



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ITALO JOSE VITORINO NETTO

**CARACTERIZAÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS DE  
PACIENTES PORTADORES DE IMPLANTES:  
AVALIAÇÃO POR TXRF**

---

Londrina  
2015



ITALO JOSE VITORINO NETTO

**CARACTERIZAÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS DE  
PACIENTES PORTADORES DE IMPLANTES:  
AVALIAÇÃO POR TXRF**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra.: Cassia Cilene Dezan Garbelini

Co-orientador: Prof. Dr.: Avacir Casanova Andrello

Londrina  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

V845c Vitorino Netto, Italo José.  
Caracterização elementar dos fluidos orais de pacientes portadores de implantes : avaliação por TXRF / Italo José Vitorino Netto. - Londrina, 2015.  
36 f. : il.

Orientador: Cássia Cilene Dezan Garbelini.  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2015.  
Inclui bibliografia.

1. Implantes dentários - Tese. 2. Saliva - Tese. 3. Fluidos orais - Análise química - Tese. I. Garbelini, Cássia Cilene Dezan. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.31

ITALO JOSE VITORINO NETTO

**CARACTERIZAÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS DE PACIENTES  
PORTADORES DE IMPLANTES:  
AVALIAÇÃO POR TXRF**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra.: Cassia Cilene Dezan  
Garbelini  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr.: Ricardo Danil Guiraldo  
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

---

Profa. Dra. Solange de Paula Ramos  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 12 de junho de 2015



Dedico este trabalho a minha família, pelo apoio constante e incomensurável. Aos meus filhos, Luiz Felipe e Yasmin que sirva de exemplo a seguir...



## *AGRADECIMENTOS*

Aos professores e todo pessoal envolvido com o programa, sem os quais esse sonho não seria concretizado.

Agradeço aos meus orientadores por aceitarem a proposta desse estudo, pela paciência e pela constante ajuda no desenvolvimento e conclusão do trabalho. Dr<sup>a</sup>. Cássia, Dr. Avacir, obrigado.

Aos colegas de mestrado, Dayla, Débora, Janaina, Loana, Luhana, Régis, Manoel que estiveram ao meu lado, que percorreram o mesmo caminho para alcançar um objetivo em comum.

À equipe do Laboratório de Física da UEL, em particular ao Prof. Dr. Avacir e à Daniele Maia que fizeram as análises, sem as quais, essa pesquisa não seria possível.

Ao amigo José Norberto que participou dos tratamentos dos pacientes envolvidos na pesquisa, os quais gentilmente colaboraram.

Ao amigo Fernando Baida que se envolveu no projeto como se fosse próprio.

À equipe do consultório que possibilitou os meus estudos durante todo o período do mestrado, Beth, Dra. Naéli e Solange pelo apoio.

Gostaria de agradecer imensamente à minha família que me deu forças, mesmo quando estive ausente, sabendo da importância dessa conquista profissional.

À minha esposa Janaina, ah! A minha esposa, eu te amo!



“Para se ter sucesso, é necessário amar de verdade o que se faz. Caso contrário, levando em conta apenas o lado racional, você simplesmente desiste. É o que acontece com a maioria das pessoas.”

Steve Jobs



VITORINO NETTO, Italo José . **Caracterização elementar dos fluidos orais de pacientes portadores de implantes: avaliação por TXRF**. 2015. Trabalho de Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## **RESUMO**

A corrosão entre metais na forma de ligas ou sistemas diferentes em um meio aquoso e repleto de íons é inevitável. Nas ligas atualmente utilizadas não se sabe o momento onde pode ocorrer e se há equilíbrio. Quando ocorre em meio biológico, seus efeitos deletérios podem ser irreparáveis, seu estudo *in vivo* não é totalmente compreendido e uma forma de avaliar esses acontecimentos é estudar a saliva. O objetivo deste estudo foi caracterizar a composição química dos fluidos orais de pacientes portadores de implantes por meio da Avaliação por Fluorescência de raios-X por reflexão total (TXRF). Também foram estudados os fatores associados com a ocorrência de corrosão, a qual foi caracterizada pela presença de titânio no fluido peri-implantar. Participaram do estudo 30 indivíduos que possuíam ao menos um implante dentário com prótese em carga. Foram coletadas amostras da saliva colhida do ducto da glândula parótida, do fluido gengival de um dente hígido e fluido peri-implantar.

Os elementos químicos presentes em todas as amostras foram P, S, Cl, K, Ca, Zn, Br; também foram encontrados os elementos Ti, Mn, Fe, Ni, Co, Cr, Ar, Rb, Pb. Foi possível identificar presença de titânio no sulco do implante o que sugere corrosão do corpo do implante, e que pode estar relacionado com inflamação em tecidos peri-implantares.

**Palavras-chave:** implantes dentários, prótese dentária, saliva, TXRF, titânio, corrosão, ligas.



VITORINO NETTO, Italo José, **Chemical characterization of oral fluids in patients with osseointegrated dental implants by the means of Total-reflection X-Ray fluorescence analysis (TXRF)**. 2015. Master's degree dissertation (Master's degree in Dental Sciences)- Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## **ABSTRACT**

Different metal and alloy corrosion occurs inevitably in aqueous means with ions, there is no evidence that an equilibrium can or really occurs, when it occurs on a biological environment, its deleterious effects can be irreparable, and no *in vivo* conclusions have been made yet. A way to analyze it is through saliva examination. The aim of the present work was to analyze qualitatively the inorganic chemical components of the saliva from the parotid gland, a dental sulcus and a dental implant sulcus by the means of total-reflection X-Ray fluorescence analysis (TXRF). Possible factors associated with corrosion occurrence, which was characterized by the presence of titanium ions on fluids off implant sulcus. Thirty individuals have participated with at least one dental implant with a functional prosthetic work installed. P, S, Cl, K, Ca, Zn, Br was found in all volunteers. Ti, Mn, Fe, Ni, Co, Cr, Ar, Rb, Pb are others chemicals also found. It was possible to identify titanium collected from the dental implant sulcus, that suggests corrosion between the implant and the crown, which can be related with peri-implant diseases.

**Key words:** dental implants, dental prothesis, saliva, TXRF, titanium, corrosion, alloys.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Coleta do ducto parotídeo.....	16
<b>Figura 2</b> – Coleta do sulco dentário .....	16
<b>Figura 3</b> – Coleta do sulco de implante .....	17
<b>Figura 4</b> – (a) pastilha cilíndrica; (b) pastilha no porta amostra (c) porta amostra para secagem .....	17
<b>Figura 5</b> – Sistema TXRF a) espectrômetro b) computador.....	18
<b>Figura 6</b> – Fluorescência do Ti em GC nos diferentes sítios de coleta .....	23
<b>Figura 7</b> – Figura do espectro do grupo GC .....	25
<b>Figura 8</b> – Figura do espectro do grupo GNC.....	25
<b>Figura 9</b> – Fluorescência dos elementos químicos nos fluidos provenientes: a) Glândula Parótida; b) Sulco Gengival; c) Sulco Peri-implantar.....	27



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Mediana e percentis dos valores de fluorescência dos elementos químicos encontrados na saliva da glândula parótida, no fluido gengival e peri-implantar.....	20
<b>Tabela 2</b> – Comparação de GC e GNC em relação às variáveis quantitativas (idade do paciente; tempo de instalação do implante; tempo de instalação da prótese).....	22
<b>Tabela 3</b> – Comparação de GC e GNC em relação às variáveis categóricas (tipo do implante; tipo da prótese, arcada; gênero do paciente)..	22
<b>Tabela 4</b> – Discriminação dos principais elementos químicos encontrados.....	23
<b>Tabela 5</b> – Fluorescência média dos elementos químicos detectados nos fluidos provenientes da glândula parótida, sulco gengival e sulco peri-implantar.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ar	argônio
Br	bromo
Ca	cálcio
Ca <sup>+2</sup>	íon Cálcio
Cl	cloro
Cl <sup>-</sup>	íon cloro (cloreto)
Co	cobalto
Cr	cromo
EDXRF	fluorescência de raios X por dispersão em energia
F <sup>-</sup>	íon flúor (fluoreto)
Fe	ferro
$HCO_3^-$	bicarbonato
$HPO_3^{-2}$	fosfato
K	potássio
K <sup>+</sup>	íon potássio
KeV	energia do feixe quilo-elétron-volt
KV	quilovolt
μA	mili ampère
$Mg^{+2}$	íon magnésio
Mn	manganês
Mo	molibdênio
$Na^+$	Íon sódio
NBR	Norma Brasileira
Ni	níquel
P	fósforo
Pb	chumbo
pH	potencial hidrogeniônico
Rb	rubídio

S	enxofre
Ti	titânio
Ti-6Al-4V	Liga de titânio comercialmente puro contendo os elementos químicos titânio, alumínio e vanádio
TXRF	Fluorescência de Raios X por Reflexão Total
Zn	zinco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b>	15
2.1	<i>Coleta das amostras</i>	15
2.2	<i>Análise química da saliva</i>	18
2.3	<i>Análise Estatística</i>	19
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	20
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	23
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	30
<b>6</b>	<b>APÊNDICES</b>	
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Esclarecido	32
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b>	
	ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP	34

## 1. INTRODUÇÃO

Na Odontologia contemporânea, os implantes osseointegrados são fundamentais para reabilitação estética e funcional de pacientes com perdas dentárias múltiplas ou unitárias. Existe uma demanda crescente no seu emprego, no Brasil foram realizados aproximadamente 800.000 implantes em 2014 e investimentos de R\$400.000.000,00, deixando o país atrás apenas dos Estados Unidos (910.000 unidades em 2.000)<sup>1</sup>. Estudos indicam que muitos insucessos e falhas relacionados aos implantes ou às próteses não são diagnosticados ou são mal interpretados por falta de critérios específicos<sup>2,3</sup> e por esse motivo o sucesso de 95% a 98% indicado na literatura pode ser menor, o que indica aumento do custo de manutenção e aumento nas repetições (retratamentos) a medida que aumenta a quantidade de implantes instalados, o que afeta um número maior de pessoas globalmente. O principal fator de insucesso é a peri-implantite, que se caracteriza pela perda óssea contínua do osso alveolar que circunda o implante<sup>1</sup>. Os fatores desencadeantes da peri-implantite podem ser agrupados em quatro categorias: lesões da interface peri-implantar, presença de bactéria agressiva, estresse mecânico excessivo e corrosão. Se um desses fatores pode iniciar uma reação em cadeia causando a patologia, então os outros fatores podem se combinar agravando a situação.<sup>4</sup>

Porém, apesar da corrosão estar implicada na ocorrência da peri-implantite poucos estudos se dedicaram ao seu estudo “*in vivo*”. Embora os fabricantes afirmem que os implantes são quimicamente estáveis, a presença de macrófagos carregados com titânio (Ti) no tecido mole peri-implantar de implantes que falharam revelam a ocorrência de corrosão.<sup>5</sup> Evidências sugerem que os íons Ti apresentam um comportamento diferente nos fluidos orais, revelando altas concentrações no fluido gengival em comparação com a saliva total.<sup>6</sup> Compreender a corrosão que acontece no sulco peri-implantar e o *clearance* (\*) do Ti na cavidade bucal pode fornecer elementos importantes para o

---

\* *Clearance*: Tempo que uma substância deixa de ser detectada na saliva

desenvolvimento de métodos e técnicas mais eficientes.

A saliva representa um meio auxiliar diagnóstico valioso, pois é sensível a alterações inorgânicas,<sup>7</sup> seu acesso é fácil, indolor e não-invasivo configurando vantagem quando comparado a outros exames.<sup>8</sup> As pesquisas que envolvem a sialometria e a sialoquímica mostram que é possível fazer o diagnóstico de doenças sistêmicas,<sup>2</sup> doenças auto-imunes como a síndrome de Sjögren,<sup>9</sup> detecção de drogas<sup>10, 11</sup> e verificar contaminação por metais pesados.<sup>12</sup> A aplicação do diagnóstico salivar para doenças sistêmicas atingiu um grande avanço em 2002 quando o *National Institute of Dental and Craniofacial Research (NIDCR)* desenvolveu um programa para esse fim.<sup>13</sup> Porém, os inúmeros fatores que influenciam sua secreção e composição, assim como a ausência de métodos adequados para sua coleta e leitura padronizada e precisa, são obstáculos para uma maior utilização do fluido como ferramenta no diagnóstico de patologias, nas diferentes áreas de interesse.<sup>14</sup>

Com o avanço da tecnologia no emprego dos raios X, a análise por Fluorescência de Raios X por Reflexão Total (TXRF) pode trazer resultados promissores, pois é capaz de identificar elementos químicos em pequenas quantidades de amostras a partir de amostras líquidas (da ordem de 5µl). Essa metodologia já foi empregada no estudo das alterações na concentração dos principais elementos químicos (Ca, P) do cálculo dentário ao longo de um ano,<sup>15</sup> na verificação da composição de sialólitos de glândulas submandibulares humanas removidos do ducto de Wharton,<sup>16</sup> bem como para comparação química da saliva de fumantes e não fumantes.<sup>17</sup> Recentemente a análise TXRF demonstrou a existência de altas quantidades de Ti no fluido gengival de incisivos inferiores hígidos de pacientes portadores de implantes em outras regiões da boca.<sup>6</sup>

Assim, o presente estudo foi conduzido considerando o papel da corrosão no desenvolvimento da patologia peri-implantar, a importância da saliva como ferramenta diagnóstica e as novas tecnologias aplicadas à sua análise. Seu objetivo foi caracterizar a composição química da saliva colhida do ducto da glândula parótida, fluido gengival de um dente hígido e fluido peri-implantar de

indivíduos portadores de implantes dentários. Também foram estudados os fatores associados com a ocorrência de corrosão, a qual foi caracterizada pela presença de Ti no fluido peri-implantar.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Participaram do estudo indivíduos, adultos de ambos os gêneros (16 homens e 14 mulheres), com idade entre 33 e 80 anos. Os critérios de inclusão, no estudo foram:

- a) Possuir ao menos um implante dentário exposto ao meio oral;
- b) Apresentar prótese instalada em função;
- c) Ser livre de periodontite ativa;
- d) Possuir ao menos seis dentes hígidos na cavidade bucal;
- e) Não apresentar peri-implantite;
- f) Não apresentar próteses em outras regiões do corpo.

Todos os pacientes envolvidos no estudo apresentavam somente implante(s) da marca Straumann® na cavidade bucal, o(s) qual(s) foram instalados conforme o estabelecido pelo fabricante, por dois cirurgiões-dentistas especialistas da área. Segundo o fabricante, os implantes são compostos de Ti tipo IV comercialmente puro (Ti-6Al-4V),<sup>18</sup> com tratamento de superfície SLA® Sand-blasted, Large grit, Acid-etched (superfície tratada por jato de areia grossa, corroída com ácido), conforme descrito na literatura<sup>19</sup> com conexão protética em nível ósseo (*bone level*) ou em nível de tecido mole (*tissue level*).

Todas as próteses instaladas, metalo-plásticas ou metalo-cerâmicas tinham como liga metálica de sobrefundição a composição de Ni-Cr (ANVISA: 10347940065).

### 2.1 Coleta das amostras

Previamente às coletas das amostras os pacientes foram instruídos a:

- Se absterem de bebidas alcoólicas antes da coleta por período mínimo de 24h;
- Escovarem os dentes sem dentifrício e com escova dentária nova (fornecida pelo pesquisador) na manhã da coleta;
- Guardar jejum no dia da coleta.

Todas as coletas foram realizadas em consultório odontológico, no período da manhã entre 7h e 11h. Inicialmente, foi realizado exame clínico bucal para diagnóstico da presença ou ausência de doença peri-implantar e periodontite ativa. Caso o paciente apresentasse uma das condições era excluído do estudo. As coletas das amostras ocorreram na seguinte ordem:

1. Saída do ducto salivar da parótida direita (ducto de Stenon) (figura 1);
2. Sulco gengival do incisivo central direito hígido (quando o dente não atendia essa condição, amostrava-se o elemento adjacente mais próximo) (figura 2);
3. Sulco peri-implantar (figura 3).



**Figura 1 - Coleta do ducto parotídeo**



**Figura 2 - Coleta do sulco dentário**



**Figura 3 - Coleta do sulco de implante**

Em todos os sítios foi coletado um volume mínimo de 5 $\mu$ l, utilizando-se uma micro-pipeta graduada da marca Rainin Lite XLS® com ponteira estéril de 10  $\mu$ l livre de pirógenos, descartada após coleta de cada sítio.

Todas as amostras foram depositadas à fresco sobre uma pastilha cilíndrica de acrílico com diâmetro de 3cm (Bruker S.A.). Essa pastilha apresenta uma película protetora por face que foi removida apenas no momento da deposição da amostra para evitar contaminação. Um porta amostra com marcação central foi utilizado para manuseio da pastilha sem sua contaminação. A seguir as amostras foram acondicionadas em um porta amostra de transporte, onde secaram naturalmente em temperatura ambiente e protegidas de contaminantes do ar (Figura 4). O porta amostra foi mantido num invólucro plástico selado até o momento da leitura das amostras.



**Figura 4 - (a) pastilha cilíndrica; (b) pastilha no porta amostra (c) porta amostra para secagem**

(a)

(b)

(c)

## 2.2 Análise Química da Saliva

Os espectros foram obtidos pelo sistema de TXRF S2 Picofox (Figura 5) localizado no Laboratório de Física Nuclear Aplicada na Universidade Estadual de Londrina. Cada amostra foi irradiada com um tubo de raios-X de alvo Mo a 20 KeV, 50 KV e 602 $\mu$ A por um tempo de exposição de 500s (Bruker S.A.).

Os elementos químicos presentes na saliva foram analisados qualitativamente separadamente do fluido gengival, peri-implantar e saliva da parótida.

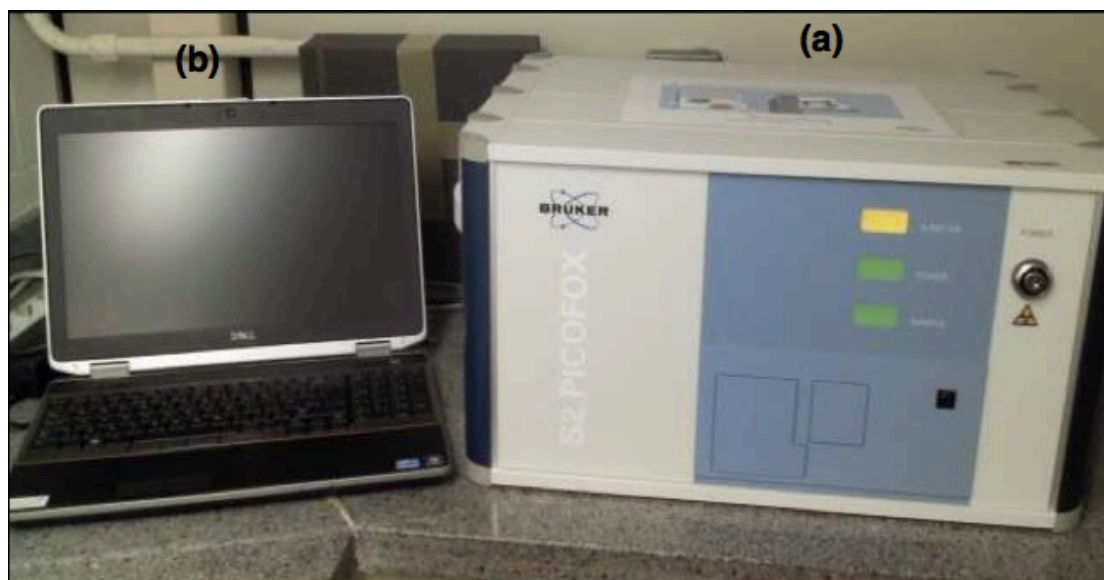


Figura 5 - Sistema TXRF a) espectrofotômetro b) computador

## 2.3 Análise Estatística

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados, com cálculo de medidas de tendência central e dispersão para dados quantitativos. Para os dados categóricos foram estabelecidas as frequências absolutas e relativas. Os participantes do estudo foram divididos em dois grupos: grupo corrosão (GC) e grupo não corrosão (GNC), os quais foram determinados pela presença de Ti no sulco peri-implantar. Aqueles que apresentavam Ti no sulco peri-implantar foram alocados em GC e os que não apresentavam em GNC. Assim aplicou-se o teste qui quadrado para verificar a associação entre as variáveis e os diferentes grupos. Para a comparação entre as médias dos dados contínuos que

apresentavam distribuição normal e homogeneidade de variância empregou-se o teste t de student. Para os dados que não apresentavam distribuição normal e homogeneidade de variância empregou-se o teste de Mann Whitney. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SPSS em nível de significância de 5%.

### 3. RESULTADOS

Considerando que os dados não apresentavam distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov:  $P = 0,00$ ), utilizou-se o teste de Kruskal Wallis para a comparação entre os locais de coleta, seguido do teste de Mann Whitney

Dos 30 participantes do estudo, 13 (43,3%) era do sexo feminino e 17 (56,7%) do masculino. A idade média dos participantes foi de  $56 \pm 11$  anos. O tempo médio decorrido desde a instalação do implante e da prótese foi, respectivamente,  $24,13 \pm 12,88$  e  $19,40 \pm 12,16$  meses. A maioria dos implantes estava localizada na maxila ( $n = 16$ ; 53,3%), eram tissue level ( $n = 19$ ; 63,3%) e apresentavam prótese do tipo C ( $n = 25$ ; 83,3%).

Os elementos P, S, Cl, K e Ca foram encontrados em todos os indivíduos em ao menos um local de coleta. Os principais elementos químicos identificados nas diferentes amostras e locais de coleta estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Mediana e percentis dos valores de fluorescência dos elementos químicos encontrados na saliva da glândula parótida, no fluido gengival e peri-implantar.

Sítio da Coleta	Elemento	n	Valor Mínimo	Percentil 25%	Mediana	Percentil 75%	Valor Máximo
PARÓTIDA	P	29	1503	10170,50	13416,00	24176,50	59922
	S	29	1279	5850,00	9560,00	19554,00	63607
	Cl	29	7679	45995,00	94698,00	1500458,00	400885
	K	29	27770	172309,00	322632,00	545842,50	1300758
	Ca	29	4302	16387,50	24288,00	39368,00	169032
	Cr	3	764	764,00	897,00	1176,00	1176
	Mn	5	107	474,50	891,00	1008,00	1106
	Ti	4	602	637,00	1134,50	1899,75	2024
	Fe	27	144	455,00	972,00	2220,00	6941
	Ni	2	98	98,00	4558,50	9019,00	9019
	Cu	8	147	256,50	518,50	731,00	1041
	Zn	28	160	800,25	1671,50	3449,50	21115
	Br	29	1283	12350,00	22859,00	36613,00	179032
	Rb	10	8111	16993,00	30378,50	47441,50	54138
	Si	1	664	664,00	664,00	664,00	664
	Pb	1	47718	47718,00	47718,00	47718,00	47718
	Sr	0	0	0	0	0	0

Continuação da tabela 1

DENTE	P	29	1919	6236,00	9155,00	19424,50	38260
	S	29	2256	5579,00	9543,00	17226,00	51026
	Cl	29	15309	45306,00	69313,00	111401,00	218419
	K	29	41801	128714,50	189366,00	354803,50	708293
	Ca	29	5576	20133,00	44022,00	85643,50	316899
	Cr	0	0	0	0	0	0
	Mn	11	546	1162,00	1358,00	1775,00	2695
	Ti	9	339	433,00	996,00	1722,50	2769
	Fe	28	254	469,00	1745,50	4294,50	12567
	Ni	5	146	215,50	433,00	3700,50	4261
	Cu	11	238	488,00	639,00	1178,00	5937
	Zn	28	162	890,25	2041,50	7769,25	245263
	Br	29	2825	9079,50	17480,00	22909,00	81109
	Rb	6	9416	11940,50	17639,00	25001,50	29386
	Si	0	0	0	0	0	0
	Pb	1	2778	2778,00	2778,00	2778,00	2778
	Sr	1	35842	35842,00	35842,00	35842,00	35842
IMPLANTE	P	30	697	8696,25	13070,50	18354,00	35188
	S	30	2406	9365,75	17327,50	25598,50	41141
	Cl	30	3003	41398,25	108145,00	220511,00	359994
	K	30	7518	165862,75	266123,00	518161,25	1023564
	Ca	30	5100	21912,00	46103,00	74931,50	785905
	Cr	1	395	395,00	395,00	395,00	395
	Mn	9	427	661,00	2108,00	2859,00	3105
	Ti	15	118	506,00	757,00	1121,00	5265
	Fe	29	91	627,50	2030,00	3471,00	58871
	Ni	5	230	276,00	549,00	1182,00	1220
	Cu	13	400	539,00	735,00	1257,00	1423
	Zn	28	426	1649,25	4927,50	9948,75	77525
	Br	28	1610	9168,50	14535,50	30660,50	76144
	Rb	10	2387	12002,50	26560,00	33187,25	45384
	Si	0	0	0	0	0	0
	Pb	1	2035	2035,00	2035,00	2035,00	2035
	Sr	1	14883	14883,00	14883,00	14883,00	14883

Em relação à ocorrência de corrosão no sulco peri-implantar, 15 (50,00%) apresentavam (GC). Não foi constatada diferença entre GC e GNC em relação a idade, tempo médio (em meses) decorrido desde a instalação do implante e tempo decorrido desde a instalação da prótese (Tabela 2). O sexo, tipo de implante e de prótese utilizada na reabilitação, bem como arco dentário em que foi realizado o implante também não influenciaram na corrosão (Tabela 3). Na comparação entre os grupos não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre a fluorescência média dos elementos químicos nos diferentes sítios de coleta.

**Tabela 2 - Comparação de GC e GNC em relação às variáveis quantitativas (idade do paciente; tempo de instalação do implante; tempo de instalação da prótese)**

	Corrosão	n	Média	Desvio Padrão	Valor de P*
Idade	Não	15	59,00	9,12	0,560
	Sim	15	56,40	14,40	
Tempo de Implante	Não	15	25,93	11,304	0,454
	Sim	15	22,33	14,460	
Tempo de Prótese	Não	15	21,27	11,610	0,410
	Sim	15	17,53	12,800	

\*Teste t de student

**Tabela 3 - Comparação de GC e GNC em relação às variáveis quantitativas (tipo do implante; tipo da prótese, arcada; gênero do paciente)**

Variável	Categoria	Corrosão				Valor de P*
		Não		sim		
Tipo do Implante	TL	10	33,33	9	30,00	1,000
	BL	5	16,67	6	20,00	
Tipo de Prótese	MC	13	43,33	12	40,00	1,000
	MP	2	6,67	3	10,00	
Arco	MD	5	16,67	9	30,00	0,272
	MX	10	33,33	6	20,00	
Gênero	feminino	5	16,67	8	26,67	0,462
	masculino	10	33,33	7	23,33	

\*teste Exato de Fisher

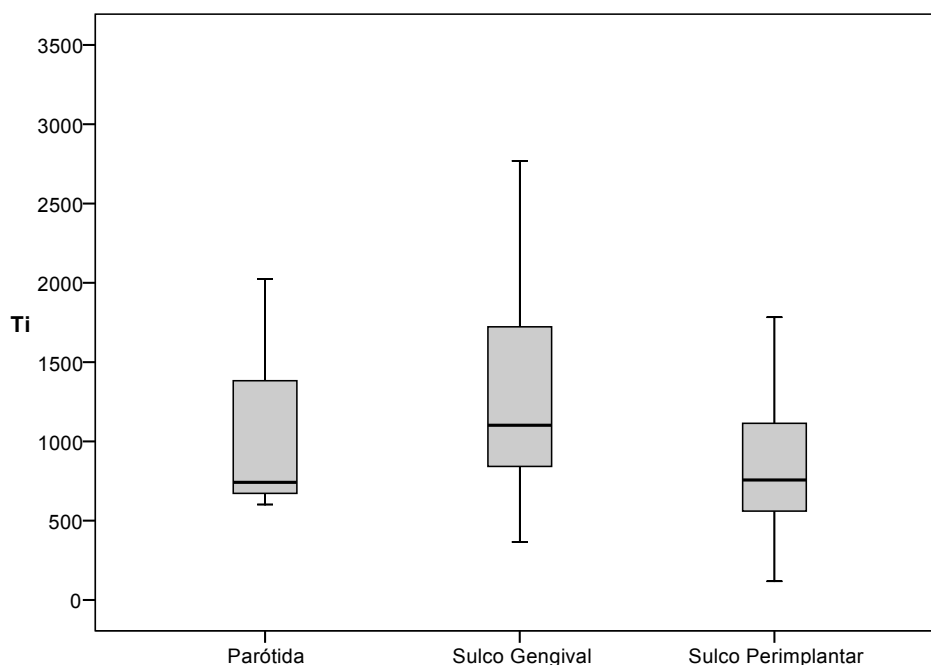


Figura 6 - Fluorescência do Ti em GC, nos três diferentes sítios de coleta (p = 0,503)

No grupo corrosão, não foi constatada diferença significativa na fluorescência do Ti nos três diferentes sítios de coleta (Figura 6)

Dos 30 participantes do estudo, 17 (53,57%) eram do sexo masculino e 13 (46,43%) do feminino. A idade média dos participantes foi  $57,03 \pm 11,22$  anos. O tempo médio decorrido desde a instalação do implante e da prótese foi, respectivamente,  $1,93 \pm 1,07$  e  $1,35 \pm 0,98$  anos.

Os elementos Br, Ca, Cl K, P e S foram encontrados em todos os indivíduos em um ou mais locais de coleta. Os principais elementos químicos identificados nas diferentes amostras, nos diferentes locais estão discriminados na Tabela 1.

**Tabela 4**–Discriminação dos principais elementos químicos encontrados. (os números da tabela indicam em quantos pacientes foram encontrados os elementos)

Elemento Local	Br	Ca	Cl	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Ni	P	Pb	Rb	S	Si	Sr	Ti	Zn
Saliva ducto	29	29	29	3	8	27	29	5	2	29	1	9	29	1	0	6	28
Sulco dente	29	29	29	0	11	29	29	11	5	30	1	6	29	1	1	12	28
Sulco implante	28	30	30	1	13	29	30	9	5	30	1	10	30	2	1	15	28

A Tabela 2 mostra a fluorescência média dos elementos químicos encontrados nos fluidos provenientes da glândula parótida (P), sulco gengival (SG) e sulco peri-implantar (SPI). Foi detectado a presença de chumbo em um participante e nos três sítios de coleta (P = 664,00; SG = 2788,00; SPI = 2035,00). O estrôncio também foi detectado em um único participante e em dois sítios de coleta (SG = 35842,00; SPI = 14883,00). O silício foi detectado no sulco gengival de somente um participante (SG = 6432,00). Não foram detectadas diferenças estatísticas significantes na fluorescência dos diferentes elementos químicos comparando-se os três sítios de coleta. A figura 7 mostra o espectro gerado pela leitura do fluido coletado de um sulco de implante do GC e a figura 8 do grupo GNC.

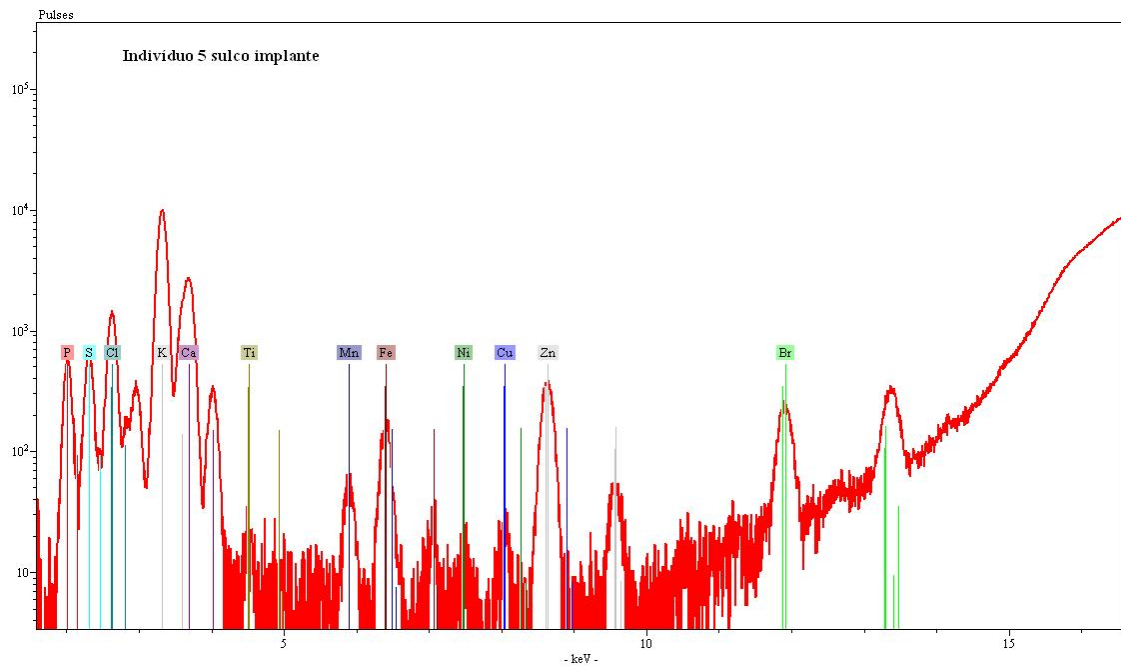


Figura 7 Espectro de um indivíduo do grupo corrosão onde foi possível detectar titânio

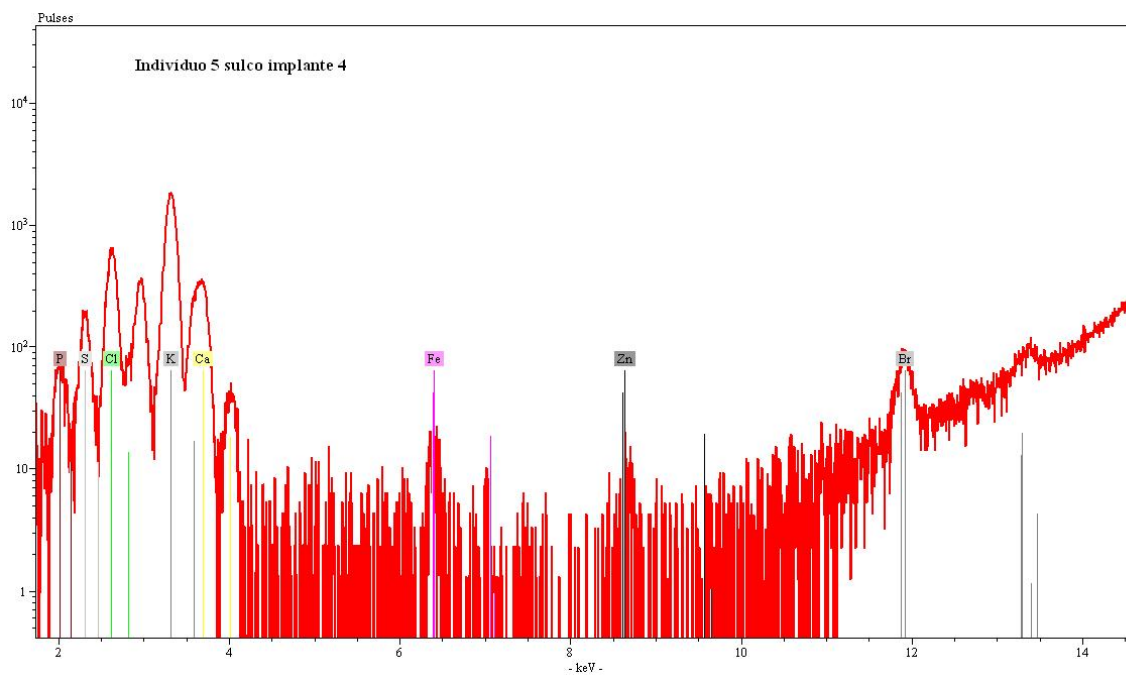
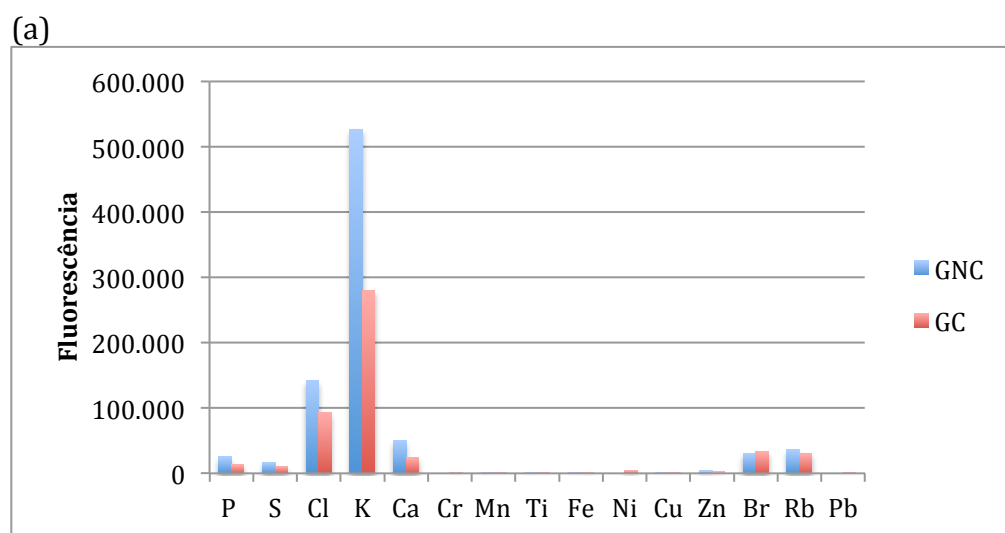


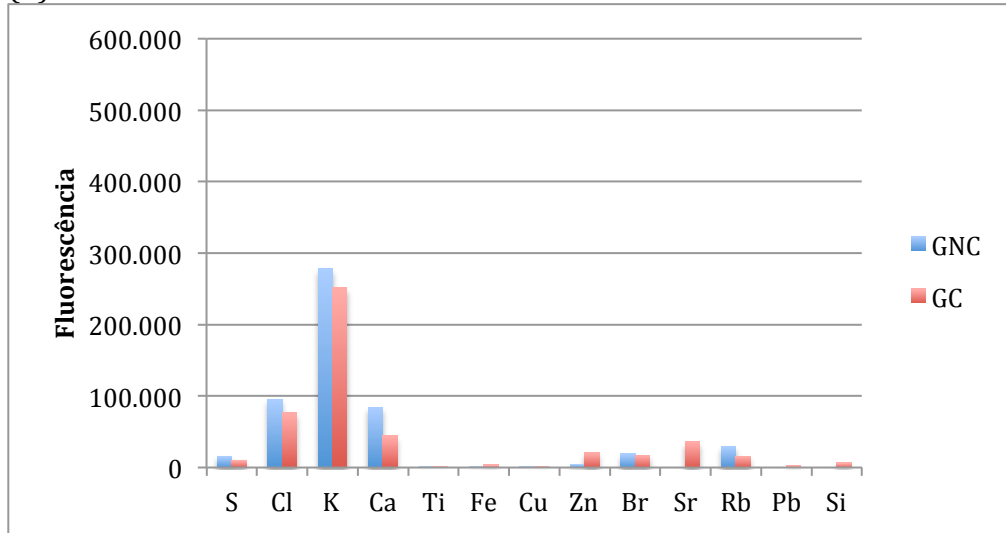
Figura 8 Espectro de um indivíduo do grupo não-corrosão onde não se detectou titânio

**Tabela 5** – Fluorescência média dos elementos químicos detectados nos fluidos provenientes da glândula parótida, sulco gengival e sulco peri-implantar.

	Glândula Parótida		Sulco Gengival		Sulco Peri-Implantar		Valor de P
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
<b>P</b>	18946,11	15679,31	12594,57	8904,03	13542,21	7575,90	0,082
<b>S</b>	13603,36	12763,21	12806,46	10131,00	17516,93	10745,87	0,252
<b>Cl</b>	116389,75	96109,70	85138,64	54394,48	127400,61	102293,41	0,175
<b>K</b>	394660,86	314903,64	263762,61	161591,97	315258,86	192256,00	0,112
<b>Ca</b>	36369,89	36583,21	62776,25	63747,28	86464,68	153247,89	0,168
<b>Cr</b>	1036,50	197,28	--	--	--	--	--
<b>Mn</b>	771,20	384,67	1417,36	596,84	1836,44	1048,42	0,065
<b>Ti</b>	291,57	690,63	367,14	571,16	582,46	1041,70	0,368
<b>Fe</b>	1512,46	1473,14	2860,57	3256,84	4506,61	10893,13	0,264
<b>Ni</b>	4558,50	6308,10	1281,25	1989,95	729,00	525,34	0,311
<b>Cu</b>	502,14	328,64	1221,00	1597,76	806,08	358,16	0,333
<b>Zn</b>	2942,26	4247,84	13675,63	46624,77	9576,04	16353,26	0,385
<b>Br</b>	31938,79	35088,47	18224,75	15321,06	21552,42	17561,75	0,099
<b>Rb</b>	33380,78	16274,67	18310,33	7236,00	21574,50	11770,88	0,075
<b>Si</b>	--	--	6432,00	--	1599,50	788,42	--



(b)



(c)

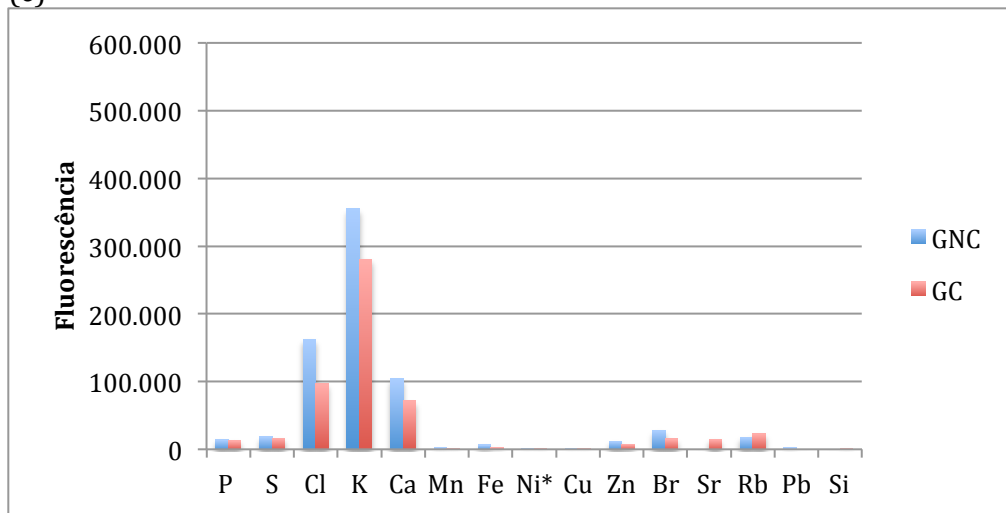


Figura 9 - Fluorescência dos elementos químicos nos fluidos provenientes: a) Glândula Parótida; b) Sulco Gengival; c) Sulco Peri-implantar. \*p = 0,005

#### 4. DISCUSSÃO

A presença de titânio no fluido do sulco peri-implantar em metade dos participantes do estudo indica que apesar das ligas de titânio terem estabilidade química conhecida<sup>20</sup> ocorrem processos de corrosão devido aos diferentes metais componentes dos implantes e das próteses.

Os prováveis mecanismos de corrosão que ocorrem na cavidade oral pelo contato com a saliva – solução eletrolítica fraca - são a oxirredução e formação de célula galvânica.

Segundo a *American Society for Testing and Materials*, a “corrente galvânica” é formada por um par de condutores, geralmente metais que mantem contato elétrico. A corrosão galvânica ocorre entre diferentes metais, ligas ou sistemas metálicos por contato elétrico em um meio com eletrólitos corrosivos, sendo menor quanto mais nobre e mais intenso quando não-nobre.<sup>21</sup> Essa situação pode ocorrer independentemente de próteses metalo-cerâmicas ou metalo-plásticas.

Quando há liberação de íons na solução, esta tende a se tornar saturada, porém com a constante renovação que ocorre na saliva, esse fenômeno não ocorre, o que permite a manutenção do processo contínuo de corrente galvânica. Fato esse que pode levar à corrosão de toda a superfície metálica ou concentrada em um ponto.<sup>22</sup> A ação corrosiva também está relacionada ao contato entre os diferentes polos entremeados pela saliva. Esse fenômeno constitui o principio de pontos de corrosão localizados pela atuação e aumento de íons cloro no local e consequente redução do pH.<sup>21</sup> Quanto menor a micro-movimentação entre o implante e a prótese, menor o movimento de fluido entre esses componentes – que funcionam como polos – logo a adaptação da prótese pode ter influência na saúde peri-implantar não somente pelo aspecto microbiológico mas também químico.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram os escassos estudos clínicos sobre a ocorrência de corrosão em implantes dentários.<sup>6</sup>

A capacidade que o organismo tem de se defender da presença de íons metálicos pode explicar porque esse fenômeno não traz problemas clínicos em todos os casos.<sup>23</sup>

A constante troca de fluidos orais pode manter a corrente galvânica, por outro lado pode ser o motivo pelo qual não há grande concentração de íons metálicos em um sítio específico (sulco peri-implantar ou sulco periodontal) o que levaria a prováveis reações biológicas entre elas a peri-implantite. O fluxo salivar normal poderia ser uma forma natural de proteção contra o aparecimento da peri-implantite.

Estudos recentes demonstram a preocupação clara com a liberação de metais componentes de próteses metálicas<sup>24</sup> e das próteses dentárias.<sup>25</sup> Apesar disso em revisões de literatura a respeito de complicações biológicas com reabilitações implantossuportadas há pouca referência a possíveis complicações devido aos metais contidos no conjunto implante-prótese, pois as reais razões das complicações biológicas não são totalmente compreendidas.<sup>26</sup>

Em GC não foi constatada diferença significativa na fluorescência do titânio entre os diferentes locais de coleta, quais sejam, sulcos peri-implantar e gengival, e saída da glândula parótida. A presença de titânio no fluido do sulco peri-implantar ou mesmo na saliva oriunda da glândula salivar (parótida), provavelmente tem origem relacionada à corrosão do próprio corpo do implante. Assim os resultados evidenciam que o íon, uma vez liberado é deglutido juntamente com a saliva, absorvido no trato gastrointestinal chegando à corrente sanguínea, o que poderia explicar sua ocorrência no fluido gengival e excreção na saliva coletada na saída da glândula parótida. Esses achados contrapõem o descrito por Abraham et al. (2014), que afirmam que os íons liberados pelos implantes são incorporados ao organismo via fluido gengival e metabolizados nos órgãos não alcançando as glândulas salivares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Odontologia CFd Implantes dentários: indústria nacional já atende 90% deste mercado. <http://cfo.org.br/todas-as-noticias/implantes-dentarios-industria-nacional-ja-atende-90-deste-mercado/>; Conselho Federal de Odontologia 2014. "<http://cfo.org.br>. Accessed 06 de fevereiro 2015.
2. Papaspyridakos P, Chun-Jung C, Sung-Kiang C, Weber H-P, Gallucci GO. A Systematic Review of Biologic and Technical Complications with Fixed Implant Rehabilitations for Edentulous Patients. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2012;27(1):102-10.
3. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 Suppl 6:22-38.
4. Mouhyi J, Dohan Ehrenfest DM, Albrektsson T. The peri-implantitis: implant surfaces, microstructure, and physicochemical aspects. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(2):170-83.
5. Olmedo D, Fernandez MM, Guglielmotti MB, Cabrini RL. Macrophages related to dental implant failure. *Implant Dent* 2003;12(1):75-80.
6. Abraham JA, Sánchez HJ, Grenón MS, Pérez CA. TXRF analysis of metals in oral fluids of patients with dental implants. *X-Ray Spectrometry* 2014;43(4):193-97.
7. Chiappin S, Antonelli G, Gatti R, De Palo EF. Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation. *Clin Chim Acta* 2007;383(1-2):30-40.
8. Malamud D. Salivary diagnostics: the future is now. *J Am Dent Assoc* 2006;137(3):284, 86.
9. Streckfus CF, Bigler LR. Saliva as a diagnostic fluid. *Oral Dis* 2002;8(2):69-76.
10. Aps JKM, Martens LC. Review: The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva. *Forensic Science International* 2005;150(2-3):119-31.
11. Crouch DJ. Oral fluid collection: The neglected variable in oral fluid testing. *Forensic Science International* 2005;150(2-3):165-73.
12. Gil F, Hernández AF, Márquez C, et al. Biomonitorization of cadmium, chromium, manganese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed population. *Science of The Total Environment* 2011;409(6):1172-80.
13. Malamud D. Saliva as a Diagnostic Fluid. *Dental Clinics of North America* 2011;55(1):159-78.
14. Schipper RG, Silletti E, Vingerhoeds MH. Saliva as research material: Biochemical, physicochemical and practical aspects. *Archives of Oral Biology* 2007;52(12):1114-35.
15. Abraham J, Grenon M, Sanchez HJ, Perez C, Barrea R. A case study of elemental and structural composition of dental calculus during several stages of maturation using SRXRF. *J Biomed Mater Res A* 2005;75(3):623-8.

16. Teymoortash A, Buck P, Jepsen H, Werner JA. Sialolith crystals localized intraglandularly and in the Wharton's duct of the human submandibular gland: an X-ray diffraction analysis. *Arch Oral Biol* 2003;48(3):233-6.
17. Abraham JA, Sánchez HJ, Valentinuzzi MC, Grenón MS. Influence of smoking on the elemental composition of oral fluids: a TXRF approach. *X-Ray Spectrometry* 2010;39(6):372-75.
18. Kim H, Choi SH, Ryu JJ, et al. The biocompatibility of SLA-treated titanium implants. *Biomed Mater* 2008;3(2):025011.
19. Buser DA, Schroeder A, Sutter F, Lang NP. The new concept of ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants: Part 2. Clinical aspects, indications, and early clinical results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3(3):173-81.
20. Reclaru L, Lerf R, Eschler PY, Blatter A, Meyer JM. Evaluation of corrosion on plasma sprayed and anodized titanium implants, both with and without bone cement. *Biomaterials* 2003;24(18):3027-38.
21. Reclaru L, Meyer JM. Study of corrosion between a titanium implant and dental alloys. *J Dent* 1994;22(3):159-68.
22. Anusavice KJ, Phillips RWSodm. Phillips' science of dental materials. 11th ed. ed. St. Louis, Mo. ; [Great Britain]: Saunders; 2003.
23. Sugiyama M. Role of cellular antioxidants in metal-induced damage. *Cell Biology and Toxicology* 1994;10(1):1-22.
24. Reclaru L, Eschler PY, Lerf R, Blatter A. Electrochemical corrosion and metal ion release from Co-Cr-Mo prosthesis with titanium plasma spray coating. *Biomaterials* 2005;26(23):4747-56.
25. Chang H, Tomoda S, Silwood CJ, Lynch E, Grootveld M. <sup>1</sup>H NMR investigations of the molecular nature of cobalt(II) ions in human saliva. *Arch Biochem Biophys* 2012;520(1):51-65.
26. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP, Gallucci GO. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27(1):102-10.

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS E COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS - AVALIAÇÃO POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X POR REFLEXÃO TOTAL (TXRF).

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS E COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS - AVALIAÇÃO POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X POR REFLEXÃO TOTAL (TXRF). O objetivo da pesquisa é avaliar a composição da saliva e líquidos presentes na boca nas proximidades dos dentes e dos implantes sadios e com irritação na gengiva.

A sua participação é importante e depende da sua autorização para coleta (de forma indolor) de um pequeno volume de saliva de um ou mais locais com um instrumento similar a um pequeno canudo. De acordo com a possibilidade, em uma única sessão de cerca de trinta minutos, serão colhidas de duas a quatro amostras de locais diferentes da boca. Os elementos químicos como cálcio, flúor e outros serão identificados e suas quantidades serão medidas.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus (custo) ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

O líquido coletado terá sua composição química analisada no laboratório de física da UEL (Universidade Estadual de Londrina). A alteração química da saliva pode ser indicativo de início de doenças da boca e do corpo, e pode indicar que futuros estudos sobre o tema são importantes, até mesmo avaliar possíveis contaminações devido ao meio ambiente de trabalho, avaliar também se os metais utilizados em próteses tem relação com possíveis problemas com implantes dentários. Os resultados desta pesquisa serão publicados em uma revista científica para divulgação sem revelar a identidade dos participantes.

Os benefícios imediatos para o participante é um exame clínico bucal e dos implantes em questão, seguido por profilaxia profissional dos dentes presentes na boca.

Informamos que o(a) senhor(a) não pagará nem será remunerado pela sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação na pesquisa.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contatar Dr. Italo José Vitorino Netto. Avenida Maringá, 725 sala 103, telefone (43)3348-1400 e (43)9991-9167 [italonet@hotmail.com](mailto:italonet@hotmail.com); ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, nº60, ou no telefone 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Londrina, \_\_\_\_\_ de 2014.

Italo José Vitorino Netto

Pesquisador responsável

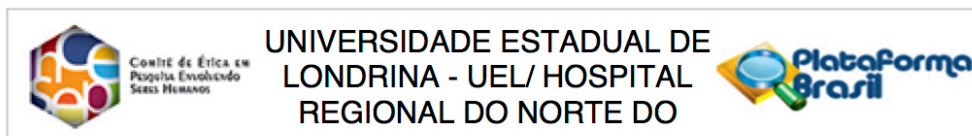
RG: 4.975.172-9

\_\_\_\_\_(nome por extenso), fui devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em autorizar voluntariamente a minha participação.

\_\_\_\_\_

Assinatura do voluntário

## ANEXO A



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS E COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DOS FLUIDOS ORAIS - AVALIAÇÃO POR TXRF.

**Pesquisador:** Italo José Vitorino Netto

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 30497514.0.0000.5231

**Instituição Proponente:** CCS - COU - Programa de Pós-Graduação em Odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 679.380

**Data da Relatoria:** 10/06/2014

#### Apresentação do Projeto:

A coleta da saliva e sua leitura representam um meio auxiliar diagnóstico valioso, pois seu acesso é fácil, indolor e não-invasivo configuram vantagem quando comparados a outros exames. Um obstáculo para uma maior utilização da saliva no diagnóstico em mais áreas de interesse são os inúmeros fatores que influenciam a secreção e composição, além de um método adequado para a coleta e leitura padronizadas e precisas. O interesse em propor um novo método de coleta é possibilitar o estudo de pequenas frações em pontos específicos da boca, seja a saliva excretada diretamente de um ducto salivar em especial ou mesmo de uma região de interesse.

Apesar de existirem várias formas de análise salivar descritas na literatura, com o avanço da tecnologia, a análise pelo método de fluorescência de raios X por reflexão total (TXRF) pode trazer resultados promissores, pois é capaz de ler pequenas quantidades de saliva. Essa metodologia já foi empregada no estudo das alterações na concentração dos principais elementos do cálculo dentário ao longo de um ano, na verificação a composição de sialolitos de glândulas submandibulares humanas removidos do ducto de Wharton, bem como para comparação química da saliva de fumantes e não.

**Endereço:** Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445)  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 86.057-970  
**UF:** PR **Município:** LONDRINA  
**Telefone:** (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Covite de Ética em  
Pesquisa Envolvendo  
Serres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL  
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 679.380

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar qualitativa e quantitativamente os elementos químicos presentes na saliva.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: como se trata de coleta de saliva, não há riscos.

Benefícios: Em nível individual: Todos os pacientes receberão pro bono exame clínico odontológico bucal completo e uma profilaxia profissional, bem como serão informados sobre sua saúde bucal e necessidades de tratamento.

Em nível coletivo: Produção de evidências científicas que poderão subsidiar o desenvolvimento de métodos e técnicas destinados a prevenção e tratamento de doença peri-implantar.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de resposta a pendências

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Pesquisador alterou o TCLE e agora está em linguagem adequada.

A folha de rosto agora está assinada pela chefe depto odontologia e não diretamente ligada à pesquisa.

Cronograma foi readequado.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendências respondidas adequadamente.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Endereço:** Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445)

**Bairro:** Campus Universitário

**CEP:** 86.057-970

**UF:** PR

**Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**E-mail:** cep268@uel.br



Comitê de Ética em  
Pesquisa Envolvendo  
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL  
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 679.380

LONDRINA, 09 de Junho de 2014

---

**Assinado por:**

**Paula Mariza Zedu Alliprandini  
(Coordenador)**

**Endereço:** Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445)

**Bairro:** Campus Universitário

**CEP:** 86.057-970

**UF:** PR

**Município:** LONDRINA

**Telefone:** (43)3371-5455

**E-mail:** cep268@uel.br

Página 03 de 03