

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 03/09/2019.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ORTODONTIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Análise da energia de superfície de fios ortodônticos de
diferentes ligas submetidas a exposição de ácidos

Aluno: Manuel Martin Adriazola Ique
Orientador: Prof. Associado Marcos Rogério de Mendonça
Coorientador: Prof. Titular Alberto Carlos Botazzo Delbem

ARAÇATUBA – SP
2019

Manuel Martin Adriazola Ique

Análise da energia de superfície de fios ortodônticos de diferentes ligas submetidas a exposição de ácidos

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de Ortodontia.

Orientador: Prof. Associado Marcos Rogério de Mendonça

Coorientador: Prof. Titular Alberto Carlos Botazzo Delbem

ARAÇATUBA – SP
2019

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

A243a Adriazola Ique, Manuel Martin.
Análise da energia de superfície de fios ortodônticos de diferentes ligas submetidas a exposição de ácidos / Manuel Martin Adriazola Ique. – Araçatuba, 2019
83 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Marcos Rogério de Mendonça
Coorientador: Prof. Carlos Alberto Botazzo Delbem

1. Fios ortodônticos 2. Adsorção 3. Ácidos 4. Propriedades de superfície 5. Rugosidade I. Título

Black D4
CDD 617.643

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

Dados Curriculares

MANUEL MARTIN ADRIAZOLA IQUE

Nascimento	21/02/1987 Lima - Peru
Filiação	Lenin Manuel Adriazola Pando Nanette Rosario Ique Rios
2007/2012	Curso de graduação em Odontologia na Universidade de San Martin de Porres
2014/2015 2015/2018	Especialização em Dentística no CPO – UNINGÁ, Bauru Especialização em Ortodontia na Faculdade de Odontologia de Araçatuba- UNESP
2016/Atual	Curso de Pós-Graduação em Odontologia- área de Ortodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araçatuba- UNESP

Dedicatória

Dedico este trabalho

À minha mãe, Rosario

Pelo amor, paciência e torcida de sempre, nos momentos mais difíceis a família é o mais importante deste mundo.

Ao meu Pai, Manuel

Por me orientar sempre pelo caminho das escolhas certas, conheci o maravilhoso mundo da Ortodontia, no qual é lindo, simples e complexo ao mesmo tempo.

À minha irmã, Gabriella

Pela torcida, ajuda e os conselhos de sempre, cuida bem do Chirimoya e saudações para Juanjo.

Aos meus tios, primos

Por estar na expectativa e torcida tão positiva de sempre.

Aos meus Médicos José Carlos Chaman Ortiz, Carlos Rondón Leyva

Pelo profissionalismo e me brindar uma segunda oportunidade na vida, grato.

Agradecimentos Especiais

À Deus

Por me permitir seguir disfrutando da vida e cumprir as missões que tenho ainda pendentes aqui.

À minha família

Por confiar e acreditar em mim, não é fácil ficar longe de casa.

A meu orientador Marcos Rogério de Mendonça

Pela recepção, paciência, a pessoa que virou meu guia no mundo da Ortodontia, uma amizade incrível e eternamente agradecido pela ajuda nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao meu coorientador Alberto Carlos Botazzo Delbem

Pela paciência, entusiasmo, e ajuda durante a realização do trabalho.

A Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de

Araçatuba – UNESP

pela oportunidade da realização do meu mestrado e especialização e aos professores Osmar Aparecido Cuoghi, André Bertoze funcionários: Maria Bertolina, Ilídio Teodoro Filho, Mario Luiz e Luizinho pelo convívio tão agradável.

Ao Equipe do CAOÉ

pela oportunidade de participação de um projeto maravilhoso cheio de amor em atendimento especial em bebês com deficiência.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

*na pessoa de seu diretor **Prof. Titular Wilson Roberto Poi**, pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal e profissional.*

Ao Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

***Prof. Associado André Luiz Fraga Brisso**, competência e trabalho.*

A Disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

Pela recepção, ajuda e orientações enquanto realizava a pesquisa.

Às funcionárias do setor de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

***Valéria, Cristiane e Lilian**, pela presteza, paciência e suporte durante todo esse tempo.*

Aos meus queridos amigos pós-graduandos das Áreas de Odontopediatria, Dentística, Cirurgia e Periodontia da Faculdade de

Odontologia de Araçatuba

Prezados Caio, Isis, Morgana, Glivia, Lara, Ana, Marjo, Mariana, Caio S, Mariana Emi, Lenara, Silvio, Jorge, Thaysse, Jose, Karina, Vanessa, Jesse.

Epígrafe

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.”

(Frederick Herzberg)

Resumo

ADRIAZOLA IQUE, M. **Análise de energia de superfície de fios ortodônticos de diferentes ligas submetidas a exposição de ácidos.** 2019. Dissertação (Mestrado em Odontologia, área de Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a energia de superfície livre e rugosidade de superfície de ligas metálicas sob desafios de soluções ácidas. Para o estudo foram utilizados 270 corpos de prova representados por segmentos de fios retangulares de 0,019" x 0,025" - 3 marcas comerciais (GAC, American Orthodontics e Orthoclassic) foram divididas em 3 grupos de diferentes soluções sendo 90 para água deionizada, 90 para ácido cítrico e 90 para ácido fosfórico, dentro dos grupos de solução dividiu-se em 30 de aço inoxidável, 30 de níquel titânio e 30 titânio molibdênio. Cada grupo de análise (n=10) foi imerso em meio a cada solução por 72 horas a 37° C e agitação de 130 rpm. A análise de ESL foi avaliada através do dispositivo goniômetro para interpretação do ângulo de contato avaliando a variável. As médias foram submetidas ao teste ANOVA e as comparações ao Tukey a 5% de significância. A superfície da liga de TMA apresentou maior valor de energia de superfície (p<0,001). Concluiu-se que a liga de TMA apresentou maior energia de superfície e o desafio de ácido cítrico provocou as maiores alterações.

Palavras Chave: Fios, ácidos, adsorção, energia livre de superfície.

Abstract

ADRIAZOLA, M. **Surface energy analysis of orthodontic wires from different alloys subjected to acid exposure.** 2019. Dissertação (Mestrado em Odontologia, área de Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

Abstract

The objective of this study was to evaluate in vitro the free surface energy and surface roughness of metallic alloys under challenges of acid solutions. For the study, 270 pieces represented by 0.019 "x 0.025" rectangular strands were used - 3 commercial brands (GAC, American Orthodontics and Orthoclassic) were divided into 3 groups of different solutions, 90 for deionized water, 90 for acid citric acid and 90 to phosphoric acid, within the solution groups was divided into 30 stainless steel, 30 nickel titanium and 30 titanium molybdenum. Each assay group (n = 10) was immersed in each solution medium for 72 hours at 37 ° C and shaking at 130 rpm. The ESL analysis was evaluated through the goniometer device for the interpretation of the contact angle evaluating the variable. The means were submitted to the ANOVA test and the Tukey comparisons at 5% significance. The surface of the TMA alloy had a higher surface energy value (p <0.001). It was concluded that the TMA alloy presented higher surface energy and the citric acid challenge caused the greatest changes.

Keywords: Wires, acid, adsorption, surface free energy.

Lista de Tabelas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores médios e desvio padrão (SD) da energia livre de superfície (γ_s), energia apolar (γ_s^{LW}) e energia polar (γ_s^{AB}) de fios ortodônticos de acordo com marca comercial, tipo de liga metálica e desafio (n=10)

Tabela 2 Valores médios e desvio padrão (SD) dos sítios receptores de elétrons (γ_s^+) e doadores de elétrons (γ_s^-) da energia polar (γ_s^{AB}) e energia livre de interação (ΔG_{sWS}) de fios ortodônticos de acordo com marca comercial, tipo de liga metálica e desafio (n=10)

Lista de Abreviaturas

Lista de Abreviaturas

ANOVA	Análise de variância
LWAB	Equação Ácido-base Lifhitz vander-Walls
μL	Microlitros
γ^+	Componente receptor
γ^-	Componente doador
γ^{LW}	Componente van der Walls
γ^{AB}	Componente Ácido-Base de Lewis
γ^{L}	Energia livre de Superfície Total
γ^{S}	Energia de Superfície

Sumário

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	24
MATERIAIS E MÉTODOS	27
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	49

Conclusões

5 – CONCLUSÕES

Diante as condições experimentais deste trabalho pode se concluir que: Todas as ligas analisadas apresentaram comportamento hidrofóbico, sendo o TMA a liga que apresentou o menor comportamento hidrofóbico, e sob o desafio com acido cítrico sofreu as maiores alterações.

Referências bibliográficas

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

* De acordo com as normas estabelecidas pelo periódico Dental Materials.

- [1] Ahn HB, Ahn SJ, Lee SJ, Kim TW, Nahm DS. Analysis of surface roughness and surface free energy characteristics of various orthodontic materials. *Am J OrthodDentofacOrthop*2009;136:668–74. doi:10.1016/j.ajodo.2007.11.032.
- [2] Ahn SJ, Lim BS, Lee SJ. Surface characteristics of orthodontic adhesives and effects on streptococcal adhesion. *Am J OrthodDentofacOrthop*2010;137:489–95. doi:10.1016/j.ajodo.2008.05.015.
- [3] AlSubie M, Talic N. Variables affecting the frictional resistance to sliding in orthodontic brackets. *Dent Oral Craniofacial Res* 2016;2:271–5. doi:10.15761/docr.1000160.
- [4] Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis* 2005;11:7–12. doi:10.1111/j.1601-0825.2004.01056.x.
- [5] Burrow SJ. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. *Am J OrthodDentofacOrthop*2009;135:442–7. doi:10.1016/j.ajodo.2008.09.023.
- [6] Caridi V. Correlation between surface characteristics of different orthodontic materials and adherence of microorganisms. *WebmedCentralOrthod*2014;5:1–6.
- [7] Combe EC, Owen BA, Hodges JS. A protocol for determining the surface free energy of dental materials. *Dent Mater* 2004;20:262–8. doi:10.1016/S0109-5641(03)00102-7.
- [8] Della J, Araki V, Maria K, Freitas SDE, Henrique C, Junior G, et al. Fios ortodônticos: propriedades, classificações e aplicações Orthodontic wires: properties, classifications and applications. *Rev Uningá* 2013:149–65.
- [9] Eliades T, Eliades G, Athanasiou AE, Bradley TG. Surface characterization of retrieved NiTi orthodontic archwires. *Eur J Orthod*2000;22:317–26. doi:10.1093/ejo/22.3.317.
- [10] Figueredo CMS, Nunes P, Paes G. Estudo in vitro da lisura superficial em resinas compostas, após imersão em café e Coca-Cola®. *R Ci MédBiol, Salvador* 2006;5:207–13. doi:10.9771/cmbio.v5i3.4128.
- [11] Grimsdottir MR, Hensten-Pettersen A. Surface analysis of nickel-titanium archwire used in vivo. *DentMater*1997;13:163–7. doi:10.1016/S0109-5641(97)80118-2.

- [12] Huang HH, Chiu YH, Lee TH, Wu SC, Yang HW, Su KH, et al. Ion release from NiTi orthodontic wires in artificial saliva with various acidities. *Biomaterials* 2003;24:3585–92. doi:10.1016/S0142-9612(03)00188-1.
- [13] Kim IH, Park HS, Kim YK, Kim KH, Kwon TY. Comparative short-term in vitro analysis of mutans streptococci adhesion on esthetic, nickel-titanium, and stainless-steel arch wires. *Angle Orthod* 2014;84:680–6. doi:10.2319/061713-456.1.
- [14] Knorr SD, Combe EC, Wolff LF, Hodges JS. The surface free energy of dental gold-based materials. *Dent Mater* 2005. doi:10.1016/j.dental.2004.06.002.
- [15] Krishnan M, Seema S, Tiwari B, Sharma HS, Londhe S, Arora V. Surface Characterization of Nickel Titanium Orthodontic Arch Wires. *Med J Armed Forces India* 2015;71:S340–5. doi:10.1016/j.mjafi.2013.12.006.
- [16] Lampin M, Warocquier-Clérout R, Legris C, Degrange M, Sigot-Luizard MF. Correlation between substratum roughness and wettability, cell adhesion, and cell migration. *J Biomed Mater Res* 1997.
- [17] Lee SP, Lee SJ, Lim BS, Ahn SJ. Surface characteristics of orthodontic materials and their effects on adhesion of mutans streptococci. *Angle Orthod* 2008;79:353–60. doi:10.2319/021308-88.1.
- [18] Lee SJ, Kho HS, Lee SW, Yang WS. Experimental salivary pellicles on the surface of orthodontic materials. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:59–66. doi:10.1067/mod.2001.110583.
- [19] M. Q, M. M, J. BH, H. WA, L. DP, D. S. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 1990;17:138–44. doi:10.1111/j.1600-051X.1990.tb01077.x.
- [20] Mendes AS, Comparativa A, Comportamento DO, Fios MDE. Análise comparativa do comportamento mecânico de fios retangulares de NiTi convencionais e termoativados. UFMG, 2013.
- [21] Milheiro A, Kleverlaan C, Muris J, Feilzer A, Pallav P. Nickel release from orthodontic retention wires - The action of mechanical loading and pH. *Dent Mater* 2012;28:548–53. doi:10.1016/j.dental.2011.12.009.
- [22] Mostafa YA, Weaks-dybvig M, Osdoby P. Orchestration of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1983;83:245–50.
- [23] Norton LA. Fundamental principles of the biology of tooth movement. *Semin Orthod* 2000;6:139–44. doi:10.1053/sodo.2000.8080.
- [24] Park J, Kim D, Lee C. Contact angle control of sessile drops on a tensioned web. *Appl Surf Sci* 2018;437:329–35. doi:10.1016/j.apsusc.2017.12.152.

- [25] Phukaoluan A, Khantachawana A, Kaewtatip P, Dechkunakorn S, Anuwongnukroh N, Santiwong P, et al. Comparison of friction forces between stainless orthodontic steel brackets and TiNi wires in wet and dry conditions. *IntOrthod*2017;15:13–24. doi:10.1016/j.ortho.2016.12.017.
- [26] Pun DK, Berzins DW. Corrosion behavior of shape memory, superelastic, and nonsuperelastic nickel-titanium-based orthodontic wires at various temperatures. *DentMater*2008;24:221–7. doi:10.1016/j.dental.2007.05.003.
- [27] Quirynen M, Bollen CML. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man: A review of the literature. *J ClinPeriodontol*1995;22:1–14. doi:10.1111/j.1600-051X.1995.tb01765.x.
- [28] Richardson J, Bracco G, Holst B, Subedi D, Hoffman A, Giovambattista N, et al. Surface free energy - theory and calculations. *Lect Contact Angl*2013;3:457–60. doi:10.1073/pnas.1201800109.
- [29] Robert P. Kusy. A review of contemporary archwires: Their properties and characteristics. *Angle Orthod*1997;67:197–207. doi:10.1043/0003-3219.
- [30] Rossouw PE. Friction: An overview. *SeminOrthod*2003;9:218–22. doi:10.1016/j.sodo.2003.08.002.
- [31] Schlueter N, Glatzki J, Klimek J, Ganss C. Erosive-abrasive tissue loss in dentine under simulated bulimic conditions. *Arch Oral Biol*2012;57:1176–82. doi:10.1016/j.archoralbio.2012.04.001.
- [32] Sherief DI, Abbas NH. The effect of food simulating liquids on the static frictional forces and corrosion activity of different types of orthodontic wires. *J World Fed Orthod*2017;6:165–70. doi:10.1016/j.ejwf.2017.11.002.
- [33] van Oss CJ. Acid-base interfacial interactions in aqueous media. *Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp* 1993. doi:10.1016/0927-7757(93)80308-2.
- [34] van Oss CJ. Hydrophobicity of biosurfaces - Origin, quantitative determination and interaction energies. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* 1995. doi:10.1016/0927-7765(95)01217-7.
- [35] Wang J, Li N, Rao G, Han E hou, Ke W. Stress corrosion cracking of NiTi in artificial saliva. *Dent Mater* 2007;23:133–7. doi:10.1016/j.dental.2006.01.001.
- [36] Wichelhaus A, Geserick M, Hibst R, Sander FG. The effect of surface treatment and clinical use on friction in NiTi orthodontic wires. *DentMater*2005;21:938–45. doi:10.1016/j.dental.2004.11.011.