

RESSALVA

Atendendo solicitação do (a) autor
(a), o texto completo desta tese será
disponibilizado a partir de

18/12/2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

ALEXANDRE ABDALLA ALONSO

**EFEITO DA TERMOCICLAGEM EM DIFERENTES SOLUÇÕES NAS
PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS MATERIAIS
RESINOSOS**

2018

ALEXANDRE ABDALLA ALONSO

**EFEITO DA TERMOCICLAGEM EM DIFERENTES SOLUÇÕES NAS
PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS MATERIAIS RESINOSOS**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Prótese Dentária. Linha de pesquisa: Desenvolvimento de Biomateriais e Novas Tecnologias em Odontologia.

Orientador: Prof. Adj. Rubens Nisie Tango

São José dos Campos

2018

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Alonso, Alexandre Abdalla

Efeito da termociclagem em diferentes soluções nas propriedades físicas e químicas dos materiais resinosos / Alexandre Abdalla Alonso. - São José dos Campos : [s.n.], 2018.

41 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2018.

Orientador: Rubens Nisie Tango.

1. Cimentos adesivos. 2. Resinas compostas. 3. Degradação hidrolítica. 4. Espectroscopia no infravermelho - Fourier. 5. Termociclagem. I. Tango, Rubens Nisie, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Adj. Rubens Nisie Tango (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos/SP

Prof. Ass. Lucas Hian da Silva

Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)

Faculdade de Odontologia

Campus de São Paulo/SP

Profa. Dra. Marina Amaral

Universidade de Taubaté (Unitau)

Faculdade de Odontologia

Campus de Taubaté/SP

Prof. Adj. Lafayette Nogueira Junior

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos/SP

Profa. Dra. Marília Gabriela de Oliveira Lopes

Universidade Vale do Paraíba (Univap)

Faculdade de Odontologia

Campus de São José dos Campos/SP

São José dos Campos, 18 de dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a VIDA.

*Como é bom estar aqui
Em meio a tantas provações
Saber que posso confiar
Em meu Senhor
E acreditar
Que Ele nunca faltará
A tempestade vai passar
Por sobre as ondas, confiante andarei
Tribulações, vencerei
E as aflições, superarei
Deus provê
Eu sei que proverá
Nesse bravo mar da vida
Ventos vêm me atormentar
Nesta rocha firme e forte
Que é meu Deus
Não temerei
Nele posso confiar*

Aos meus pais, Aurelio e Suraya, pelo incentivo, apoio, orientações, por tudo, sempre os amarei.

Aos meus irmãos Aurelio e Alberto, pela nossa união, zelo, respeito, cumplicidades.

A Jana D árc Azzi, tantas diferenças e ao mesmo tempo caminhamos juntos pela Vida.

Ao Aruã, este período de ausências não volta; acredito que somos fortes, inteligentes, e superamos esta fase, agora sempre juntos.

A Kira, uma pedra preciosa, desde o primeiro dia, Te Amo.

Aos sobrinhos Artur e Ravi,

A sobrinha Mel

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da Vida.

Ao Orientador Prof Adj. **Rubens Nisie Tango**, pela parceria e orientações no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, sob direção do diretor, Prof. Tit. **Estevão Tomomitsu. Kimpara** e da vice-diretora, Profa Adj. **Rebeca Di Nicoló**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora coordenado pelo Prof. Adj. **Alexandre Luiz Souto Borges** e ao coordenador da especialidade prótese dentária Prof. Tit. **Marco Antonio Bottino**.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp.

Aos Professores desta banca examinadora: Profa. **Marília Gabriela de Oliveira Lopes**, Profa. **Marina Amaral**, Prof. **Lafayette Nogueira Junior.**, Prof. **Lucas Hian da Silva** pela estimada presença e disponibilizarem o tempo precioso para lerem este trabalho, realizarem considerações, observações, arguições; meu reconhecimento, gratidão.

A todos os Professores que passaram na minha vida.

Ao Prof. **Paulo César**, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, FOU SP, pelas conversas, apoio, exemplo de pessoa, Professor.

A Profa **Marina Amaral** pelo apoio, incentivo, e resolução de dúvidas.

Aos colegas e amigos da pós-graduação.

A aluna de iniciação científica, **Ana Paula Sodré**.

Aos Pacientes do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp.

A Equipe Técnica do Departamento de Prótese Dentária **Márcio Eduardo Marques, Tháís Cachuté Paradella, Fernando Pontes, Marco Antônio C Alfredo, Lilian Maria de a. Vilela, Juliane Damasceno** e ao **Marcos Vestali** (in memoriam).

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação **Bruno Shiguemitsu Marques Tanaka, Ivan Damasceno, Sandra Mara Cordeiro, Caroline Lourenço Rei**.

A Equipe de Segurança do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp.: Senhor **Aluizio Sérgio da Silva, Edmilson Aparecido da Silva, Fernando Eduardo Pereira Filho, Marco Aurélio Moreira Diniz**.

A Equipe de Informática do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp.

A Equipe da Biblioteca do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, **Silvana Alvarez, Renata A. Couto Martins, Ana Paula S. C. S. Matozzo Durante, Jacqueline Carara, Maria das Dores Nogueira, Raphael Lopes da Cunha, Sonia Maria Reis, Deise Reis, Beatriz Galvão Nogueira, Lucas Raphael Pessota**.

A Equipe de Transporte do Instituto de Ciências e Tecnologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, motoristas Srs. **José Rubens Parreiral, Paulo Renato da Silva Dias**.

À Seção Técnica Acadêmica e à Comissão de Pesquisa, em nome de **Carlos Alberto Guedes e Michele Ramos dos Santos**, agradeço pelos atendimentos, dúvidas, prestatividade, atenção.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa concedida durante o curso, demanda social e pela bolsa sanduíche: número do processo: 88881.132645/2016-01.

A Profa: **Eliandra de Sousa Trichês** e ao Prof. **Manuel Henrique Lentes**, da Universidade Federal de São Paulo - Unifesp, Campus de São José dos Campos, SP, nas análises de dilatação térmica.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica - DCTA, Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE, a Engenheira Doutora **Elisabeth Mattos** e ao Técnico **Milton Diniz**, pelo suporte e análise em ftir/uatr.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica - DCTA, Instituto de Estudos Avançados - IEAv, Ten Ribeiro (**Vitor Ribeiro Jardim**) e Ten Moraes (**Erasmão Cardoso De Faria Moraes**) pelo auxílio e análise das nanodureza dos materiais.

A Universidade Friedrich Alexander Universitat, FAU, Erlangen, a Faculdade de Odontologia, Diretor Prof. Dr. Med Dent. **Anselm Petschelt**, ao Laboratório de Biomateriais Dentários, Clínica Odontológica 1 - Dentística Operatória E Periodontologia, Prof. Dr. Eng. **Ulrich Lohbauer**, Dr. **Renan Belli**, **Grit Stein**, **Gudrun Amberger**, **Martina Schachtner**, **Michel Riedl**, pelo auxílio, conhecimentos, oportunidades, aprendizado, muito obrigado.

Ao **Wesley Galvão** e ao grupo de “doutorado Alemanha”, dúvidas, conselhos, legislações, burocracias, tecnicamente não foi fácil, ..., mas superamos os obstáculos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desse trabalho.

“Insanidade é fazer sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes.”

Albert Einstein 1879-1955

A Crise

“Tempos difíceis criam homens fortes.

Homens fortes criam tempos fáceis.

Tempos fáceis criam homens fracos.

Homens fracos criam tempos difíceis.”

(Provérbio Oriental)

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------|----|
| RESUMO..... | 11 |
| ABSTRACT..... | 12 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2 ARTIGO..... | 20 |
| 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 42 |
| REFERENCIAS..... | 43 |

Alonso AA. Efeito da termociclagem em diferentes soluções nas propriedades físicas e químicas dos materiais resinosos [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2018.

RESUMO

Os estudos em laboratório devem ser realizados para verificar e comprovar a eficácia destes novos materiais, equipamentos, técnicas e tecnologias, e sendo considerados aprovados, uma outra etapa *in vivo* deverá ser realizada. O advento da odontologia adesiva já causou profundas mudanças na prática da odontologia. A proposta deste trabalho foi avaliar *in vitro*, o efeito da termociclagem, em diferentes temperaturas (5°C, 55°C), soluções (água destilada, óleo mineral), quantidade de ciclos (500, 5.000, 10.000), utilizando um material restaurador universal nanohíbrido fotopolimerizável contendo carga inorgânica em uma matriz de metacrilato e um sistema de cimentação à base de resina composta de polimerização dual. A finalidade da termociclagem é o envelhecimento dos materiais pelo mecanismo do “choque térmico”. O objetivo deste trabalho foi demonstrar se a termociclagem interfere ou não nas propriedades físicas e químicas destes materiais. Foram confeccionados 90 corpos de prova (cp) de cada material, cinco de cada grupo, (cpCRc = corpos de prova do cimento resinoso com Y-TZP, cpCRs= corpos de prova do cimento resinoso sem Y-TZP, e cpRC= corpos de prova da resina composta), que foram armazenados em água destilada, até o início da termociclagem. Estes espécimes receberam o tratamento térmico (nas distintas soluções) e após este evento foram realizadas as mensurações de massa, rugosidade, nanodureza e avaliações em MEV/ EDS, FTIR/UATR. Os dados obtidos foram submetidos ao teste Anova três fatores ($\alpha = 0,05$). Os grupos cpCRc, cpCRs, cpRC não apresentaram alterações e ou modificações nas propriedades físicas e químicas dos materiais, independentemente do tipo de ciclagem, solução, temperatura e número de ciclos. Portanto, o uso da termociclagem, nas temperaturas de (5°C, 55°C), diferentes soluções (água destilada, óleo mineral), quantidade de ciclos (500, 5.000, 10.000) não foi observado o envelhecimento térmico para estes materiais.

Palavras-chave: Cimentos adesivos. Resinas compostas. Degradação hidrolítica. Espectroscopia no infravermelho - Fourier. Termociclagem.

Alonso AA. *Effect of thermocycling on different solutions on the physical and chemical properties of resinous materials*. [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2018.

ABSTRACT

Laboratory studies should be performed to verify and prove the efficacy of these new materials, equipment, techniques and technologies, and being considered approved, another *in vivo* step should be performed. The advent of adhesive dentistry has already caused profound changes in the practice of dentistry. The determination of bond strength of dentin adhesives is a matter of great importance and interest in our profession. The purpose of this work is to evaluate *in vitro* the effect of thermocycling at different temperatures (5 °C, 55 °C), solvents (distilled water, mineral oil), number of cycles (500, 5.000, 10.000) and a universal nano-hybrid restorative light-curing material with contains inorganic fillers in a methacrylate matrix and a dual-curing composite-based luting system for permanent adhesive luting. The purpose of thermocycling is thermal and hydrolytic degradation; and the objective of this work is to demonstrate if the thermocycling interferes or not in the study in the physical and chemical properties. A metal matrix was produced to make the specimens (sp). A total of 90 (sp) from each material, five from each group, were prepared (BFX-C = YTZP with resin cement sp, BFX-S = YTZP without resin cement sp, and GRD = composite resin specimens) which were stored in distilled water until the beginning of the thermocycling. The sp received the thermal treatment (the different solvents) and after this event were reached the messages of mass, roughness, hardness. and evaluations in SEM / EDS, FTIR / UATR. Data were obtained from the Anova test ($\alpha = 0.05$). The groups BFX-C, BFX-S, GRD are the parameters keys and physical properties of the materials, regardless of the type of cycling, solvent, temperature and number of cycles. Therefore, the use of thermocycling, at temperatures of 5 °C, 55 °C, different solvents, mineral oil, amount of heat (500, 5,000, 10,000) was not observed in the thermal heat for these materials.

Keywords: Adhesive cements. Composite resins. Hydrolytic degradation. Infrared spectroscopy – Fourier. Thermocycling.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de materiais adesivos, associado aos conceitos de prevenção e promoção de saúde, permitiu a evolução da odontologia restauradora baseada na extensão preventiva associada ao uso de formas de retenção e resistência, para uma odontologia baseada na manutenção de estrutura dental hígida (Abdalla, Davidson, 1993; Baratieri et al., 1998).

O atual estado das resinas compostas odontológicas inclui grande variedade de materiais com uma ampla gama de propriedades mecânicas, características de manipulação e possibilidades estéticas. Os materiais disponíveis para uso clínico são de alta qualidade e quando usados adequadamente, podem fornecer excelentes resultados clínicos de longevidade adequada (Ferracane, 2011). Muitos dos testes de resinas compostas são projetados para avaliar várias propriedades como resistência, dureza, e resistência ao desgaste ou deformação. Os métodos para definir o módulo elástico, tenacidade à fratura, fadiga, dureza, lascamento, tipos de desgaste, foram recentemente revisados, auxiliando o pesquisador na escolha do método adequado para avaliar as principais propriedades das resinas compostas (Ilie et al., 2017). Existe pouca informação na literatura sobre o comportamento mecânico das resinas compostas e do cimento resinoso envelhecidos, tais como DC, microdureza e flexão <https://www.eventbrite.com.br/d/brazil--s%C3%A3o-jos%C3%A9-dos-campos/parties/>força, e como esses parâmetros estão relacionados a diferentes graus de envelhecimento (Ghavami-Lahiji et al., 2018).

A expansão higroscópica dos materiais é um fator a ser observado, pois esta propriedade nem sempre compensa a contração de polimerização, que possibilitará a formação de fenda (Crim 1990). A cavidade oral é potencialmente, o local que apresenta maior alteração de dinâmica, devido às forças oclusais e principalmente pela constituição de sua flora, que é altamente destruidora de ligações adesivas devido ao seu pH. Um outro fator é a cavidade bucal que tem a capacidade de romper as uniões mecânicas ou químicas, como também impedir por completo estas uniões (Carvalho, 1995). A saliva, componentes alimentares, e bebidas, bem como as interações entre estes materiais, podem degradar e envelhecer as restaurações dentais (Sideridou et al., 2015).

As resinas compostas quando estão em ambiente bucal, estão sujeitas a uma diminuição em suas propriedades funcionais, tais como resistência à flexão e dureza. Diferentes períodos de armazenamento em água e o efeito da termociclagem estão entre os vários métodos utilizados para simular o processo de envelhecimento de materiais odontológicos em estudos *in vitro*. Estes métodos tentam simular o efeito hidrolítico da degradação que ocorre em restaurações de resina composta (Ozcan et al., 2013). Muitos estudos têm investigado as propriedades mecânicas e grau de conversão (DC) de resinas compostas (Tonetto et al., 2013; Jafarzadeh et al., 2015). Tensões térmicas cíclicas, juntamente com a presença de água e outros fluidos, podem degradar a matriz de preenchimento nas interfaces (Montes, 1986; Gale, 1999). Resinas Compostas são usadas para reconstrução da parte da coroa dentária e estão expostos às variações de umidade e temperatura. O efeito da termociclagem em compósitos pode ser mais prejudicial que a da água, devido ao aumento da degradação da malha do polímero pelo envelhecimento hidrotérmico (Gonçalves et al., 2008). Como o ambiente bucal é submetido a maiores variações de temperatura do que qualquer outra parte do corpo humano, é importante a escolha de um material restaurador que não sofra mudanças súbitas em suas propriedades mecânicas, na forma de deformação plástica, ou uma diminuição em sua módulo de elasticidade, enquanto está em função clínica (Mesquita, Geis-Gerstorfer, 2008). Existe a preocupação de que os efeitos da absorção de solventes e da degradação hidrolítica possam levar a uma redução na vida útil das restaurações dentárias (Vouvoudi, 2013).

Entre os vários métodos usados para determinar o DC de resinas compostas, a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) tem provado ser uma ferramenta eficaz e confiável que funciona detectando vibrações de alongamento de ligações C = C antes e após a cura dos materiais (Moraes et al., 2008). A extensão da polimerização ou grau de conversão (DC) é um determinante crítico das propriedades, potencial desempenho e biocompatibilidade de materiais dentários compostos de polímeros. A medição de DC faz uma análise na fotopolimerização das resinas compostas e dos sistemas adesivos odontológicos. A funcionalidade do metacrilato é responsável pela grande maioria dos grupos reativos encontrados em materiais dentários à base de resina. (Cramer et al., 2011). O desempenho da função de um composto de resina dentária depende de suas

propriedades mecânicas, químicas e biológicas. Estas propriedades estão relacionadas com a rede de polímeros, quantidade de polimerização, e DC. No entanto, poucos estudos examinaram os DC de compósitos envelhecidos (Jafarzadeh et al., 2015). O grau de conversão pode ser bem caracterizado usando métodos tais como espectroscopia de infravermelho ou Raman. Mas a propriedade em si é afetada por uma miríade de fatores, alguns dos quais são inerentes ao material (tipo e quantidade de fotoiniciador, tipo monômero de resina), outros dos quais estão sob a influência da luz de cura (irradiância, perfil do feixe, saída espectral), e outros ainda que estão sob o controle do clínico (tempo de exposição, distância de exposição, posição de guia de luz) e, portanto, sujeitos à sensibilidade da técnica (Ferracane et al., 2017).

A ciclagem térmica é amplamente utilizada para simular o envelhecimento de materiais restauradores correspondentes às mudanças de temperatura na cavidade bucal. No entanto, os parâmetros de teste presentes na literatura variam consideravelmente, o que impede a comparação entre diferentes metodologias, materiais e métodos. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do fator água e temperatura, nas tensões térmicas desenvolvidas durante testes de ciclos térmicos, nos materiais a base de compósitos (resina composta e cimento resinoso).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com os resultados deste trabalho, é possível concluir que o efeito temperatura, a termociclagem e o meio água ou óleo, não houve perda de massa significativa e ou absorção hídrica, para os materiais resina composta e cimento resinoso.

Os materiais resina composta e cimento resinoso (com Y-TZP e sem Y-TZP) não apresentaram alterações referentes a degradação hidrolítica quando submetidos a termociclagem em água e óleo, e nas temperaturas de 5 °C e 55 °C.

A análise por Espectroscopia no Infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR)/Universal Reflexão Total Atenuada (UATR) dos materiais utilizados nesta pesquisa, apresentaram resultados não significantes estatisticamente. O grau de conversão das amostras em solução de óleo apresentara vários ruídos limitando a análise.

O efeito temperatura, estática (5 °C ou 55 °C) ou dinâmica 5/55 °C não apresentaram modificações nos materiais.

As diferentes soluções óleo e água não apresentaram modificações nos materiais independente da termocicladora utilizada e do tempo.

REFERENCIAS*

Abdalla AI, Davidson CL. Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro class II composite restorations. *J Dent*. 1993 Jun;21(3):158-62.

Baratieri LN, Ritter AV, Perdigão J, Felipe LA. Direct posterior composite resin restorations: current for the technique. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998 Sep; 10(7):875-86, quis 888.

Carvalho RM. A outra metade dos adesivos. *Rev. Gaúcha de Odontol*. 1995;43(1): 58.

Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res*. 2011 Apr;90(4):402-16. doi: 10.1177/0022034510381263. Epub 2010 Oct 5.

Crim G. Assessment of microleakage of three dentinal bonding systems. *Quintessence Int*. 1990 Apr;21(4):295-7.

Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):29-38. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020. Epub 2010 Nov 18. Review.

Ferracane JL, Hilton TJ, Stansbury JW, Watts DC, Silikas N, Ilie N, Heintze S, Cadenaro M, Hickel R. Academy of Dental Materials guidance-Resin composites: Part II-Technique sensitivity (handling, polymerization, dimensional changes). *Dent Mater*. 2017 Nov;33(11):1171-1191. doi: 10.1016/j.dental.2017.08.188. Epub 2017 Sep 13.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999; 27: 89- 99. doi.org/10.1016/S0300-5712(98)00037-2.

Ghavami-Lahiji M, Firouzmanesh M, Bagheri H, Jafarzadeh Kashi TS, Razazpour F, Behroozibakhsh M. The effect of thermocycling on the degree of conversion and mechanical properties of a microhybrid dental resin composite. *Restor Dent Endod*. 2018 Apr 26;43(2):e26.

Gonçalves L, Filho JD, Guimarães JG, Poskus LT, Silva EM. Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008 May;85(2):320-5.

Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, Stansbury JW, Cadenaro M, Ferracane JL. Academy of Dental Materials guidance-Resin composites: Part I-Mechanical properties. *Dent Mater*. 2017 Aug;33(8):880-894. doi: 10.1016/j.dental.2017.04.013. Epub 2017 May 31.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jan 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Jafarzadeh TS, Erfan M, Behroozibakhsh M, Fatemi M, Masaeli R, Rezaei Y, Bagheri H, Erfan Y. Evaluation of Polymerization Efficacy in Composite Resins via FT-IR Spectroscopy and Vickers Microhardness Test. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2015 Fall;9(4):226-32. doi: 10.15171/joddd.2015.041. Epub 2015 Dec 30.

Mesquita RV, Geis-Gerstorfer J. Influence of temperature on the visco-elastic properties of direct and indirect dental composite resins. *Dent Mater*. 2008 May;24(5):623-32. Epub 2007 Sep 10.

Montes GGM, Draughn RA. In vitro surface degradation of composites by water and thermal cycling. *Dent Mater*. 1986; 2: 193-197. doi:10.1016/S0109-5641(86)80012-4.

Moraes LG, Rocha RS, Menegazzo LM, de Araújo EB, Yukimito K, Moraes JC. Infrared spectroscopy: a tool for determination of the degree of conversion in dental composites. *J Appl Oral Sci*. 2008 Mar-Apr;16(2):145-9.

Özcan M, Corazza PH, Marocho SM, Barbosa SH, Bottino MA. Repair bond strength of microhybrid, nanohybrid and nanofilled resin composites: effect of substrate resin type, surface conditioning and ageing. *Clin Oral Investig*. 2013 Sep;17(7):1751-8. doi: 10.1007/s00784-012-0863-5. Epub 2012 Oct 19.

Sideridou ID, Vouvoudi EC, Adamidou EA. Dynamic mechanical thermal properties of the dental light-cured nanohybrid composite Kalore, GC: effect of various food/oral simulating liquids. *Dent Mater*. 2015;31:154-61. doi: 10.1016/j.dental.2014.11.008. Epub 2014 Dec 15.

Tonetto MR, Pinto SC, Rastelli Ade N, Borges AH, Saad JR, Pedro FL, de Andrade MF, Bandéca MC. Degree of conversion of polymer-matrix composite assessed by FTIR analysis. *J Contemp Dent Pract*. 2013 Jan 1;14(1):76-9.

Vouvoudi EC, Sideridou ID. Effect of food/oral-simulating liquids on dynamic mechanical thermal properties of dental nanohybrid light-cured resin composites. *Dent Mater*. 2013 Aug;29(8):842-50. doi: 10.1016/j.dental.2013.04.013. Epub 2013 Jun 2.