

FACULDADE IMED
CURSO DE ODONTOLOGIA

BRUNA BRUNETTO

**AVALIAÇÃO DO POLIMENTO DE SUPERFÍCIE NA LIBERAÇÃO DE
ÍONS METÁLICOS DA SOLDA DE PRATA**

PASSO FUNDO

2018

BRUNA BRUNETTO

**AVALIAÇÃO DO POLIMENTO DE SUPERFÍCIE NA LIBERAÇÃO DE ÍONS
METÁLICOS DA SOLDA DE PRATA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado pela acadêmica de Odontologia Bruna Brunetto, da Faculdade IMED como requisito indispensável para a obtenção de grau em Odontologia.

PASSO FUNDO

2018

BRUNA BRUNETTO

**AVALIAÇÃO DO POLIMENTO DE SUPERFÍCIE NA LIBERAÇÃO DE ÍONS
METÁLICOS DA SOLDA DE PRATA**

Professor Orientador:

Prof. Ms. Ramiro Estacia da Silveira

PASSO FUNDO

2018

APRESENTAÇÃO

Acadêmica: Bruna Brunetto

Nome: Bruna Brunetto

E-mail: bruna-brunetto@hotmail.com

Telefone Celular: (54) 996114669

Área de Concentração: Clínica Odontológica

Linha de Pesquisa: Propriedades Físicas e Biológicas dos Materiais Odontológicos e das Estruturas Dentais.

DEDICATÓRIA

Com toda alegria e amor que cabe em mim, dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, meus pais Cesar e Jane.

Por acreditarem e estarem sempre junto a mim.

Por me possibilitarem ser a pessoa que sou hoje.

Pelo apoio e amor incondicional.

Por colocarem minha educação, muitas vezes em primeiro lugar.

Agradeço imensamente a vocês!

AGRADECIMENTOS

A construção dessa jornada não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Por isso, gostaria de manifestar a minha gratidão e os mais sinceros agradecimentos com aqueles que contribuíram para que essa conquista se realizasse.

*Agradeço a minha família: meus pais, **Cesar Brunetto** e **Jane Brunetto** e meu irmão **Otávio Brunetto**, pelo amor, carinho, paciência, pelo incentivo e confiança, quando em meio ao desespero, julguei-me não ser capaz. Por estarem ao meu lado em todos os momentos, sempre com muito amor e zelo. Obrigada por sempre terem visto em mim a capacidade, que em meio ao perfeccionismo, eu deixava extinguir-se. Com esta conquista, espero poder retribuir parte do imenso orgulho que sinto em fazer parte dessa família.*

*Os meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador **Ramiro Estacia da Silveira**, exemplo de competência e amor pelo que faz! Obrigada pelo incentivo, pelos seus conhecimentos a mim transmitidos, por ter tido calma, paciência e tolerância, em meio às minhas crises de desespero, pela sua atenção e boa vontade. Obrigada pela confiança, pelas orientações e pela amizade construída.*

*Aos **professores**, obrigada pelo empenho e dedicação, pelas experiências e conhecimentos compartilhados, pelo apoio em meio às dificuldades, por fazerem despertar o interesse, a curiosidade, a coragem, a destreza, a satisfação.*

*Obrigada aos **colegas**, que durante esses anos, passaram pelas mesmas angústias, tristezas, medos, alegrias, festas... e que hoje, estão compartilhando dessa mistura de felicidade com incerteza, em que encontram-se os nossos futuros.*

*À minha dupla e amiga, **Morgana Trombetta**, agradeço por estar comigo nessa caminhada desde o primeiro dia, sempre com muita paciência e generosidade tanto comigo, quanto com nossos pacientes. Obrigada, por ter agregado tanto em minha vida e por termos podido crescer cientificamente juntas. Me faz ter a certeza de que amigos são elos que viemos gradativamente cultivando em outras vidas.*

*Agradeço aos **pacientes** por depositarem confiança no aprendizado e em retribuição devolver um sorriso de satisfação. Sem dúvida, um dos maiores incentivos para a formação de um cirurgião-dentista.*

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

Ayrton Senna

RESUMO

A solda de prata é amplamente utilizada principalmente em Ortodontia Interceptativa para a confecção de aparelhos auxiliares em crianças. Sua permanência em meio oral por tempo elevado torna a biocompatibilidade deste material importante, poucos estudos se preocuparam em avaliar fatores associados à compatibilidade biológica de aparelhos utilizando solda de prata e o método de polimento e confecção. Este estudo objetivou avaliar a rugosidade superficial da solda de prata em anéis ortodônticos utilizando dois tipos de polimento e correlacionar o polimento com a liberação de íons metálicos da solda de prata. Foram utilizados 50 anéis ortodônticos de molares divididos em 3 grupos: Controle (10 anéis), sem qualquer tipo solda, G1 (20 anéis): solda de prata com polimento através de borrachas próprias para polimento de metais e G2 (20 anéis): solda de prata polimento convencional de pedra cinza e disco de silicone. Os resultados mostraram que o G1 teve a menor rugosidade de superfície e a menor liberação de íons metálicos. Em adição foi encontrado neste trabalho, mesmo sem o fabricante informar constar na composição da solda de prata, íons de Cádmio, um metal pesado com extensa toxicidade. Conclui-se que o cuidado na confecção dos aparelhos auxiliares em Ortodontia influencia na liberação de metais possivelmente nocivos para o meio bucal e conseqüentemente na sua biocompatibilidade.

Palavras-chave: Biomateriais. Ortodontia. Prata.

ABSTRACT

Silver soldering is widely used in interceptive orthodontics for auxiliary devices in children. Their presence in the mouth for a long time makes this material biocompatibility important, few studies evaluated factors associated to biological compatibility of devices using silver soldering and the method of polishing. This study aimed to evaluate the surface roughness of silver solder in orthodontic bands using two types of polishing and to correlate polishing with the release of metallic ions from the silver solder. 50 orthodontic molar bands were divided into 3 groups: Control (10 bands), without any type of welding, G1 (20 bands): silver welding polished through rubbers suitable for metals and G2 (20 bands): silver welding polished with carborundum stone and silicone disc. The results showed that G1 had the lowest surface roughness and lowest release of metallic ions. In addition, it was found, even without the manufacturer's information to include in the composition of the material, cadmium ions, a metal with extensive toxicity. It is concluded that attention in the manufacture of auxiliary appliances in Orthodontics can influence the release of metals possibly harmful to the oral environment and its biocompatibility.

Key Words: Biomaterials. Orthodontics. Silver.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 – Comparação entre os grupos	21
Tabela 2 - Comparação entre os grupos: Ferro, Níquel e Cromo.....	22
Tabela 3 - Comparação entre os grupos: Cádmio, Zinco, Cobre e Prata.....	23
Figura 1 - Comparação da rugosidade superficial média entre os grupos G1 e G2..	21
Figura 2 - Comparação dos íons Ferro, Níquel e Cromo entre os grupos Controle, G1 e G2.....	23
Figura 3 - Comparação entre os grupos G1 e G2 em relação aos íons Cádmio, Zinco, Cobre e Prata.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
3	OBJETIVOS	17
4	METODOLOGIA	18
4.1	CONFECÇÃO DA AMOSTRA	18
4.2	RUGOSIDADE SUPERFICIAL	19
4.3	AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE ÍONS METÁLICOS	19
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	20
5	RESULTADOS	21
5.1	RUGOSIDADE SUPERFICIAL	21
5.2	QUANTIFICAÇÃO DE ÍONS	22
6	DISCUSSÃO	25
7	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O termo soldagem descreve boa parte dos processos de união de metais, que pode envolver ou não a presença de um metal de preenchimento entre os componentes metálicos (ANUSAVICE, 1996). A soldagem em Ortodontia é um procedimento amplamente utilizado, tanto em escala industrial, na fabricação aparelhos auxiliares, aparelhos extra bucais ou parafusos expansores, geralmente utilizando a solda elétrica ou laser (SESTINI et al., 2006), quanto em laboratórios ortodônticos ou até mesmo nos consultórios dentários, para a confecção de aparelhos auxiliares e o posicionamento de acessórios.

A soldagem utilizando a liga de prata como metal de preenchimento para união entre dois metais a serem soldados ainda é o método mais empregado em Ortodontia para a confecção de aparelhos auxiliares (SESTINI et al., 2006). Isto se deve ao seu baixo custo e a facilidade da técnica, desenvolvida desde o início da especialidade. Muitos aparelhos auxiliares podem permanecer por meses em contato com a cavidade bucal do paciente (AGLARCI et al., 2016).

A biocompatibilidade dos materiais ortodônticos tem sido amplamente abordada na literatura (ZHANG et al., 2015; AGLARCI et al., 2016). Mesmo sendo um material utilizado há mais de um século, poucos estudos se dedicaram a avaliação da solda de prata. Entretanto, sabe-se que os metais quando em contato com a cavidade bucal e umidade sofrem corrosão. Quanto maior a corrosão dos metais, maior é também a liberação de íons metálicos que podem eventualmente ter efeitos nocivos sobre o organismo (ERDOGAN et al., 2015).

O polimento superficial da solda de prata é considerado um dos fatores que pode facilitar a liberação de íons metálicos tóxicos a partir da solda de prata (PHITON et al., 2009). Considerando a proximidade da solda utilizada nos aparelhos ortodônticos auxiliares com os tecidos gengivais e periodontais e a possibilidade de corrosão na região da solda é interessante que seja estudado se o tipo de polimento superficial dado à solda de prata pode influenciar a corrosão da mesma.

Neste trabalho, foi considerada a hipótese de que quanto menor a rugosidade superficial da solda de prata menor seria a liberação de íons metálicos a partir da mesma. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a rugosidade

superficial da solda de prata com dois diferentes tipos de polimento e relacionar estes achados com a liberação de íons metálicos oriundos da solda de prata.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade da soldagem depende do grau de contato entre os metais, das propriedades das ligas metálicas a serem soldadas, de sua estabilidade mecânica, da extensão de falhas e desníveis na área de soldagem e da resistência a corrosão (HEIDEMANN et al., 2002). Desde o início do uso da solda de prata em Ortodontia, os principais problemas enfrentados são as falhas na região da soldagem, relacionadas ao evento de corrosão. Em função das reações galvânicas, do sobreaquecimento das peças soldadas, e muitas vezes, pela preponderância da presença de íons como o cobre, podem ocorrer falhas nos locais de corrosão nos materiais que recebem a solda de prata (ERDOGAN et al., 2015).

Biocompatibilidade ocorre quando o tecido biológico entra em contato com um material e não acontece qualquer tipo de experiência tóxica, irritante, inflamatória, alérgica ou de fundo mutagênico ou carcinogênico (KAO et al., 2007). De acordo com alguns autores, para a biocompatibilidade de materiais é necessária uma resposta adequada do indivíduo, o que em Odontologia significa não ocorrerem ou ocorrerem reações adversas toleráveis de um tecido ou de todo o meio bucal em função da presença do material (SESTINI et al., 2006; ERDOGAN et al., 2015).

A biocompatibilidade dos materiais utilizados em Ortodontia tem sido objeto de estudo na literatura científica, uma vez que grande parte dos aparelhos utilizados na especialidade é composta por materiais que estão ligados a relatos de hipersensibilidade e reações alérgicas (MENEZES et al., 2004; GONÇALVES et al., 2006). Nesse contexto se inserem as resinas acrílicas, resina composta e adesivos (GONÇALVES et al., 2008) assim como as ligas de aço inoxidável, níquel-titânio e solda de prata (FREITAS et al., 2009).

A biocompatibilidade das ligas metálicas está relacionada com a corrosão (CRAIG, et al., 2002). A liberação de íons para o ambiente bucal pode provocar diversos tipos de reações, tais como hipersensibilidade local e reações alérgicas tanto com consequência local quanto sistêmica (MENEZES

et al., 2004; MENEZES et al., 2007; MATOS DE SOUZA E MACEDO DE MENEZES, 2008).

De um modo geral, as ligas que liberam grandes quantidades de metais na boca possuem o maior risco de reação adversa (CRAIG, et al., 2002). Acredita-se que quanto maior a concentração de íons metálicos liberados para o ambiente bucal, maiores as chances de ocorrerem reações alérgicas ou de hipersensibilidade. Entretanto, em estudos de quantificação de íons metálicos na saliva, no sangue e na urina em virtude da presença de aparelhos metálicos, não há até o momento um posicionamento definitivo em relação ao dano acumulado destes íons no organismo humano (MENEZES et al., 2007; MATOS DE SOUZA E MACEDO DE MENEZES, 2008).

Uma das preocupações quando se considera a biocompatibilidade dos metais soldados em Ortodontia é justamente em relação aos íons que podem ser liberados das uniões. A solda de prata contém em sua composição elementos como prata, cobre e zinco que podem apresentar efeito tóxico (MOCKERS et al., 2002; SOLMI et al., 2004; SESTINI et al., 2006; VANDE VANNET et al., 2007; FREITAS et al., 2009). De acordo com Hanks et al. (1996) estes íons, assim como o níquel, são íons que demonstram maior tendência a serem liberados para o ambiente bucal. Além disso, as ligas de solda baseadas no cobre manifestam maior probabilidade de apresentar corrosão (SHIGETO et al., 1989). Grandes quantidades de cobre e zinco são encontradas nas ligas de solda de prata, assim como algum conteúdo de cádmio (BERGE et al., 1982).

O cádmio é um metal pesado responsável por danos hepáticos, renais e cardíacos, seu dano na saúde humana foi recentemente demonstrado (LIN et al., 2017). Estudos laboratoriais com culturas celulares e animais demonstraram os efeitos nocivos do acúmulo de íons de cádmio no organismo (RAGHUVANSHI et al., 2016; JACOBO-ESTRADA et al., 2017).

Bishara (1995) descreveu um caso no qual foi identificada reação inflamatória e de sensibilidade localizada em função do uso específico de uma contenção com solda de prata, composta por níquel, zinco, prata e cobre. Uma reação de hipersensibilidade descrita como alergia de contato pelo uso de um retentor ortodôntico também foi apresentada através de um estudo realizado por Shutty e Scheinman (2018).

O relato de diversas reações de hipersensibilidade a metais provenientes de aparelhos ortodônticos fixos é comum na literatura, o íon metálico mais frequentemente relacionado a estes achados é o níquel (PAZZINI et al., 2016).

3 OBJETIVOS

Analisar a quantidade de íons metálicos provenientes da oxidação da solda de prata *in vitro*.

Avaliar a rugosidade de superfície da solda de prata com dois diferentes tipos de polimento.

4 METODOLOGIA

4.1 CONFECÇÃO DA AMOSTRA

Foram utilizados 50 anéis ortodônticos metálicos (Bandas universais para molares – Morelli, Sorocaba/SP, Brasil). Destes, 30 anéis foram utilizados para a avaliação de íons metálicos em meio aquoso, e 20 anéis para a avaliação da rugosidade superficial.

Os anéis foram separados em três grupos: Controle, G1 e G2. A cada anel dos grupos G1 (20 anéis) e G2 (20 anéis) foi soldado, com solda de prata (Morelli Sorocaba/SP, Brasil) um segmento de fio metálico de aço inoxidável 1,0mm de espessura (Morelli, Sorocaba/SP, Brasil). O grupo Controle (10 anéis) não recebeu qualquer modificação ou soldagem.

Na soldagem com solda de prata foram utilizados 10 cm de liga de solda de prata (Morelli, Sorocaba,/SP, Brasil). O aquecimento das peças para soldagem foi realizado com maçarico específico para esse fim (Blazer, Farmingdale/NY, EUA). Para ambos os grupos G1 e G2, imediatamente após a soldagem, foram retirados os excessos de fio e excessos grosseiros da solda de prata com disco de carborundum acoplado ao micromotor elétrico (Modelo LB-100, Beltec, São Paulo, Brasil). Para o grupo G1, o polimento foi feito com borrachas de silicone: branca (borracha para polimento L22, EVE, Pforzheim, Alemanha) por 15 segundos; marrom (EVEFLEX 708, EVE, Pforzheim, Alemanha) por 30 segundos; verde (EVEFLEX HP 808, EVE, Pforzheim, Alemanha) por 30 segundos. Para o grupo G2, o polimento foi efetuado com pedra cinza por 20 segundos e borracha de silicone branca (borracha para polimento L22, EVE, Pforzheim, Alemanha) por 15 segundos. A realização do polimento dos dois grupos foi realizada pelo mesmo operador, com pressão leve e cada instrumento foi aplicado pelo tempo descrito.

4.2. RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Depois de realizado o polimento dos anéis, 10 anéis do grupo G1 e 10 anéis do grupo G2 foram utilizados para a análise da rugosidade superficial. A medição da rugosidade superficial foi feita com o rugosímetro (Mitutoyo SurfTest SJ-201, Kanagawa, Japão) após a finalização dos procedimentos de polimento. Os anéis foram posicionados sobre uma lâmina de cera utilidade para que fosse possível o emprego do rugosímetro. Em cada corpo de prova foram realizadas três medidas de rugosidade superficial (R_a , μm), sendo analisada sempre a mesma face do corpo de prova. O rugosímetro foi utilizado com um valor de *cutoff* de 0,25mm, os dados foram dispostos em tabelas e a média aritmética das leituras calculadas.

4.3. AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE ÍONS METÁLICOS

Para a avaliação da presença de íons, foi aplicado o método de espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite. Foram utilizados para este teste 10 anéis de cada grupo: Controle, G1 e G2. Foram seguidas as recomendações da ISO 10993-12, que versa sobre a preparação de extratos para o teste de materiais. Após o polimento, 10 anéis correspondendo a 28 cm² em área foram armazenados em tubos Falcon de 50 ml contendo 9,33mL de solução fisiológica salina, sendo obtidos cinco frascos correspondendo a cinco amostras por grupo (Controle n=5; G1 n=5 e G2 n=5). Os frascos foram mantidos por 72h a 37°C, sob agitação na incubadora para ensaios. Após este período, os anéis foram removidos e os tubos contendo a solução salina de imersão foram enviados para análise da presença de íons metálicos em espectrofotômetro de absorção atômica em forno de grafite (Analyst 800, Perkin Elmer, Norwalk, Conn, EUA). A análise foi realizada na Central Analítica, Universidade Feevale, Novo Hamburgo RS, Brasil. Os íons: ferro, níquel, cromo, cobre zinco e cádmio foram quantificados. A solução fisiológica salina foi utilizada como controle.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise estatística foi feita através de tabelas, gráficos, estatísticas descritivas (média, mediana e desvio-padrão) e testes estatísticos. Para a conferência da normalidade dos dados foi utilizado o teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Este teste é considerado uma prova de aderência, diz respeito ao grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais e determinada distribuição teórica específica, neste caso, a distribuição normal.

Para avaliação de resultados da rugosidade superficial a normalidade dos dados foi garantida pelo Shapiro-Wilk e por este motivo o teste aplicado foi o teste t-student. Para os dados referentes à liberação iônica não foi observada distribuição normal e, portanto o teste aplicado foi Kruskal-Wallis. Quanto aos íons encontrados, cada íon foi avaliado separadamente sendo comparado em relação aos dois tipos de polimento e ao controle. Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5% ($p < 0,05$) e para o processamento e análise destes dados foi utilizado o software estatístico SPSS.

5 RESULTADOS

5.1 RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Os resultados da comparação da rugosidade superficial (em μm) dos grupos G1 e G2 estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação entre os grupos

Grupo	<i>n</i>	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	DP	<i>P</i>
G1	10	0,28	0,71	0,47	0,44	0,12	0,000 ^{1**}
G2	10	0,71	1,65	1,05	0,96	0,33	

¹Teste t-student; ** significativo $p \leq 0,01$; DP = desvio-padrão

Através dos resultados do teste t-student verifica-se que o grupo G2 apresenta rugosidade superficial média superior ao grupo G1. ($p=0,000$), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os dados podem também ser visualizados na Figura 1.

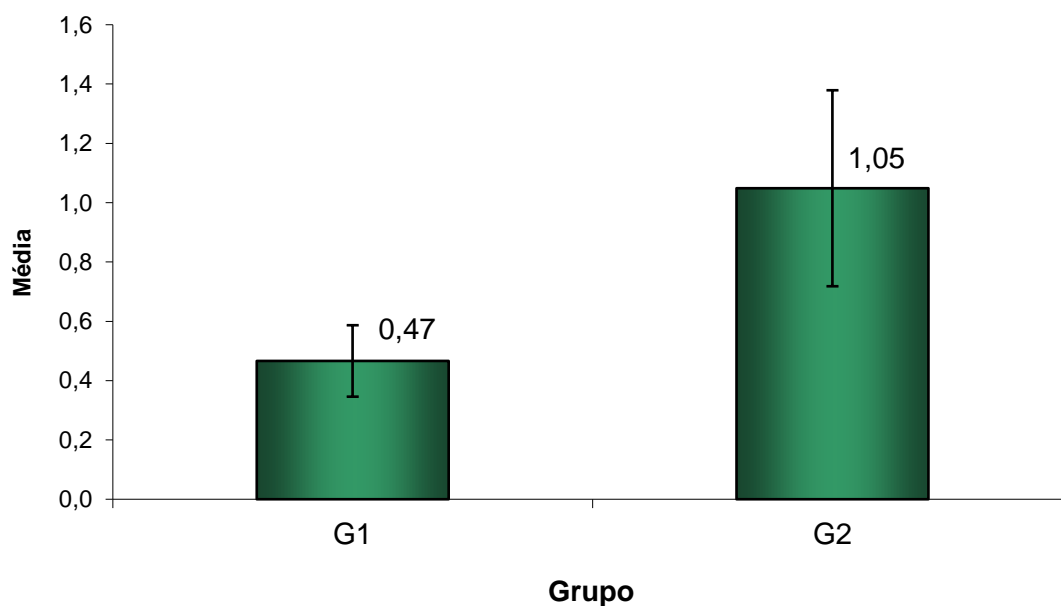


Figura 1 - Comparação da rugosidade superficial

5.2 QUANTIFICAÇÃO DE ÍONS

Os íons Ferro, Níquel e Cromo foram quantificados para os grupos Controle, G1 e G2. Os dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre os grupos: Ferro, Níquel e Cromo

<i>Variável</i>	<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>p</i>
Ferro (mg L-1)	Controle	5	0,00	25,45	6,94	10,77	11,02	0,613 ^{2ns}
	G1	5	5,92	12,85	9,25	9,46	2,55	
	G2	5	4,33	26,87	13,86	13,85	8,41	
Níquel (µg L-1)	Controle	5	19,59	32,60	32,35	28,89	5,62	0,009 ^{2**}
	G1	5	113,50	4030,00	1088,00	1592,16	1536,26	
	G2	5	207,50	6292,00	1238,00	1968,62	2477,07	
Cromo (µg L-1)	Controle	5	0,00	1,25	0,00	0,25	0,56	0,008 ^{2**}
	G1	5	71,55	6700,00	677,20	1673,41	2829,98	
	G2	5	329,10	2183,75	630,10	882,41	740,73	

²Teste Kruskal-Wallis; ** significativo $p \leq 0,01$; DP = desvio-padrão; ns = não significativo

Através dos resultados do teste não paramétrico Kruskal-Wallis verifica-se que para o íon Ferro não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Já para os íons Níquel e Cromo, os grupos G1 e G2 apresentaram maior liberação destes íons, com diferença estatisticamente significativa quando comparado ao grupo Controle. Entretanto, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos G1 e G2. Estes resultados podem também ser visualizados na Figura 2.

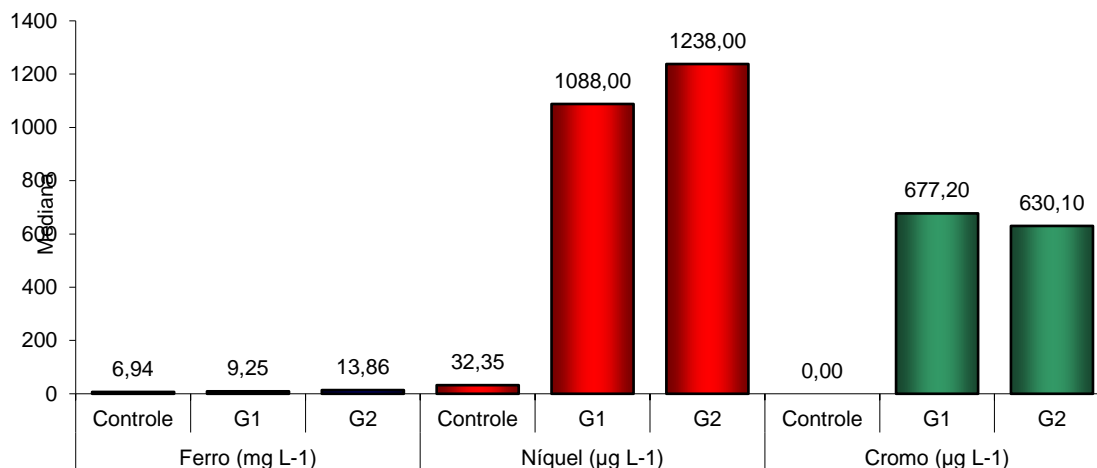


Figura 2 - Comparação dos íons Ferro, Níquel e Cromo entre os grupos Controle, G1 e G2.

Para os grupos G1 e G2 foram também quantificados os íons Zinco, Cobre e Prata que fazem parte da composição da liga de solda de prata e também o Cádmio, que apesar de não estar descrito pelo fabricante na composição do material, foi detectado em estudos que avaliaram este material (FREITAS et al., 2009). Estes dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação entre os grupos: Cádmio, Zinco, Cobre e Prata

Variável	Grupo	n	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	DP	p
Cádmio (µg L-1)	G1	5	0,00	5,13	1,91	2,64	2,20	0,421 ³ ns
	G2	5	0,00	7,30	0,00	1,75	3,16	
Zinco (mg L-1)	G1	5	6,24	11,90	8,51	8,95	2,25	0,548 ³ ns
	G2	5	4,84	14,06	7,82	8,19	3,52	
Cobre (mg L-1)	G1	5	22,21	36,35	28,87	29,24	5,05	0,310 ³ ns
	G2	5	13,75	46,07	23,85	25,32	12,34	
Prata (mg L-1)	G1	5	1,13	1,95	1,66	1,56	0,34	0,008 ^{3**}
	G2	5	2,01	3,12	2,51	2,58	0,45	

³Teste Mann-Whitney; ** significativo $p \leq 0,01$; DP = desvio-padrão; ns = não significativo

Através dos resultados do teste não paramétrico Mann-Whitney verifica-se que apenas a Prata apresentou diferença significativa entre os grupos, onde se observa que o grupo G2 apresenta valores significativamente superiores ao

grupo G1. ($p=0,008$). Estes resultados também podem ser verificados na Figura 3.

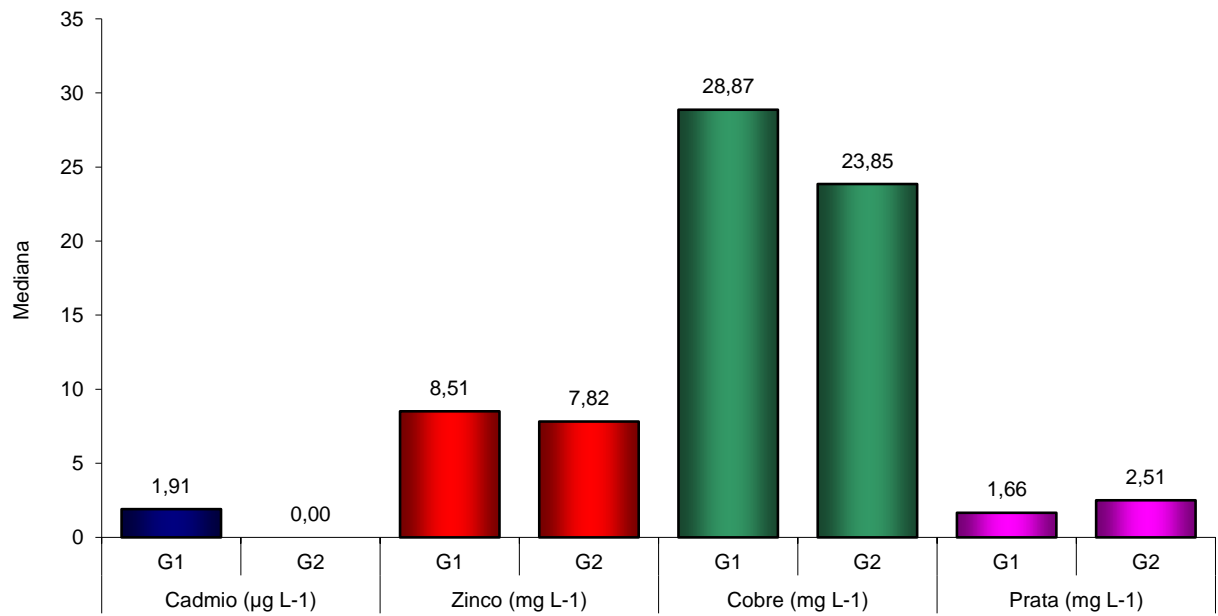


Figura 3 - Comparação entre os grupos G1 e G2 em relação aos íons Cádmio, Zinco, Cobre e Prata.

6 DISCUSSÃO

Os aparelhos mantenedores de espaço ou utilizados para fins variados que fazem uso da solda de prata na ortodontia são inúmeros (SESTINI et al., 2006). Seu uso se destaca pelo elevado tempo que ficam instalados nos pacientes tornando sua boa confecção importantíssima (AGLARCI et al., 2016).

A importância de estudar diferentes ligas metálicas, métodos de confecção, bem como sua biocompatibilidade vem sendo reportada por vários autores em sua literatura (GONÇALVES et al., 2006; ZHANG et al., 2015; AGLARCI et al., 2016). Diversos trabalhos priorizam a avaliação da rugosidade e da liberação iônica na qualidade do processo de fabricação dos dispositivos odontológicos (PHITON et al., 2009).

Na comparação do polimento entre os grupos, a análise de rugosidade superficial revelou que o grupo no qual foi usado os discos de silicone para o polimento de metais obteve melhor resultado, com menores valores de rugosidade de superfície e apresentou uma área mais espelhada e brilhosa. O que corrobora com os achados de Phiton et al., (2009) que demonstrou que o uso de pedras polidoras rotineiramente empregadas para este fim como um padrão, não proporcionou resultados satisfatórios.

No que diz respeito à liberação iônica, a maioria dos metais não mostrou variação em sua detecção, com exceção da prata, isto se deve aos metais encontrados estarem presentes na composição da liga da solda de prata utilizada e, uma vez que, a mesma quantidade foi empregada para realizar a soldagem em ambos os grupos, uma quantidade similar de íons foi encontrada independentemente do tipo de polimento utilizado.

O grupo com maiores irregularidades na superfície também demonstrou liberação de íons de prata mais elevados, isso se deve ao fato de que estas micro irregularidades aumentam a área de superfície deixando-a mais susceptível à corrosão, este achado também foi exposto por (MOCKERS et al., 2002) que evidenciou que quanto melhor o polimento, menor a liberação de íons metálicos.

Segundo Phiton et al., (2009), ligas metálicas polidas apresentam liberação de substâncias menores do que as não polidas, uma vez que este

trabalho objetivou a avaliação de dois tipos de polimento, não houve grupo sem polimento para a comparação.

Achados de Freitas et al., (2009) e Phiton et al., (2009) demonstraram que a biocompatibilidade dos materiais odontológicos está intimamente ligada à liberação iônica e seu comportamento em meio bucal, o que nos leva a concluir, que quando menor a liberação destes íons, menos tóxicos para os tecidos orais será o material e que podemos alterar a liberação de íons de acordo com o polimento empregado.

O cádmio é um metal pesado e tem efeitos cumulativos ao organismo (LIN et al., 2017), o achado deste metal na solda de prata aciona um alerta quanto à possibilidade de contaminação clínica dos pacientes que utilizam estes aparelhos e a importância desta informação constar na composição da liga informada pelo fabricante, seja este metal incorporado de maneira intencional ou não.

7 CONCLUSÃO

Através do presente estudo foi possível concluir que:

- existem diferenças na rugosidade superficial média da solda de prata quando diferentes protocolos de polimento do material são empregados.

- quanto à concentração de íons ferro, cromo e níquel, foi verificado que existe liberação destes íons em todos os grupos avaliados, sendo que há uma maior liberação de níquel e cromo nos grupos em que houve a soldagem com prata.

- quanto aos íons cádmio, prata, zinco e cobre, foi verificado que os mesmos podem ser liberados pela solda de prata independentemente do tipo de polimento empregado. Especificamente em relação à Prata, este íon foi liberado em maiores concentrações no grupo G2 que foi aquele que também apresentou maior rugosidade superficial.

REFERÊNCIAS

- AGLARCI, C. et al. Shear Bond Strength of Intraoral Laser Welding and its Effect on Intrapulpal Temperature Rise in Primary Teeth: An in Vitro Study. **Photomed Laser Surg**, Larchmont, v. 34, n. 3, p. 116-20, Mar 2016. ISSN 1557-8550. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26901518> >.
- ANUSAVICE, K. J. Phillip's Science of Dental Materials. Philadelphia: WB Saunders. 1996
- BERGE, M.; GJERDET, N. R.; ERICHSEN, E. S. Corrosion of silver soldered orthodontic wires. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v. 40, n. 2, p. 75-9, 1982. ISSN 0001-6357. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6125077> >.
- BISHARA, S. E. Oral lesions caused by an orthodontic retainer: a case report. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 108, n. 2, p. 115-7, Aug 1995. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7625381> >.
- CRAIG, R. G., et al. Materiais Dentários: Propriedades e Manipulação. São Paulo: Santos. 2002
- ERDOGAN, A. T. et al. Metal ion release from silver soldering and laser welding caused by different types of mouthwash. **Angle Orthod**, Appleton, v. 85, n. 4, p. 665-72, Jul 2015. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25191838> >.
- FREITAS, M. P. et al. Cytotoxicity of silver solder employed in orthodontics. **Angle Orthod**, Appleton, v. 79, n. 5, p. 939-44, Sep 2009. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19705945> >.
- GONÇALVES, T. S.; DE MENEZES, L. M.; SILVA, L. E. Residual monomer of autopolymerized acrylic resin according to different manipulation and polishing methods. An in situ evaluation. **Angle Orthod**, Appleton, v. 78, n. 4, p. 722-7, Jul 2008. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18302474> >.
- GONÇALVES, T. S. et al. Allergy to auto-polymerized acrylic resin in an orthodontic patient. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 129, n. 3, p. 431-5, Mar 2006. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16527642> >.
- HANKS, C. T.; WATAHA, J. C.; SUN, Z. In vitro models of biocompatibility: a review. **Dent Mater**, Tokyo, v. 12, n. 3, p. 186-93, May 1996. ISSN 0109-5641. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9002862> >.

- HEIDEMANN, J. et al. Orthodontic soldering techniques: aspects of quality assurance in the dental laboratory. **J Orofac Orthop**, Munich, v. 63, n. 4, p. 325-38, Jul 2002. ISSN 1434-5293. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12198747> >.
- JACOBO-ESTRADA, T. et al. Cadmium Handling, Toxicity and Molecular Targets Involved during Pregnancy: Lessons from Experimental Models. **Int J Mol Sci**, v. 18, n. 7, Jul 2017. ISSN 1422-0067. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28737682> >.
- KAO, C. T. et al. The cytotoxicity of orthodontic metal bracket immersion media. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 198-203, Apr 2007. ISSN 0141-5387 (Print). Disponível em: < http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17311801 >.
- LIN, Y. C. et al. Association between soil heavy metals and fatty liver disease in men in Taiwan: a cross sectional study. **BMJ Open**, v. 7, n. 1, p. e014215, 01 2017. ISSN 2044-6055. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28115335> >.
- MATOS DE SOUZA, R.; MACEDO DE MENEZES, L. Nickel, chromium and iron levels in the saliva of patients with simulated fixed orthodontic appliances. **Angle Orthod**, Appleton, v. 78, n. 2, p. 345-50, Mar 2008. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18251615> >.
- MENEZES, L. M. et al. Hypersensitivity to metals in orthodontics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 126, n. 1, p. 58-64, Jul 2004. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15224060> >.
- MENEZES, L. M.; QUINTÃO, C. A.; BOLOGNESE, A. M. Urinary excretion levels of nickel in orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 131, n. 5, p. 635-8, May 2007. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17482083> >.
- MOCKERS, O.; DEROZE, D.; CAMPS, J. Cytotoxicity of orthodontic bands, brackets and archwires in vitro. **Dent Mater**, Tokyo, v. 18, n. 4, p. 311-7, Jun 2002. ISSN 0109-5641. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11992908> >.
- PAZZINI, C. A. et al. Nickel-free vs conventional braces for patients allergic to nickel: Gingival and blood parameters during and after treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 150, n. 6, p. 1014-1019, Dec 2016. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27894522> >.
- PHITON, M.M. et al. Citotoxicidade de Soldas Ortoônticas à Prata. **Orthodontic Science and Practice**, v. 2, n. 6, p. 547-550, 2009.

RAGHUVANSHI, R.; CHAUDHARI, A.; KUMAR, G. N. Amelioration of cadmium- and mercury-induced liver and kidney damage in rats by genetically engineered probiotic *Escherichia coli* Nissle 1917 producing pyrroloquinoline quinone with oral supplementation of citric acid. **Nutrition**, Burbank, v. 32, n. 11-12, p. 1285-94, 2016 Nov-Dec 2016. ISSN 1873-1244. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27209211> >.

SESTINI, S. et al. In vitro toxicity evaluation of silver soldering, electrical resistance, and laser welding of orthodontic wires. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 567-72, Dec 2006. ISSN 0141-5387. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17035485> >.

SHIGETO, N., T. et al. Corrosion properties of soldered joints. Part I: Electrochemical action of dental solder and dental nickel-chromium alloy. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.62, n.5, Nov, p.512-5. 1989.

SHUTTY, B. G.; SCHEINMAN, P. L. Allergic contact mucositis caused by metal: a covertly located permanent dental retainer. **Contact Dermatitis**, Copenhagen, v. 78, n. 1, p. 88-90, Jan 2018. ISSN 1600-0536. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29265445> >.

SOLMI, R. et al. Interactions of fibroblasts with soldered and laser-welded joints. **Biomaterials**, Guildford, v. 25, n. 4, p. 735-40, Feb 2004. ISSN 0142-9612. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14607513> >.

VANDE VANNET, B.; HANSSSENS, J. L.; WEHRBEIN, H. The use of three-dimensional oral mucosa cell cultures to assess the toxicity of soldered and welded wires. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 60-6, Feb 2007. ISSN 0141-5387. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17290016> >.

ZHANG, C. et al. Susceptibility to corrosion of laser welding composite arch wire in artificial saliva of salivary amylase and pancreatic amylase. **Mater Sci Eng C Mater Biol Appl**, v. 55, p. 267-71, Oct 2015. ISSN 1873-0191. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26117761> >.