

AValiação Comparativa da Microdureza Superficial de Diferentes Marcas de Dentes Artificiais

COMPARATIVE EVALUATION OF SUPERFICIAL MICROHARDNESS ON DIFFERENT ARTIFICIAL TEETH BRANDS

Daniel de Camargo Theml Pinto Martins

Graduando em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da UFF
Maria Clara da Rocha Cardoso
Pós-graduanda em Prótese Dentária pela Marinha do Brasil

Fernanda Nunes

Mestre em Clínica Odontológica pela UFF
Especialista em Prótese Dentária
Profa. Substituta da disciplina de Oclusão – UFF

Cresus Vinícius Depes de Gouvêa

Mestre e Doutor – Diretor do Curso de Odontologia da Universidade Federal Fluminense

Cristina Costa de Almeida

Especialista em Periodontia pela ABO-RJ
Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFRJ
Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ
Professor Adjunta de PPR da UFF

Endereço para correspondência:

Rua Mario Santos Braga, 28
Centro, Niterói
Campus do Valonguinho
CEP 24020-140

Recebido em: 01/03/2013

Aprovado em: 14/05/2013

RESUMO

A implementação de novas tecnologias na formulação de resinas que compõem os dentes artificiais permitiu a confecção de dentes com maior dureza superficial, porém o frequente surgimento de novos materiais no mercado demanda mais estudos sobre o assunto. O objetivo deste trabalho *in vitro* foi comparar a microdureza superficial de dentes artificiais. Para isso, foram utilizadas seis marcas comerciais, divididas em seis grupos: I- POPDENT, II- BIOTONE IPN, III- TRILUX, IV- BIOCLER, V- SR ORTHOSIT PE e VI - VITAPAN. Para análise da microdureza superficial Vickers foram utilizados oito segundos pré-molares inferiores de cada marca citada. Os dentes artificiais foram incluídos em resina de poliéster industrial cristal, divididos ao meio, lixados e polidos na superfície para serem analisados em estereomicroscópio quanto ao número de camadas em cada amostra. As amostras foram levadas ao microdurômetro e cinco indentações em cada camada (esmalte e corpo) foram realizadas. A partir da análise das imagens, chegou-se à medida aos valores da microdureza Vickers. As médias de microdureza foram submetidas à análise estatística (nível de significância $\alpha=0,05$). Com os resultados obtidos e dentro das limitações da metodologia empregada, concluiu-se que apenas os grupos IV e V apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as camadas de esmalte e corpo. Quanto à camada de esmalte, não houve diferença significativa entre os Grupos I e III, I e IV e III e IV. Em relação à camada do corpo, os grupos que não apresentaram diferença estatística entre si foram I e IV, II e III, e III e IV.

Palavras-chave: Dureza, Dente Artificial, Materiais Dentários

ABSTRACT

The implementation of new technologies in artificial teeth resin formulas allowed the production of teeth with higher superficial microhardness values, nevertheless the appearing of new materials demands more studies about this subject. The aim of this in vitro study was to compare the superficial microhardness of artificial teeth. For this purpose, six groups of different commercial brands present in market were used: I- POPDENT, II- BIOTONE IPN, III- TRILUX, IV- BIOCLER, V- SR ORTHOSIT PE e VI - VITAPAN. To the Vickers superficial microhardness analysis, mandibular second premolars were used, eight of each brand. The artificial teeth were included in industrial polyester resin, splitted it in half, grinded, polished and analysed in a stereo microscope to evaluate the number of layers in each tooth. Then, five indentations in each layer (enamel and body) were made with the aid of a microhardness tester. Analysing the images, it was possible to determinate the values of Vickers microhardness. The microhardness averages were submitted to statistic analysis (statistical significance $p < 0,05$). Based on the results reached and considering the limitations of the applied methodology, it was concluded only IV e V groups showed statistic differences between enamel and body layers. Analysing the enamel layer, there were no statistic differences between groups I and III, I and IV, III and IV. Analysing the body layer, the groups that did not show statistic difference were I and IV, II and III, III and IV.

Keywords: Hardness, Tooth, Artificial, Dental Materials.

INTRODUÇÃO

Segundo um estudo realizado pelo Ministério da Saúde (2010), entre 2003 e 2010, houve uma redução de 30% no número de dentes cariados e 45% no número de dentes perdidos por cárie na população economicamente ativa com idade entre 35 e 44 anos. Ainda relatou um aumento de 70% no número de dentes tratados, significando maior acesso ao tratamento odontológico e menos dentes extraídos por cárie (MINISTÉRIO DA SAUDE 2010). Entretanto, este fato não elimina as sequelas decorrentes da perda precoce dos dentes, necessitando a população brasileira de tratamento reabilitador que permita recuperar as funções estética, mastigatória e fonética.

A seleção clínica dos dentes artificiais usados na confecção de próteses é um passo importante na reabilitação oral do paciente. Uma das propriedades físicas mais importantes é a resistência ao desgaste, que se traduz na manutenção de uma relação oclusal estável e duradoura. O desgaste pode causar não somente a diminuição da dimensão vertical de oclusão, com consequente diminuição da eficiência mastigatória,

mas também instabilidade oclusal e surgimento de atividades parafuncionais (BRIGAGÃO, CAMARGO e NEISSER, 2005).

Quando comparados aos dentes de porcelana, a principal vantagem que possuem é a união química entre os dentes e a base da prótese (TELLES, 2010). Além disso, apresentam menor transmissão de trauma ao rebordo residual, redução do ruído à oclusão, facilidade na caracterização, facilidade de ajustes e maior resistência ao impacto e flexural. Em compensação, apresentam menor resistência ao desgaste, menor estabilidade de cor, além de sofrerem a ação de corantes orgânicos/químicos e absorverem odores facilmente (WINKLER, MONASKY e KWOK, 1992; BRIGAGÃO, CAMARGO e NEISSER, 2005)

Na fabricação atual dos dentes em plástico, a principal matéria-prima utilizada é a resina acrílica de poli(metacrilato) de metila (PMMA), podendo estar associado a monômeros responsáveis por ligações cruzadas (Dimetacrilato de etilenoglicol (EDMA), Dimetacrilato de uretano (UDMA) ou Bis(metacrilato de glicidila) (BIS-GMA). Diferentes produtos comerciais à base de PMMA ou não, aparecem sob siglas

como “IPN” - Redes Poliméricas Interpenetradas, “DCL” - Dupla Ligação Cruzada ou, ainda, “MRP” - Poliacrílico Reforçado por Micropartículas, e sugerem propriedades superiores. Entretanto, as bulas desses produtos não são esclarecedoras quanto à composição dos mesmos.

Os dentes em compósito têm em sua composição partículas de carga adicionadas à matriz polimérica, responsáveis por melhorias nas suas propriedades, tais como: redução da contração de polimerização, expansão térmica, sorção de água e dureza superficial (WHITMAN *et al.*, 1987; LINDQUIST, OGLE e DAVIS, 1995; TELLES, 2010. Esses materiais, com alguma semelhança com os compósitos utilizados em restaurações diretas e indiretas, apresentam uma microestrutura refinada em termos de dispersão (arranjo), tamanho, geometria e fração volumétrica das partículas (TURSSI *et al.*, 2005)

Entretanto, estudos relatam que dentes artificiais com agentes de ligação cruzada e partículas de carga, quando comparados com os convencionais, têm menor adesão à base das próteses. Isso torna necessário o uso de retenções mecânicas ou de agentes de ativação de superfície sobre os dentes previamente à inclusão (LOYAGA-RENDON *et al.*, 2007) O conhecimento das propriedades mecânicas dos dentes artificiais é de grande importância para sua seleção, pois definem o seu comportamento quando sujeitos a esforços mecâ-

nicos. Para averiguar o seu desempenho, ensaios que simulem as condições a que estão sujeitos na cavidade oral devem ser realizados. Os ensaios de microdureza podem auxiliar na previsibilidade de duração dos dentes artificiais e das próteses removíveis em função. Diversos trabalhos publicados avaliaram a microdureza dos dentes artificiais, porém o frequente surgimento de novos materiais no mercado demanda mais estudos sobre o assunto.

Esse estudo procura explicações para observações dos profissionais da odontologia a respeito da durabilidade das próteses removíveis, principalmente daqueles que se dedicam ao atendimento de pacientes com baixo poder aquisitivo. Ao exame clínico, pacientes portadores de próteses removíveis por curtos períodos de tempo (até 2 anos), apresentam acentuado desgaste na superfície mastigatória dos dentes artificiais. Essas observações sugerem a necessidade de avanços tecnológicos na produção dos dentes artificiais, em sua composição polimérica, acréscimo de carga, agentes de ligação, entre outros.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo *in vitro* foi comparar os valores de microdureza superficial de seis marcas comerciais de dentes artificiais, nacionais e importados, além de comparar os valores de microdureza das camadas de esmalte e corpo de uma mesma marca comercial.

GRUPOS	MARCA	FABRICANTE	MATRIZ	CAMADAS	PARTÍCULAS
Grupo I	POPIDENT	DentBras Ind. Com. Imp. Exp. Prod. Odont. Ltda. Pirassununga, SP	PMMA e EDMA (cross link)	Duas	Ausente
Grupo II	BIOTONE IPN**	Dentsply , Dentsply Ind. e Com. Ltd. Petrópolis, Brasil	PMMA e cross link		Ausente
Grupo III	TRILUX	Dental Vipi Ltda. Ind. Com. Imp. e Exp. de Produtos dentológicos. Pirassununga, SP	PMMA e EDMA (cross link)	Três	Sub-nanopartículas *ORMOCER®
Grupo IV	BIOCLER	DentBras Ind. Com. Imp. Exp. Prod. Odont. Ltda. Pirassununga, SP	PMMA e EDMA (cross link)	Duas	Ausente
Grupo V	SR ORTHOSIT PE	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	UDMA		Partículas de carga
Grupo VI	VITAPAN	Vita Zahnfabrik, Alemanha Distribuição: Wilcos do Brasil	PMMA pré-polimerizado, Bis-GMA e UDMA	Três	Micropartículas MRP ***

Fonte: Consulta aos sites dos fabricantes. *ORMOCER® (Cerâmicas Organicamente Modificadas); **IPN (Redes Poliméricas Interpenetradas); ***MRP (Poliacrílico reforçado por micropartículas). As células em branco indicam que houve omissão desses dados nos documentos fornecidos pelos fabricantes.

TABELA 1.
Grupos de dentes utilizados no ensaio de microdureza superficial

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados para o ensaio em questão oito segundos pré-molares inferiores, esquerdos e direitos (n=48), de seis diferentes marcas comerciais de dentes artificiais. Na Tabela 1 são apresentadas as informações técnicas sobre cada marca comercial utilizada. As amostras foram divididas em grupos: Grupo I (POPDENT), Grupo II (BIOTONE IPN), Grupo III (TRILUX), Grupo IV (BIOCLER), Grupo V (SR ORTHOSIT PE) e Grupo VI (VITAPAN).

Fonte: Consulta aos sites dos fabricantes. *ORMOCER® (Cerâmicas Organicamente Modificadas); **IPN (Redes Poliméricas Interpenetradas); ***MRP (Poliacrílico reforçado por micropartículas). As células em branco indicam que houve omissão desses dados nos documentos fornecidos pelos fabricantes.

Os dentes foram limpos individualmente através de fricção por 2 min com gaze embebida em MMA líquido (JET - Clássico Artigos Odontológicos, SP, Brasil). Cada grupo foi inserido em um recipiente plástico com 20 ml de álcool etílico (CH₃CH₂OH) e levado à um aparelho de ultrassom (Elmasonic S10 – Ultra-Böhm, SC, Brasil) por.

Finalizado o processo de limpeza, os dentes artificiais foram fixados em uma placa de vidro com o auxílio de cola instantânea (Loctite Super Bonder – Henkel Ltda., SP, Brasil), com sua face vestibular voltada para cima. Um gabarito quadrangular foi disposto sobre a placa de vidro e utilizado para guiar a inclusão dos dentes artificiais em resina de poliéster

industrial cristal (Fibramix Com. e Representações Ltda., RJ, Brasil). Aguardou-se 24h e, para acelerar o processo de polimerização da resina cristal, os gabaritos foram armazenados em estufa (Estufa B2DG - DeLeo Equipamentos Laboratoriais, RS, Brasil) 37°C por 10 min.

Após a retirada da estufa, as amostras foram seccionadas no sentido do longo eixo do dente, em um aparelho de corte de precisão (Labcut 1010 - Extec Corp., USA), utilizando um disco Wafer Blade diamantado de 10,2mm x 0,3mm x 12,733 (Figura 1) e padronizando a largura do corpo-de-prova em 6mm.

Para propiciar uma análise visual mais precisa do resultado, foram necessárias a planificação e o polimento das faces a serem analisadas no microdurômetro. A planificação se iniciou manualmente com lixa d'água de granulação fina nº 1200 (3M ESPE, SP, Brasil) apoiada sobre uma placa de vidro imersa em água destilada por 2 min. Seguiu-se a planificação com lixa de granulação extra-fina nº 1400 (3M ESPE, SP, Brasil) por mais 2 min. Para finalizar o processo, foi feito o polimento com feltro umedecido com suspensão de alumina 0,05µ (Alumina® - Teclago, SP) por 2 min e em velocidade alta, acionando-se a Politriz (Politriz Lixadeira Metalográfica PLO2D – Teclago, SP, Brasil).

As amostras preparadas para microdureza foram analisadas quanto ao número de camadas em estereomicroscópio (Estereomicroscópio Binocular – Tecnival). Foram obtidas imagens dos dentes seccionados para determinar as camadas a serem testadas. Para

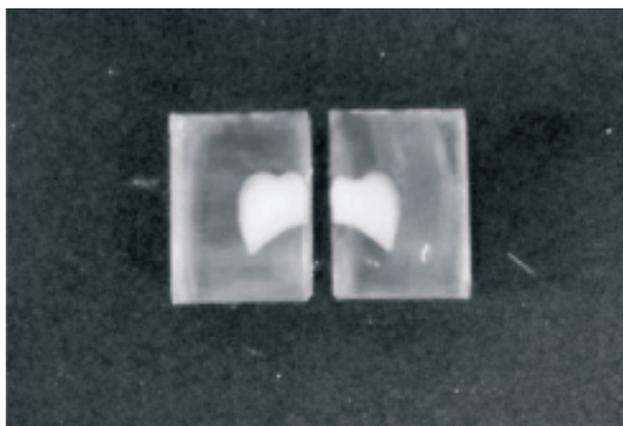


FIGURA 1

Amostra seccionada em duas porções

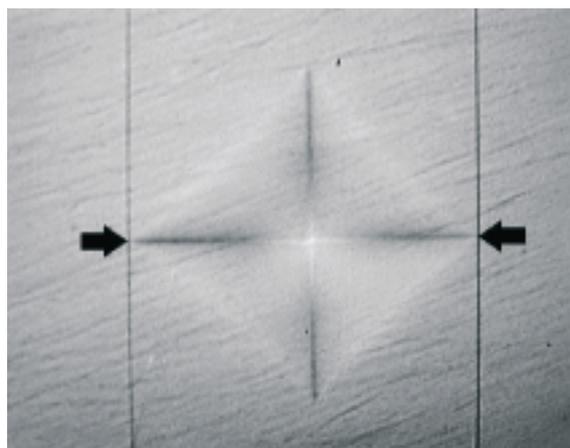


FIGURA 2

Medição da diagonal: as setas indicam os limites da diagonal

o ensaio de microdureza Vickers foi utilizado um Microdurômetro Digital (Digital Microhardness Tester HVS-1000 SN:1050 - Time Group Inc., China).

Neste estudo, foram realizadas cinco indentações aceitáveis em cada camada analisada (esmalte e corpo), totalizando 10 valores de microdureza por corpo-de-prova de acordo com (SUWANPRATEEB; NEISSER e OLIVIERI; RYGE; FOLEY e FAIRHURST; LOYAGARENDON *et al.*).

O aparelho acionou uma ponta penetradora de diamante com forma piramidal de base quadrada, com ângulo entre as faces opostas do diamante de 136°, sob carga vertical estática de 0,98N, durante 15s. Cada indentação possui formato quadrado de diagonais bem definidas e, quanto maior a impressão produzida, menor será a dureza do material (Figura 2).

Com a indentação realizada no corpo-de-prova, a imagem captada através de uma câmera acoplada

ao microdurômetro é projetada em uma tela onde se pode realizar a medição das diagonais. As leituras foram realizadas com lente objetiva de 10x.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística, a normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. O teste ANOVA (ONE WAY) foi utilizado para avaliar a existência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos e o Teste de Tukey-Kramer para verificar dois a dois os grupos que diferem entre si.

RESULTADOS

Na análise por microscopia, as amostras foram avaliadas quanto ao número de camadas presentes em cada marca comercial (Figura 3). Observou-se que o número de camadas visualizadas nos dentes do Grupo

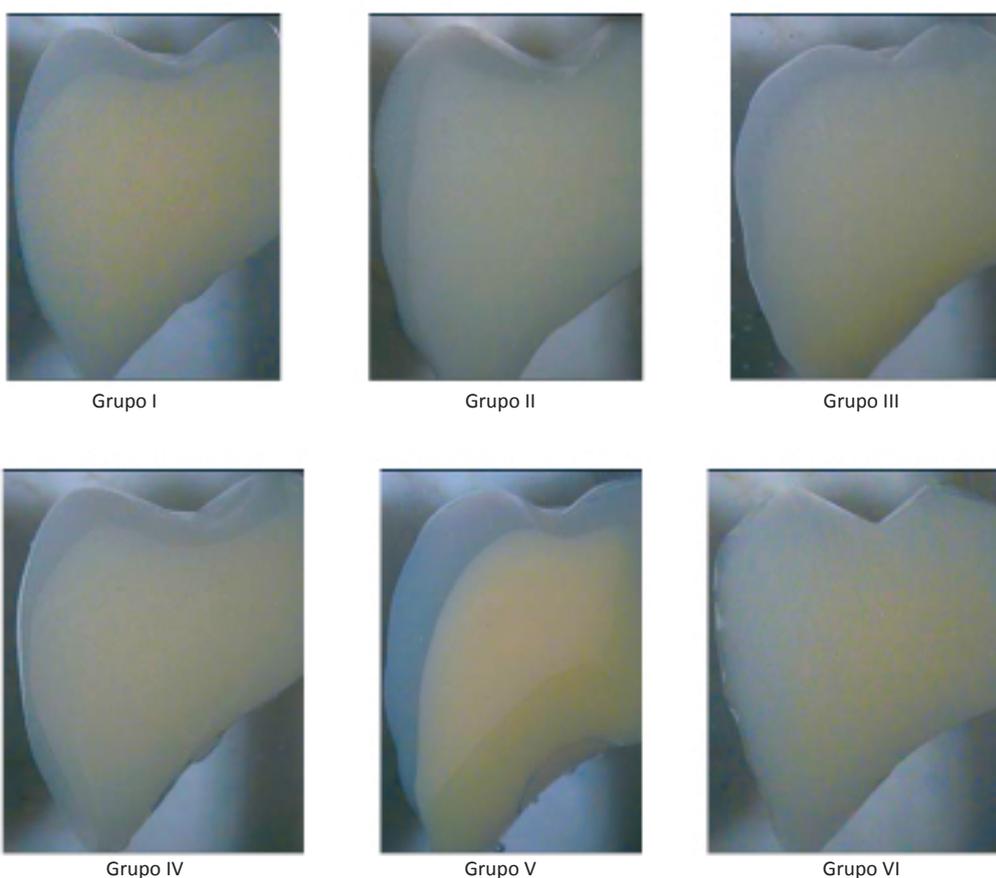


FIGURA 3
Imagens obtidas por estereomicroscópio dos grupos analisados

AMOSTRAS	G I	G II	G III	G IV	G V	G VI
ESMALTE	18,41	21,30	19,64	18,50	32,30	25,10
DP	0,79	0,31	0,95	0,88	1,39	0,78
CORPO	19,43	20,68	20,29	19,89	33,68	25,45
DP	0,34	0,21	0,29	0,15	0,33	0,89

TABELA 2
valores médios de microdureza (em Hv) e desvio padrão (DP)

I (POPDENT), Grupo II (BIOTONE IPN) e Grupo IV (BIOCLER) foi de apenas duas, claramente definidas. Nos Grupos III (TRILUX) e Grupo V (SR ORTHOSIT PE) foram visualizadas três camadas, com limites de esmalte/corpo bem definidos, enquanto que na camada cervical, principalmente no Grupo III esse limite mostrou-se impreciso. No Grupo VI (VITA-PAN) foram visualizadas apenas duas camadas com limites imprecisos, uma interna e outra externa. Em todas as outras amostras a camada externa mimetiza a translucidez do esmalte dental.

Os valores médios de microdureza e desvio padrão das amostras dos seis grupos são apresentados nas Tabela 2, das camadas de esmalte e corpo. As médias de microdureza para as camadas de esmalte e corpo, em ordem decrescente foram: GV, CVI, GII, GIII, GIV e GI.

Comparando os grupos quanto à camada de esmalte, observou-se que não houve diferença significativa apenas entre os Grupos I e III, I e IV e III e IV, todos os outros mostraram diferença significativa. Em relação à camada do corpo, os grupos que não apresentaram diferença estatística entre si foram apenas I e IV, II e III, e III e IV, para todos os outros grupos houve significância.

A comparação entre as camadas de esmalte e corpo, para a mesma amostra, revelou que no Grupo II o valor de microdureza da camada de esmalte foi superior ao do corpo. Todos os demais grupos avaliados apresentaram microdureza da camada de corpo superior a de esmalte. Sendo que essa diferença foi estatisticamente significativa os grupos IV ($p < 0,05$) e V ($p < 0,001$) como mostra o Gráfico 1.

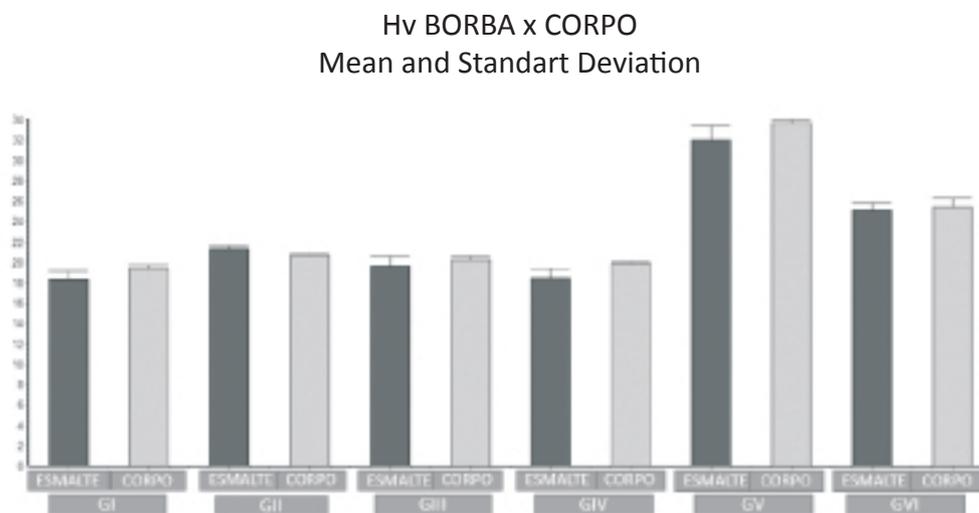


GRÁFICO 1

Comparação entre os valores de microdureza de esmalte e dentina.

DISCUSSÃO

Os dentes convencionais em resina acrílica e/ou com ligações cruzadas consistem principalmente de uma estrutura de 2 camadas, enquanto que os dentes artificiais de resina composta apresentam geralmente três ou quatro estruturas de camadas (ZARB GA, BOLENDER CL, ECKERT SE, JACOB RF, FENTON AH, MERICKSKE-STERN RM. 2004 e POWERS JM, SAKAGUCHI RL. 2006.) Estas estruturas multi-camadas pode ser usado para melhorar a aparência estética.

O número de camadas visualizadas dos dentes do Grupo I (POPDENT), Grupo II (BIOTONE IPN) e Grupo IV (BIOCLER) está de acordo com o manual dos fabricantes e também da literatura, pois essas marcas comerciais têm em sua composição uma resina acrílica (PMMA) e um agente de ligação cruzada (EDMA). Nos Grupos III (TRILUX) e Grupo V (SR ORTHOSIT PE) foram visualizadas três camadas, sendo que o primeiro é uma resina acrílica (PMMA e EDMA) e o segundo é um compósito. O Grupo VI (VITAPAN) é também um compósito, e embora o fabricante relate a presença de três camadas, não foi possível visualizar com a técnica de análise empregada, e sugere que a composição inorgânica pode ter influenciado na transparência dessas amostras.

Em alguns casos, os dentes artificiais das próteses removíveis necessitam de desgastes para o ajuste oclusal durante a fase de instalação da mesma, podendo haver exposição da camada mais interna do dente artificial. Assim, optou-se por fazer o ensaio de microdureza nas diferentes camadas dos dentes.

As marcas comerciais com os melhores resultados de microdureza, para esmalte e corpo, em ordem decrescente foram: Grupo V (SR ORTHOSIT PE) e Grupo VI (VITAPAN), Grupo II (BIOTONE IPN), Grupo III (TRILUX), Grupo IV (BIOCLER) e Grupo I (POPDENT). A larga diferença no quesito dureza entre as marcas comerciais foi um achado esperado, uma vez que era suposto que formulações melhoradas e, conseqüentemente, produtos finais com valores de mercado superiores, apresentassem maior dureza do que as fórmulas convencionais.

A partir da análise da Tabela 1, pode-se sugerir que a composição polimérica e a presença das partí-

culas de carga tenham influenciado nos resultados. No Grupo V (SR ORTHOSIT PE), que apresentou o maior valor de microdureza, o polímero utilizado é o UDMA e, segundo o fabricante, esse produto é isento de PMMA. No Grupo VI (VITAPAN) temos um copolímero, cuja a composição polimérica é PMMA, Bis-GMA e UDMA. Esses monômeros são capazes de estabelecer ligações divinílicas entre si formando uma rede polimérica, que é responsável por maior resistência entre as moléculas.

Outro fator que pode ter influenciado no alto valor de microdureza das amostras dos Grupos V e VI é a presença de partículas de carga. Em um estudo prévio, avaliou-se a porcentagem em massa de partículas inorgânicas presentes nas mesmas marcas comerciais de dentes artificiais e foi encontrado percentuais de carga apenas nas amostras dos Grupos V (SR ORTHOSIT PE) e VI (VITAPAN), com 24,65 % e 14,69 %, respectivamente.

Com base nos resultados deste estudo, os valores de microdureza da camada de corpo se mostraram superiores ao do esmalte, exceto para a amostra do Grupo II, onde o esmalte apresentou valores superiores de microdureza. Estatisticamente, houve diferença significativa nos Grupos IV e V, indicando que a superioridade da microdureza do corpo foi elevada. Isso pode ser explicado pela tentativa dos fabricantes em mimetizar a translucidez do esmalte dental, retirando as partículas de carga da camada de esmalte dos dentes artificiais. Porém, não explica o fato do Grupo V apresentar o maior valor de microdureza e a maior translucidez da camada de esmalte, como pode ser visto na Figura 3, sugerindo uma composição polimérica diferenciada.

Além da composição dos dentes, o processo de prensagem de camadas e de cura pode ter influenciado na propriedade de microdureza, necessitando posteriores estudos para avaliar a relevância dos achados.

O mecanismo de desgaste no meio oral é extremamente complexo, sendo a dureza apenas um desses fatores (PHILLIPS, 1993). Desse modo, achados de dureza parecem ser apenas indicadores da habilidade do material em resistir ao desgaste, e não devem ser usados isoladamente para medir o padrão de desgaste do mesmo.

CONCLUSÕES

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, foi concluído que:

1. Não foi possível visualizar o número de camadas em todas as marcas comerciais com a técnica de microscopia ótica utilizada, tampouco foi encontrada relação entre o número de camadas e a composição dos dentes, como sugere a literatura;
2. Os valores de microdureza para as camadas de esmalte e corpo, em ordem decrescente foram: Grupo V (SR ORTHOSIT PE) e Grupo VI (VITAPAN), Grupo II (BIOTONE IPN), Grupo III (TRILUX), Grupo IV (BIOCLER) e Grupo I (POPDENT);
3. Entre os Grupos I e III, I e IV e III e IV não houve diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) nos valores da camada de esmalte, enquanto que nos demais grupos houve diferenças relevantes estatisticamente ($p < 0,05$);
4. Nos valores das camadas do corpo não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos I e IV, II e III, e III e IV. Entre os demais grupos, essa diferença foi observada ($p < 0,05$);
5. A camada de corpo mostrou valores de microdureza superiores aos de corpo, com diferença estatisticamente significativa para os Grupos VI e V.

REFERÊNCIAS

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Pesquisa Nacional de Saúde Bucal, SUS, 2010.
- BRIGAGÃO VC, CAMARGO F P, NEISSER MP. Avaliação *in vitro* da resistência ao desgaste de dentes artificiais. *Cienc Odontol Bras*. 2005; 8 (3): 55-63.
- TELLES D. Dentes Artificiais. In: *Prótese Total – Convencional e sobre implantes*. 1ª reimpressão. São Paulo: Santos, 2010.
- WINKLER S, MONASKY GE, KWOK J. Laboratory wear investigation of resin posterior denture teeth. *J Prosthet Dent*. 1992; 67 (6): 812-4.
- WHITMAN DJ, MCKINNEY JE, HINMAN RW, HESBY RA, PELLEU GB. *In vitro* wear rates of three types of commercial denture tooth materials. *J Prosthet Dent*. 1987; 57 (2): 243-6.
- LINDQUIST T J, OGLE RE, DAVIS EL. Twelve month results of a clinical wear study of three artificial tooth materials. *J Prosthet Dent*. 1995; 74 (2): 156-61.
- TURSSI CP, FERRACANE JL, VOGEL K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *Biomaterials*. 2005; 26: 4932-37.
- LOYAGA-RENDON PG, TAKAHASHI H, HAYAKAWA I, IWASAKI N. Compositional characteristics and hardness of acrylic and composite resin artificial teeth. *J Prosthet Dent*. 2007; 98 (2): 141-49.
- SUWANPRATEEB J. A comparison of different methods in determining load- and time-dependence of Vickers hardness in polymers. *Polymer Testing*. 1998; 17: 495-506.
- NEISSER MP, OLIVIERI KAN. Avaliação da resistência ao impacto e dureza de resinas acrílicas termicamente ativadas para base de próteses totais. *Rev Fac Odontol Sao Jose Dos Campos*. 2001; 4 (2): 35-42.
- RYGE G, FOLEY DE, FAIRHURST CW. Micro-indentation hardness. *J Dent Res*. 1961; 40: 1116-26.
- ZARB GA, BOLENDER CL, ECKERT SE, JACOB RF, FENTON AH, MERICKSKE-STERN RM. *Prosthodontic treatment for edentulous patients: Complete denture and Implant-supported prosthesis*. 12th ed. St. Louis: Mosby; 2004. p. 195-8.
- POWERS JM, SAKAGUCHI RL. *Craig's Restorative dental materials*. 12th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2006. p. 544-6.
- SUZUKI S. *In vitro* wear of nano-composite denture teeth. *J Prosthodont*. 2004; 13 (4): 238-43.
- SANTOS VD, MARANO HCA, CARDOSO MCR, GOUVEA CVD, ALMEIDA CC. Análise quantitativa do conteúdo inorgânico de dentes artificiais. *Anais do 20º Congresso Internacional de Odontologia do Rio de Janeiro*, jul., 2011.
- PHILLIPS RW. *Skinner materiais dentários*. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.