

EFEITO DE MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS NO COMPORTAMENTO BIOMECÂNICO DE PRÉ-MOLARES COM LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS

Paola Gomes Souza – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – paolagomessouza@gmail.com

Pedro Henrique Resende Spini – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – pedrospini@hotmail.com

Alexandre Coelho Machado – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – alexandrecoelhomachado@gmail.com

Everton Ribeiro Lelis – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – evertonlelis@gmail.com

Paulo Vinícius Soares – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – paulovsoares@yahoo.com.br

Resumo. Lesões cervicais não cariosas (LCNC) são caracterizadas pela perda de tecido duro nas superfícies dentais na junção cimento-esmalte (JCE). De acordo com a literatura são causadas por etiologia multifatorial, sendo o fator oclusal uma delas, a força ortodôntica poderia também ter influência sobre estas. O presente estudo objetiva analisar a influência de cargas ortodônticas, em LCNC de pré-molares, usando 5 tipos de aplicações de carga, os métodos experimentais usados: análise de elementos finitos, modelos virtuais tridimensionais gerados por software CAD (Rhinoceros 5.0): dente hígido; dente com LCNC e dente com LCNC restaurado com resina composta. Todos os modelos foram exportados para um software de elementos finitos (Ansys Workbench 12.0) sendo realizados o pré-processo, processamento e pós-processo. As condições de contorno consistem em restrições de movimento total na base e lateral do osso cortical e medular. Além disso, as cargas (5N) foram aplicadas na direção do movimento ortodôntico: vestibularização, giroversão, palatinização, extrusão e intrusão. Os resultados independentes da carga ortodôntica: dente hígido apresentou estresse na região cervical, perto da junção cimento-esmalte (JCE) e dos dentes com LCNC apresentaram maior concentração de tensão na parte inferior da lesão. A Giroversão e extrusão foram responsáveis pela maior concentração de tensões e maior relação de estresse em relação a outros movimentos ortodônticos. O movimento palatino concentrou maior tensão na JCE palatina. Quando as lesões foram restauradas, a concentração de tensão foi homogênea na parte inferior. Conclui-se que todas as cargas ortodônticas promoveram concentração de estresse na região cervical do dente e em lesões não restauradas a concentração de tensão foi mais evidente, na parte inferior da lesão. Nos dentes restaurados com resina composta, o estresse teve maior dissipação.

Palavras-Chave: Ortodontia, Desgaste dental e Elementos finitos,

1. INTRODUÇÃO

As lesões cervicais não-cariosas são caracterizadas pela perda de tecido dental duro observado nas superfícies dentárias, na região de junção cimento-esmalte (Borčić et. al., 2005). Estas apresentam variadas formas e dimensões. São consideradas na literatura provenientes de etiologia multifatorial, sendo associadas também a problemas sistêmicos (Grippio et. al., 2012). Existem fortes evidências de que a relação com forças oclusais, seja um dos principais fatores de evolução e de progressão destas lesões como um todo. (Brandini et. al., 2012). Pode-se dizer que, os dentes estão sujeitos as forças oclusais durante sua normalidade e em parafunção (Palamara et. al., 2000), na qual exercem tais atividades ao longo do dia e à noite durante o sono.

Estas forças oclusais geram tensões que serão distribuídas ao longo do dente (Palamara et al., 2000), que serão bem distribuídas em uma oclusão normal com ausência de parafunção. O carregamento oclusal desenvolve concentrações de tensões na região cervical, e se for aplicado fora do longo eixo em altas intensidades (Rees et al., 2003), podem gerar o rompimento dos prismas de esmalte e destruição da estrutura dentinária cervical (Lee & Eakle., 1996). Outro tipo de força que pode ter grande influência sobre os dentes é a movimentação ortodôntica. Esta movimentação, quando rápida e severa, pode levar a uma reabsorção radicular (Yamaguchi et. al., 2006), levando a uma falha no tratamento e na reabilitação. Movimentos realizados como intrusão e extrusão geram grandes tensões na região radicular e cervical, principalmente na região do ligamento periodontal, comprometendo o elemento dental (Heravi et. al., 2013).

Dentes pré-molares que já foram submetidos a forças ortodônticas possuem elevada prevalência de lesões não cariosas na região cervical. Estes desgastes na região cervical possuem etiologia multifatorial, envolvendo: concentração de tensões, atrito e biocorrosão. Quando o acúmulo de tensões e conseqüentes deformações atuam na superfície dentária, podem ultrapassar o limite elástico dos tecidos naturais, promovendo desgaste da região. Por não constar na literatura estudos que analisam a concentração de tensão originada pelo carregamento ortodôntico, este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento biomecânico de pré-molares com e sem LCNCs (restauradas ou não com resina composta) submetidos a diferentes cargas ortodônticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, a proposta será de analisar a influência da movimentação ortodôntica, com as lesões cervicais não cariosas, utilizando métodos de elementos finitos. Métodos de análise como elementos finitos, é uma análise o qual se pode mensurar deformações e concentrações de tensão, e sua grande vantagem, é pelo fato de não serem destrutivos. Em elementos finitos, existem três etapas a serem concluídas, as quais são: a construção do modelo (pré-processamento), a solução do problema (processamento) e a análise dos resultados (pós-processamento) (Soares et al., 2008).

Com imagens virtuais tridimensionais de pré-molares já coletadas, serão confeccionados modelos virtuais, o qual serão realizadas análises de movimentações ortodônticas em relação a progressão de lesões cervicais não cariosas.

Foi realizado um piloto sobre o fato de usar ou não bráquetes no seguinte estudo, pois diversos autores ao fazer trabalhos com movimentações ortodônticas, não utilizavam estes, e sim exerciam a força apenas nas regiões o qual o bráquete era fixo (Kamble et.al 2012; Xue et.al. 2014). Neste piloto o resultado foi que, os bráquetes exerciam grande diferença, principalmente na região o qual estavam inseridos. Os bráquetes que serão utilizados no trabalho de elementos finitos, serão: Roth Standard de pré-molares - códs. 10.10.224 e 10.10.225, o qual foram cedidos os modelos em step pela empresa Morelli.

Os modelos virtuais serão realizados pelo *software* RhinoCeros (Laboratório de Análise de Tensões – FOUFU). Estes modelos terão todas as estruturas necessárias para a análise, sendo estes: osso cortical, osso medular, ligamento periodontal, esmalte, dentina, polpa e bráquete ortodôntico. Estes modelos após serem gerados, serão exportados para o programa de análise ANSYS (Ansys Inc., FEMEC-UFU), o qual será feito todas as análises da (Tabela 1), respeitando as propriedades da (Tabela 2 e 3).

Tabela 1. Análises a serem realizadas no trabalho.

MODELOS	MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS				
DENTÁRIOS					
Hígido	Extrusão	Giroversão	Intrusão	Palatinização	Vestibularização
LCNC	Extrusão	Giroversão	Intrusão	Palatinização	Vestibularização
Restaurado	Extrusão	Giroversão	Intrusão	Palatinização	Vestibularização

Tabela 2. Propriedades mecânicas da dentina e esmalte ortotrópicas (Miura et al., 2009).

	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	Z
Módulo de Elasticidade (MPa)			
Esmalte	73720	63270	63270
Dentina	17070	5610	5610
Coefficiente de Cisalhamento (MPa)			
Esmalte	20890	24070	20890
Dentina	1700	6000	1700
Coefficiente de Poisson			

Esmalte	0,23	0,45	0,23
Dentina	0,30	0,33	0,30

Tabela 3. Propriedades mecânicas isotrópicas aplicadas nos modelos.

Estrutura/material	Módulo de Elasticidade (GPa)	Coefficiente de Poisson	Referências
Resina Composta	22.0	0.27	(Shinya et al., 2008)
Polpa	0.00207	0.45	(Rubin et al., 1983)
Ligamento periodontal	0.0689	0.45	(Weinstein et al., 1980)
Osso cortical	13.7	0.3	(Carter & Hayes, 1977)
Ossomedular	1.37	0.3	(Carter & Hayes, 1977)
Bráquete	200	0.30	(Sardarian et al., 2014)

3. RESULTADOS

Para dentes hígidos observou-se que, as movimentações tiveram influência direta na região cervical do dente. Nos movimentos de extrusão e giroversão, o acúmulo de tensão foi mais significativo, sendo que na extrusão a região com tração estendeu-se no sentido cervical-ápice, e na giroversão no sentido méseo-distal, o qual o sentido do movimento foi realizado. No movimento de vestibularização, vemos compressão sendo acumulada na região do osso cortical vestibular (-1MPa).

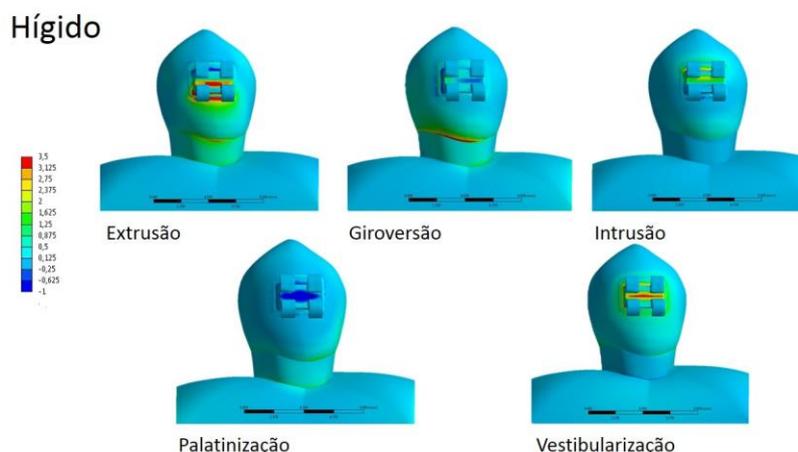


Imagem 4- Dentes Hígidos.

Em dentes com lesões, as tensões foram mais significativas no interior das lesões, sendo que extrusão, giroversão e palatinização o acúmulo foi de tração, enquanto na intrusão e na vestibularização se obteve compressão.

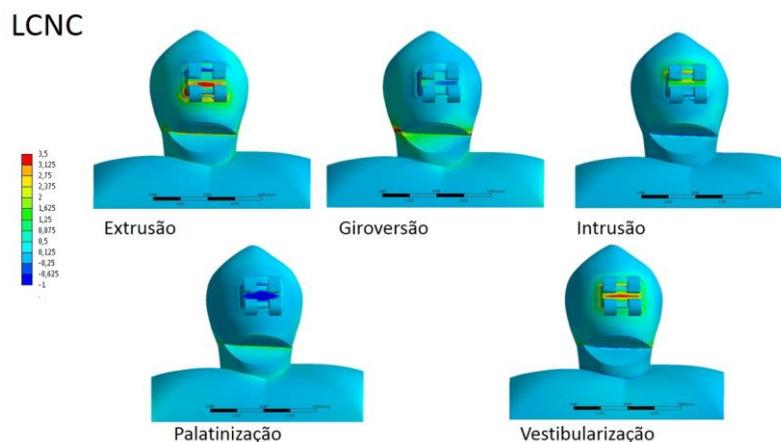


Imagem 5- Dentes com Lesão Cervical Não Cariosa.

Com os dentes restaurados, as tensões tiveram uma melhor distribuição acumulada em alguns pontos, mais uma proporção maior fora das lesões.

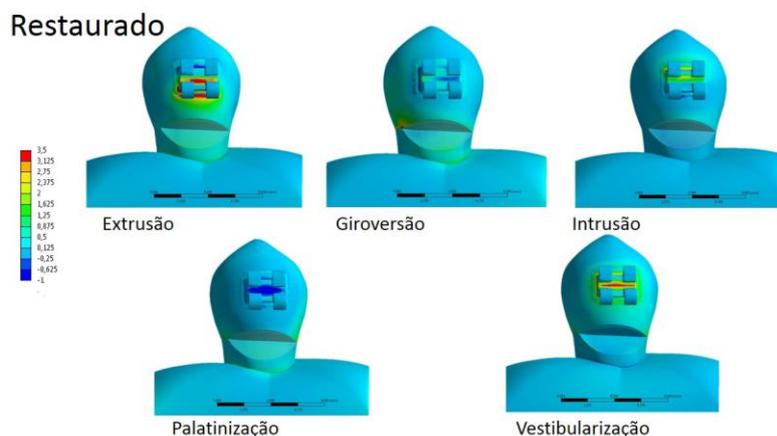


Imagem 6- Dentes Restaurados.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se assim, que os movimentos ortodônticos exercem uma força no dente o qual pode-se gerar tensões na região cervical e no osso vestibular, sendo ainda mais evidentes em dentes com LCNCs, principalmente no fundo da lesão, sendo necessário restaurar estes dentes para que se obtenha uma melhor distribuição de tensões.

5. REFERENCIAS

- Bartlett DW, Shah P. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. *J Dent Res.* 2006 Apr;85(4):306-12. Review. PubMed PMID: 16567549.
- Walter C, Kress E, Gotz H, Taylor K, Willershausen I, Zampelis A. The anatomy of non-carious cervical lesions. *Clin Oral Investig* 2013; 18(1):139-46.
- Sardarian A, Danaei S, Shahidi S, Boushehri S, Geramy A. The effect of vertical bracket positioning on torque and the resultant stress in the periodontal ligament-a finite element study. *ProgOrthod.* 2014 Aug 22;15(1):50.
- Borcic J, Anic I, Smojver I, Catic A, Miletic I, Ribaric SP. 3D finite element model and cervical lesion formation in normal occlusion and in malocclusion. *J Oral Rehabil.* 2005;32:504–510.
- Grippio JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *J EsthetRestorDent.* 2012 Feb;24(1):10-23

Brandini DA, Pedrini D, Panzarini SR, Benete IM, Trevisan CL. Clinical evaluation of the association of noncarious cervical lesions, parafunctional habits, and TMD diagnosis. *Quintessence Int.* 2012 Mar;43(3):255-62.

Palamara JE, Palamara D, Messer HH, Tyas MJ. Tooth morphology and characteristics of non-carious cervical lesions. *J Dent.* 2006 Mar;34(3):185-94.

Rees JS, Hammadeh M, Jagger DC. Abfraction lesion formation in maxillary incisors, canines and premolars: a finite element study. *Eur J Oral Sci.* 2003 Apr;111(2):149-54.

Lee WC, Eakle WS. Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent.* 1996 May;75(5):487-94.

Yamaguchi M, Aihara N, Kojima T, Kasai K. RANKL increase in compressed periodontal ligament cells from root resorption. *J Dent Res.* 2006 Aug;85(8):751-6

Heravi F, Salari S, Tanbakuchi B, Loh S, Amiri M. Effects of crown-root angle on stress distribution in the maxillary central incisors' PDL during application of intrusive and retraction forces: a three-dimensional finite element analysis. *Prog Orthod.* 2013 Sep;14:26. doi: 10.1186/2196-1042-14-26.

Soares PV, Santos-Filho PC, Martins LR, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: fracture resistance and fracture mode. *J Prosthet Dent.* 2008 Jan;99(1):30-7.

Kamble RH, Lohkare S, Hararey PV, Mundada RD. Stress distribution pattern in a root of maxillary central incisor having various root morphologies: a finite element study. *Angle Orthod.* 2012 Sep;82(5):799-805. doi: 10.2319/083111-560.1. Epub 2012 Feb 6.

Miura J, Maeda Y, Nakai H, Zako M. Multiscale analysis of stress distribution in teeth under applied forces. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2009;25(1):67-73.

Weinstein AM, Klawitter JJ, Cook SD. Implant-bone interface characteristics of bioglass dental implants. *Journal of biomedical materials research.* 1980;14(1):23-9.

Carter DR, Hayes WC. The compressive behavior of bone as a two-phase porous structure. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1977;59(7):954-62.

Rubin C, Krishnamurthy N, Capilouto E, Yi H. Stress analysis of the human tooth using a three-dimensional finite element model. *Journal of dental research.* 1983;62(2):82-6.

6. AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório Integrado da Universidade Federal de Uberlândia (CPBio) Dental Research para a estrutura para realizar os testes extensométricos.

7. RESPONSÁVEIS PELA INFORMAÇÃO

Todos os autores são responsáveis pelas informações contidas neste documento.