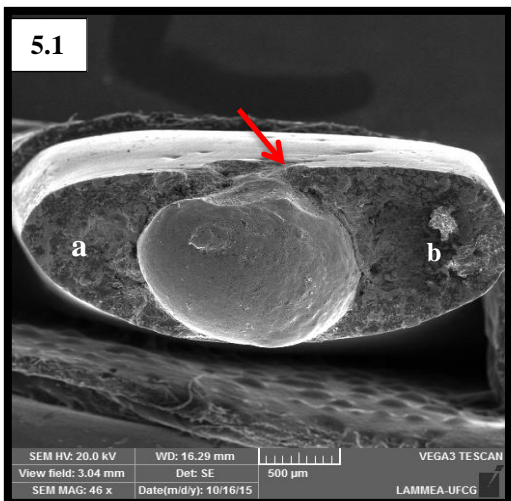
Figura 6 – (Caso 2): Interface complementar da fratura, mostrando um 'vazio' no centro, local de encaixe. Aumento de 46x.



Fonte: MEV UFCG.

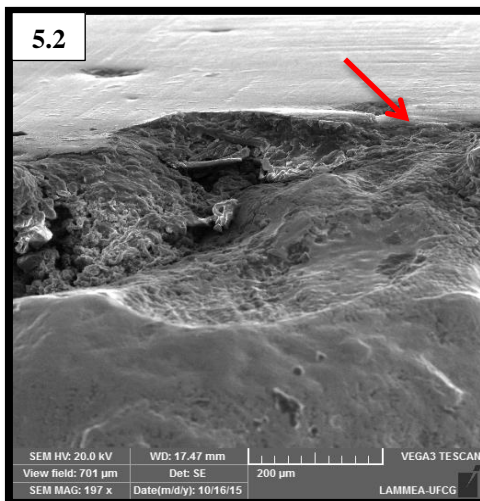
As figuras 5.1 e 5.2 mostram onde a trinca provavelmente se iniciou, em menor e maior aumento, respectivamente. A figura 5.1 mostra também as áreas de destacamento (**a** e **b**) nas extremidades da peça. As figuras 5.1.1 e 5.1.2 mostram tais áreas de destacamento em uma visão mais aproximada com um aumento de 200x.

Figura 5.1 – (Caso 2): *Seta indica provável início da falha (menor aumento - 46x); Em **a** e **b**: Superfície apresentando características de fratura do tipo frágil (área de destacamento).



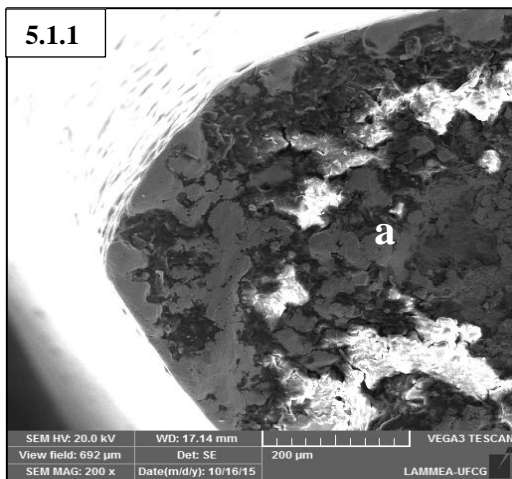
Fonte: MEV UFCG.

Figura 5.2 – (Caso 2): *Seta indica provável início da falha (maior aumento - 197x).



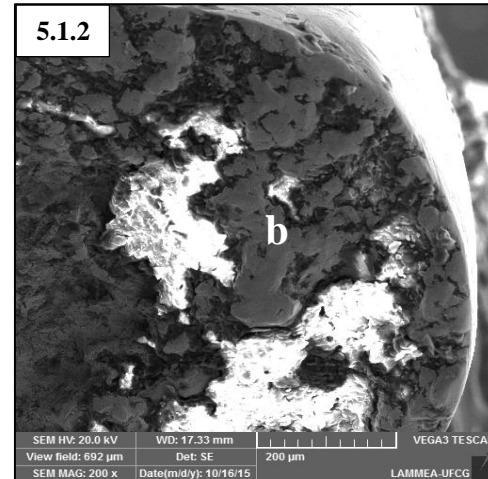
Fonte: MEV UFCG.

Figura 5.1.1 - (Caso 2): Em **a**: Lado esquerdo da peça em um aumento de 200x.



Fonte: MEV UFCG.

Figura 5.1.2 - (Caso 2): Em **b**: Lado direito da peça em um aumento de 200x.

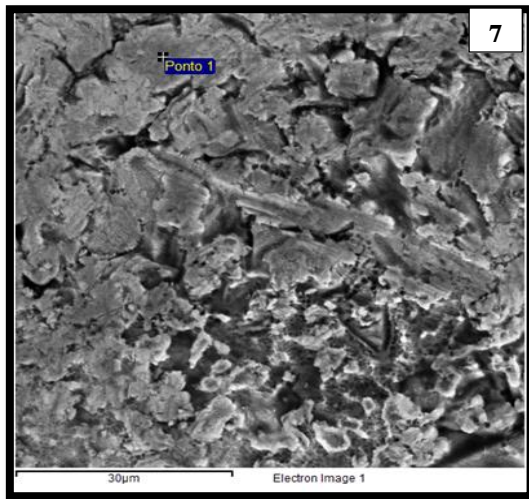


Fonte: MEV UFCG.

O ensaio de EDS foi realizado no centro da peça metálica do caso 2 (Figura 7- maior aumento), mostrando em resultados quantitativos, picos característicos em Co e Cr como elementos principais das ligas analisadas (Gráficos A e B), havendo maior concentração de Cromo (Cr).

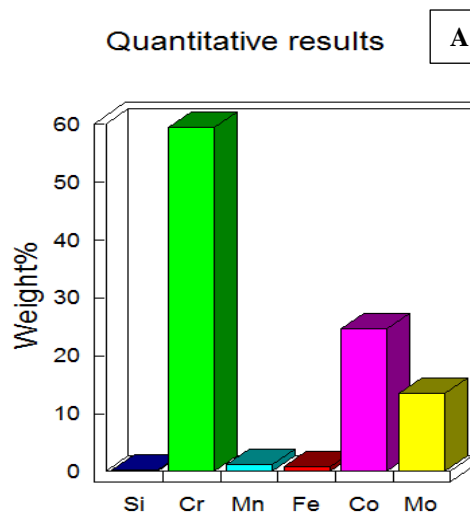
Primeiramente, antes da realização do EDS, suspeitava-se que, macroscopicamente, haveria ocorrido uma possível contaminação da liga no momento da fundição da infraestrutura metálica do caso 2. Todavia, o EDS mostrou que isso não ocorreu. Com a realização do EDS pôde-se constatar que a liga não estava contaminada, que o defeito apresentado tem a mesma composição química da liga metálica que foi utilizada para fundir a peça. Pode-se dizer, possivelmente, que a liga foi reutilizada. Com isso, as propriedades do material foram alteradas e a temperatura escolhida para o material fundir não foi suficiente para que a inclusão, da qual gerou o defeito, chegasse a ser fundida ficando presa dentro da infraestrutura metálica, acarretando um estresse local e, por fim, ocasionando a fratura.

Figura 7: Ponto 1 – Ponto específico para realização do EDS (maior aumento).



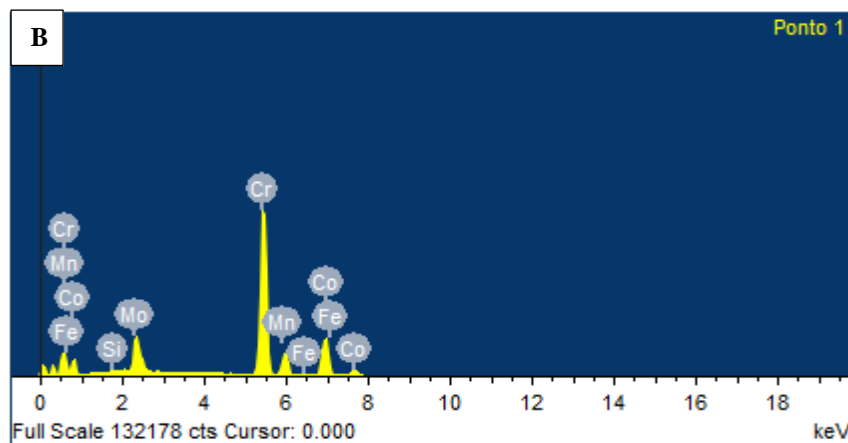
Fonte: MEV/EDS UFCG.

Gráfico A: Maior valor quantitativo de Cr.



Fonte: MEV/EDS UFCG.

Gráfico B: Picos característicos em Cr e Co, elementos principais das ligas analisadas.



Fonte: MEV /EDS UFCG.

4 DISCUSSÃO

Fraturas em conectores maiores são raras, sendo importante analisar casos específicos. Jorge et al. (2012) analisaram 53 pacientes que tiveram suas PPRs instaladas durante 5 anos. Foram avaliados o grau de mobilidade dentária, prevalência de cárie, fratura de dentes pilares e fratura e/ou deformação de componentes metálicos, onde

constatou-se apenas um caso de fratura de conector maior e três casos de fratura no braço de reciprocidade dos grampos.

Em estudo realizado por Polychronakis et al. (2013), foram fotografados e analisados 628 modelos de trabalho para confecção de PPRs, a fim de verificar se as partes escolhidas para confecção das infraestruturas metálicas estavam de acordo com os princípios biomecânicos das PPRs. No que concerne ao conector maior escolhido para os casos, foi constatado que os conectores maiores mais indicados foram a barra palatina e a barra lingual, para maxila e mandíbula, respectivamente. Os autores concluíram que, em alguns casos, os conectores maiores escolhidos não eram os mais indicados para o caso. No entanto, como alguns cirurgiões-dentistas delegam para os TPDs a fase de planejamento das PPRs, estes acabam por escolher e confeccionar as próteses com os conectores maiores que estão mais familiarizados. Sendo assim, as próteses não serão confeccionadas de acordo com os princípios biomecânicos, sendo este um fator determinante para ocorrer uma fratura.

Para Wouters (1997), a fractografia é uma técnica excelente para visualizar as características típicas de vários defeitos do material, tais como porosidade, inclusões, sobreposições de material, marcas contidas na superfície, e assim por diante. A presença de uma área de fratura com uma clara ‘marca de praia’ e uma transição brusca à fratura, por exemplo, é muitas vezes suficiente para a identificação de fadiga. Outros autores também acreditam que a fractografia é uma ferramenta de grande importância para se poder estudar componentes fraturados. Como também, por meio dela, se tem a possibilidade de determinar os eventos que ocorrem durante o processo de fratura, podendo relacioná-los com as diversas situações de uso ou de processamento dos materiais (CALLISTER, 2008; JANSSEN et al., 2006).

Para analisar uma fratura baseia-se na deformação plástica do material antes do seu rompimento, estando-se atento às características macroscópicas e microscópicas da área fraturada. No caso 1, explicitado neste estudo, houve fratura do tipo mista (dúctil/frágil) na área de junção entre conector maior e menor próximo ao último pilar protético (na região mesial do elemento 37). A fratura dúctil (início da fratura) ocorreu possivelmente devido à fadiga mecânica da infraestrutura. Isso poderia ser justificado devido à infraestrutura ter sido confeccionada com espessura inadequada, a localização, o paciente possuir espaço protético extenso (podendo-se propor aumento da espessura na região posterior), como também a execução de um alívio não planejado. De acordo com Carr e Brown (2011), as fraturas dúcteis são caracterizadas por intensa deformação

plástica precedendo a fratura. Como a deformação plástica se dá com consumo de energia, a fratura dúctil ocorre após substancial consumo de energia, estando associada a um comportamento tenaz (suporta grande pressão sem partir-se).

Após o início da fratura dúctil no caso 1, a energia da trinca percorre a infraestrutura em uma maior velocidade completando a fratura com comportamento frágil, exibindo pouca ou nenhuma deformação plástica havendo um consumo de energia pequeno. O limite de separação entre os dois tipos de fratura não é definido, e somente quando se estuda a fratura microscopicamente, ou seja, por meio de microscópio eletrônico, é possível fazer a separação entre essas duas classificações.

Em relação à hipótese levantada sobre a infraestrutura ter sido confeccionada com espessura inadequada, há pequenas variações em relação a estas medidas, de acordo com Zavarelli (2006). Para este autor, é importante estar atento a tais medidas para não haver prejuízo da biomecânica da PPR ou para não enfraquecer a estrutura metálica.

Segundo Callister (2008), fadiga é uma forma de falha que ocorre em estruturas que estão sujeitas a tensões dinâmicas e oscilantes, sendo o termo “fadiga” utilizado porque esse tipo de falha ocorre normalmente após um longo período de tensões repetidas ou ciclos de deformação, como no caso das PPRs. Ela é considerada a maior causa individual de falhas nos metais, representando cerca de 90%. Earnshaw (1958) acredita que muitos fracassos por fraturas ocorridos em infraestrutura de PPRs são devidos a trincar por fadiga metálica. Já Bates (1963), afirma que a inclusão de fases e porosidades tende a reduzir drasticamente a resistência à fadiga de infraestruturas em Co-Cr.

Outra causa de fratura de componentes metálicos de PPRs são os problemas que podem vir a acontecer durante a fundição como também devido à técnica utilizada, pois estes são fatores importantes. Visto que, de acordo com Cucci (1990), procedimentos de aquecimento, tamanho e arranjo dos canais de alimentação, temperatura da liga e do anel, técnica de fusão, tipo de revestimento, entres outros, podem influenciar as propriedades obtidas, tais como resistência à tração, limite de escoamento, dureza e alongamento, afetando diretamente o comportamento clínico da PPR.

No caso 2, a fratura ocorreu no conector maior, devido a possíveis erros durante o processo de fundição. As duas partes da peça que fraturou neste caso tem a mesma composição química, como também a inclusão que se formou dentro da infraestrutura metálica. Esta inclusão impediu que a energia aplicada sobre a infraestrutura pudesse se propagar adequadamente, havendo uma sobrecarga local, afetando diretamente o

funcionamento desta infraestrutura e ocorrendo a fratura de maneira súbita com comportamento frágil.

Várias hipóteses foram levantadas em relação às possíveis causas que levaram a ocorrência da fratura no caso 2. Acredita-se, possivelmente, que a inclusão que provocou o defeito, presente na infraestrutura, não foi fundida porque a liga foi reutilizada estando com outras propriedades ou então não foi fundida e continuou sólida porque a temperatura utilizada no forno não correspondia à temperatura que estava no painel. Outra hipótese seria a liberação da liga pelo TPD para entrar no canal de alimentação antes do metal estar completamente liquefeito, não passando totalmente pelo canal e não completando o trajeto necessário, como também a utilização de ligas de diferentes fabricantes.

Não é possível afirmar o que realmente ocorreu, apenas propor possíveis hipóteses para justificar a fratura do caso 2. Logo, tenta-se explicar como se deu o acúmulo de material naquela região de forma sólida, podendo este ter outra conformação cristalográfica e mostrar que o mesmo não estava unido ao restante do material da infraestrutura metálica, promovendo no local uma concentração de estresse, sendo considerado um defeito local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fractografia, estudo e interpretação de detalhes da superfície de uma fratura, é frequentemente útil na determinação da natureza da fratura. Fornece informações valiosas na análise de uma fratura, como a modalidade da fratura e o ponto de iniciação da trinca. E para determinar a causa de uma fratura, por exemplo, quer seja por sobrecarga ou por fadiga, é necessário realizar testes para determinar padrões auxiliares de referência para categorizar cada tipo de falha. A fractografia é um importante método para diagnóstico de fraturas em infraestruturas metálicas de PPRs e se mostrou eficiente como instrumento pericial.

FRACTURE ANALYSIS OF REMOVABLE PARTIAL DENTURES METALLIC INFRASTRUCTURES

ABSTRACT

Fracture events are one of the causes of failure in relation to the metallic components of removable partial dentures (RPD) and may come from structural defects or material fatigue. The fractography is the appropriate tool to analyze these failures. This research aims to investigate through fractography, by means of this analysis method, two cases of failure of removable dentures related to fracture of metal infrastructure. With the aid of a scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive spectroscopy by X-ray (EDS), the fracture surfaces were analyzed in order to identify the origin of these fractures and understand the mechanisms involved in this process. After the identification of the origin of the fracture, fractography pointed to material fatigue as a possible cause for the first case and error in the casting process for the second case. Fractography is an important method for the diagnosis of fractures in metal infrastructures of RPDs, being also effective as an investigative tool.

Keywords: Removable Partial Dentures. Cobalt-Chromium. Failures.

REFERÊNCIAS

ANUSAVICE, K. J. **Phillips: Materiais Dentários**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara

Koogan S. A. cap.20, 1998. Pág. 267-269.

BEN-UR, Z. et al. The fracture of cobalt-chromium alloy removable partial dentures.

Quintess. int., Berlin, v.17, n.12, p.797-801, 1986.

BATES, J.F. Cast clasps for partial dentures. **Fut. Dent J.**, London, v. 13, n. 4, p, 610-

614, 1963.

CALLISTER, J. W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais: uma Introdução**. 7ª ed.

Rio de Janeiro: Guanabara, 2008. Pág. 153-179.

CARR, A.B., BROWN, D.T. **Mc Cracken's Removable Partial Prosthodontics**. 12.ed.

Mosby, 2011.400p.

CUCCI, A.L.M Fatigue of retentive clasps of removable partial dentures. Effect of alloys, thickness and casting techniques. 2. **Rev. Odont.** UNESP, São Paulo, v. 19, n., 1, p. 251-258, 1990.

EARNSHAW, R. The casting shrinkage of cobalt-chromium alloys. **Aust. dent. Sydney**, v.3, n.3, p. 159-170, 1958.

ERDLE, R.W., PRANGE, C.H. U.S. patent 1956278. 1934. Apud American Dental Association. **Guide to dental materials: including A.D.A.** specification n. 14 for dental Co-Cr castings alloys. Chicago: A.D.A., 1962/63. p.78-88.

FIORI, R.S. **Atlas de Prótese Parcial Removível**. 4º Ed. Ed Pancast: São Paulo, 1993.

HENRIQUES, G.E.P. **Resistência à fadiga de ligas do sistema co-cr, submetidas ou não a procedimentos de refusão e soldagem**. Tese – Doutorado (Título de Doutor em clínica odontológica- Área de Prótese). Faculdade de odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba – SP, 1995.

JANSSEN M. et al. **Fracture Mechanics**. 2.ed. EUA: VSSD Press, 2006. 365p.

JORGE, J.H. Clinical evaluation of failures in removable partial dentures. **Journal of Oral Science**, v. 54, n. 4, p. 337-342, 2012.

KLIEMANN C.; OLIVEIRA, W. **Manual de prótese parcial removível**. 1ºed. São Paulo: Santos, 1999.

LEWIS, A. J. Radiographic evaluation of porosities in removable partial denture castings.

J. Prosthetic. Dent. v. 39, n. 3, p. 278-281, 1978.

MIRANDA, I.C.T. **Revisão bibliográfica da indicação das ligas odontológicas para confecção de PPR.** Monografia (Especialista em Prótese Dentária). Instituto de Ciência e Saúde (ICS) – FUNORTE/SOEBRÁS - NÚCLEO RESENDE-RJ. Resende - RJ, 2014.

NOORT, R. V., LAMB, D.J. A scanning electron microscope study of Co-Cr partial dentures fractured in service. **J. Dent., Bristol**, v.12, n.2, p.122-126, 1984.

PARRINGTON, R.J. Fractography of Metals and Plastics. Practical Failure Analysis.

ASM. Edited by Dr. McIntyre R. Louthan, Jr. v. 2, n. 5, 2002.

POLYCHRONAKIS, N. et al. A Survey of Removable Partial Dentures Casts and Major Connector Designs Found in Commercial Laboratories. Athens, Greece. **Journal of Prosthodontics**, v.22, p. 245-249, 2013.

WOUTERS, R. et al. Materials characterization. Avenue of the Americas. New York.

Elsevier Science Inc., p. 25-41, 1997.

ZAVANELLI, R.A. et al. Dimensões dos conectores maiores de próteses parciais removíveis e sua relação com os tecidos gengivais. **Revista de Odontologia da UNESP**, v.35, n.3, p.135-139, 2006.