



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO E MÓDULO DE  
ELASTICIDADE DE DUAS RESINAS DE USO CLÍNICO E UMA LABORATORIAL  
APÓS TRÊS DIFERENTES MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO ADICIONAL**

**Cristal Fernandez de Carvalho**

**Orientadora: Profa. Dra. Viviane Maia Barreto de Oliveira**

**SALVADOR**

**2012**

**CRISTAL FERNANDEZ DE CARVALHO**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO E MÓDULO DE  
ELASTICIDADE DE DUAS RESINAS DE USO CLÍNICO E UMA LABORATORIAL  
APÓS TRÊS DIFERENTES MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO ADICIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

**Orientadora: Profa. Dra. Viviane Maia Barreto de Oliveira**

**SALVADOR**

**2012**

**CRISTAL FERNANDEZ DE CARVALHO**

**AValiação da Resistência à Flexão e Módulo de Elasticidade de  
Duas Resinas de Uso Clínico e Uma Laboratorial Após Três  
Diferentes Métodos de Polimerização Adicional**

Comissão julgadora:

Dra. Viviane Maia Barreto de Oliveira

Profa. Adjunta da EBMSP e da UNIME.

Doutora em Clínica Odontológica pela FOP-UNICAMP.

Dra. Emilena Maria Castor Xisto Lima

Profa. Adjunta da EBMSP e da FO-UFBA.

Doutora em Clínica Odontológica pela FOP-UNICAMP.

Dr. Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos

Prof. Adjunto da EBMSP.

Doutor em Reabilitação Oral pela FOB – USP.

Dra. Márcia Sepúlveda Noya

Profa. Adjunta da Universidade Estadual de Feira de Santana e UNIME

Doutora em Laser em Odontologia – UFBA/UFPB

SALVADOR

2012

## INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

**BAHIANA**  
ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA



**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DA BAHIA**

**Aos meus pais,  
Que nunca mediram amor e esforços.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois sem ele nada disso seria possível.

Aos meus pais, sempre foram exemplos de vida. Ao meu irmão, pelo companheirismo.

A minha orientadora, Profa. Dra. Viviane Maia, agradeço pela compreensão e pela ajuda em superar os inúmeros momentos difíceis no decorrer deste trabalho.

Ao prof. Dr. Anderson Freitas, pelo auxílio durante a execução deste trabalho.

À profa. Dra. Andréa Cavalcanti, pelo ajuda na elaboração da estatística e interpretação dos resultados deste trabalho.

Ao técnico em Prótese Dental, Giovani Heckert, que disponibilizou o seu laboratório e certo tempo para me ajudar na utilização dos seus equipamentos. Muito obrigada, mesmo!

Às queridas professoras e amigas, Carmem Motta, Rebeca Bezerra e Safira Marques pelo incentivo na escolha pela docência.

Ao querido prof. Erasmo de Almeida Júnior, que desde o início da graduação me mostrou como devemos “ser professor” com muita serenidade e companheirismo, um exemplo!

À querida professora e AMIGA, Márcia Noya por me fazer apaixonar pela Dentística e pela pesquisa, além de mãezona dentro e fora do ambiente de trabalho.

À querida professora e AMIGA, Carolina Miranda por perpetuar a minha paixão por esta especialidade e pelas tantas oportunidades que foram a mim confiadas, grande exemplo de DEDICAÇÃO e amor pelo que faz, em especial pela docência!!

Ao mais novo integrante do “rol dos queridos professores” pela paciência e todos os ensinamentos divididos, prof. Dr. Luiz Gustavo Bastos, muito obrigada por me tranquilizar e dividir comigo momentos de verdadeiro “desespero”.

Aos mais novos colegas e alunos da UNIME – Lauro de Freitas (União Metropolitana de Educação e Cultura) obrigada por dividirem comigo essa experiência fantástico do ensino, ensinar e aprender com vocês, sem dúvida, é um grande sonho realizado!

À profa. Dra. Ana Isabel Scavuzzi, pelos votos de confiança.

À amiga Taís Albuquerque, pelos mais diversos momentos que dividimos, no curso de Extensão e Especialização em Dentística (minha DUPLA de coração!!).

Às colegas do Mestrado, por “neutralizarem” a sobrecarga durante o curso, sem sombra de dúvidas, esses 2 anos foram muito melhores com a participação especialíssima de vocês.

À Fábio Pina, pelo amor e inúmeros momentos de incentivo.

À Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e à Universidade Federal da Bahia e todos os seus funcionários, pela disponibilidade e orientação na condução e execução do experimento.

**“Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida com paixão, perder com classe  
e vencer com ousadia,  
pois o mundo pertence a quem se atreve,  
e a vida é MUITO pra ser insignificante”**

*Charles Chaplin*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>9</b>
<b>2. MANUSCRITO I</b>	<b>11</b>
<b>RESUMO</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>13</b>
<b>Uma Visão Social</b>	<b>13</b>
<b>Resinas Compostas: técnica indireta</b>	<b>14</b>
<b>Polimerização Adicional</b>	<b>15</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>19</b>
<b>3. MANUSCRITO II</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO</b>	<b>21</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
<b>Materiais</b>	<b>25</b>
<b>Da Obtenção dos corpos de prova</b>	<b>26</b>
<b>Do armazenamento das amostras</b>	<b>29</b>
<b>Teste de Resistência à Flexão</b>	<b>30</b>
<b>Cálculo do Módulo de resistência à Flexão</b>	<b>31</b>
<b>Cálculo do Módulo de Elasticidade</b>	<b>33</b>
<b>Análise estatística</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>DISCUSSÃO</b>	<b>35</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Odontologia evoluiu muito nas propriedades dos materiais para devolver a estética aos pacientes. As restaurações com resinas compostas diretas em dentes posteriores são, atualmente, uma excelente alternativa de reabilitação, entretanto, a depender da extensão da restauração ou das dificuldades inerentes à localização do dente, podem ser observadas limitações na sua indicação e peculiaridades da técnica. Isso vem sendo reduzido com o desenvolvimento das restaurações indiretas<sup>1R</sup>.

As resinas compostas de uso clínico ainda apresentam uma falha principal: a contração de polimerização, que pode gerar sensibilidade pós-operatória, infiltração marginal, manchamento e cáries secundárias<sup>7P</sup>. Além disso, podem apresentar contorno proximal inadequado, fendas marginais e, em menor extensão, fratura do dente e da restauração<sup>4R</sup>. Na tentativa de minimizar essas desvantagens, as propriedades das resinas compostas de uso clínico foram estudadas e aperfeiçoadas, possibilitando uma indicação mais segura. Surgiram no mercado odontológico compósitos com cargas de diferentes tamanhos, híbridos e micro-híbridos, que permitiram a utilização destes materiais em dentes posteriores e, mais recentemente, foram lançados materiais nanoparticulados e as misturas (nano e micropartículas)<sup>6P</sup>, que melhoraram diversas propriedades físicas da resina.

Grande parte das falhas apresentadas nas resinas compostas de uso clínico pode ser sanada nas resinas laboratoriais uma vez que estas são realizadas em modelos fora da boca e são polimerizadas adicionalmente em fornos específicos, fornecidos pelos respectivos fabricantes, aumentando a conversão de monômeros em polímeros.

Baseado neste conceito, pesquisadores iniciaram estudos para a utilização das resinas compostas de uso clínico na técnica indireta, buscando novas formas de polimerização adicional para diminuir os efeitos gerados pela contração de polimerização, convertendo mais monômero que a polimerização convencional. Galafassi<sup>5R</sup> sugeriu a utilização de aparelhos de micro-ondas ou autoclave para promover esta polimerização, uma vez que a geração de calor poderia induzir tal transformação.

Apesar dos estudos iniciais avaliando o efeito desta polimerização adicional em algumas propriedades físicas da resina composta de uso clínico, ainda não existem protocolos que garantam qual a melhor técnica para tais materiais. Deste modo, é lícito avaliar a influência dos métodos alternativos de polimerização adicional sobre a resistência à flexão e módulo de elasticidade das resinas compostas utilizadas no consultório odontológico.

O objetivo desse trabalho é apresentar uma revisão de literatura sob uma visão social do uso da técnica indireta de restauração e avaliar a resistência à flexão e o módulo de elasticidade de uma resina laboratorial e duas resinas compostas de uso clínico após três diferentes métodos de polimerização adicional, bem como verificar qual o material que apresenta melhor custo-benefício para a difusão de tratamentos com a “prótese social”.

## **MANUSCRITO I**

### **O USO DAS RESINAS COMPOSTAS DIRETAS NA TÉCNICA INDIRETA: UMA VISÃO SOCIAL**

#### **RESUMO**

A Odontologia evoluiu não só nas questões biológicas e funcionais, mas, principalmente, na estética, havendo uma maior procura pelos pacientes por restaurações livres de metal. Atualmente, a resina composta é um dos materiais mais pesquisados e com a melhora nas suas propriedades, houve a possibilidade de uma indicação mais segura, reduzindo deficiências como a contração de polimerização, falha de união à dentina e o manchamento superficial. Em restaurações mais amplas ou naquelas em que é identificada a dificuldade em restabelecer pontos de contato, tem-se estudado a confecção de restaurações indiretas utilizando resina composta de uso clínico. Este trabalho é relevante, pois além da utilização da resina composta de uso clínico pela técnica indireta, demonstra que procedimentos mais complexos podem ter um custo reduzido, sendo viável a sua utilização no SUS e Instituições de ensino, enfatizando a necessidade de reorientação do serviço público odontológico, com a possível implementação de serviços de prótese. O objetivo deste trabalho é explicitar o uso das resinas compostas de uso clínico na técnica indireta enfatizando o seu contexto social na Odontologia.

Palavras-chave: Polimerização, SUS (Sistema Único de Saúde), restauração dentária permanente.

## 1. INTRODUÇÃO

A Odontologia evoluiu não só nas questões biológicas e funcionais, mas, principalmente na estética, havendo uma maior procura dos pacientes por materiais livres de metal. Essa evolução culminou com o avanço nos sistemas adesivos dentais, que proporcionou uma nova abordagem restauradora<sup>1</sup>. Atualmente, a resina composta é um dos materiais dentários mais intensamente pesquisados e existe uma busca incessante para melhorar as suas propriedades mecânicas, físicas e biológicas<sup>2</sup>. Com o avanço nas propriedades, houve a possibilidade de uma indicação mais segura, para restaurações estéticas de dentes posteriores<sup>3</sup>, reduzindo deficiências como a contração de polimerização, falha de união à dentina e o manchamento superficial<sup>4</sup>.

Atualmente, as restaurações diretas com resina composta são uma excelente alternativa para restaurar dentes posteriores, com uma boa aparência estética, porém devido a algumas limitações em suas propriedades e peculiaridades da técnica, sua indicação é mais precisa em cavidades pequenas ou médias.

Com o intuito de reduzir as deficiências das resinas compostas, surgiram novas técnicas restauradoras, como as técnicas indiretas<sup>4,5</sup>, que possibilitam a confecção de restaurações em modelos de estudo para posterior cimentação em boca. Esta técnica visa melhorias nas propriedades mecânicas e físicas deste material restaurador, bem como facilidades na execução clínica. Esses procedimentos estão indicados no caso de substituição de restaurações amplas deficientes, substituição de restaurações metálicas por razões estéticas, dentes que apresentam fratura de cúspides, dentes que estão extruídos ou em suboclusão, dentes posteriores com coroa clínica curta e dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária<sup>6,7</sup>.

A proposta inicial era que esta técnica fosse utilizada com resinas de uso exclusivamente laboratorial, porém a utilização de compósitos fotopolimerizáveis de uso clínico na técnica indireta reduz a ocorrência das tensões da contração de polimerização, uma vez que o material é polimerizado fora da boca<sup>8</sup>. Além disso, tem sido relatado que a luz, o calor e a pressão, isoladamente ou em conjunto, quando empregados de maneira adequada, aumentam o grau de

conversão das resinas compostas, proporcionando uma polimerização uniforme e mais completa<sup>7</sup>, bem como uma melhora significativa nas propriedades físicas do material<sup>9</sup>.

Outro benefício é a melhoria na adaptação, maior facilidade na determinação do ponto de contato e contorno das restaurações, melhorando também o seu acabamento e polimento, além de reduzir o custo final para o paciente, tornando-o mais acessível para o profissional e para o paciente, permitindo a utilização da resina composta de uso clínico na técnica indireta para a população de baixa renda, inclusive no SUS (Sistema Único de Saúde) e Instituições de ensino.

É extremamente importante que os cirurgiões-dentistas familiarizem-se com conceitos teóricos e também a utilização de materiais odontológicos na saúde pública. Este trabalho tem por objetivo explicitar o uso das resinas compostas de uso clínico na técnica indireta enfatizando o seu contexto social dentro da Odontologia.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Uma visão social**

Inquéritos epidemiológicos relativos à saúde bucal têm apontado um quadro preocupante para os adultos jovens e idosos<sup>10</sup>, com um alto índice de CPO-D (Dentes cariados, perdidos e obturados) representando grande necessidade de procedimentos especializados. Dentre estes, o tratamento endodôntico e protético foram os mais procurados por esse grupo de usuários, com 35,1% e 25%, respectivamente<sup>11</sup>.

Dados como os citados acima evidenciaram as necessidades de reorientação do serviço público, e pela primeira vez o Governo Federal passou a oferecer à população tratamento odontológico especializado na rede pública, através do Brasil Sorridente. Até o lançamento do Brasil Sorridente, apenas 2,8% dos procedimentos odontológicos realizados no SUS eram de tratamento especializado. A quase totalidade dos atendimentos eram de baixa complexidade, como extração dentária, restauração e aplicação de flúor. Já em 2003, esse número cresceu 16%. Esta nova modalidade de atendimento é a atual política de saúde bucal do SUS (Sistema Único de Saúde), que tem como pressupostos: qualificar a atenção básica, assegurar

integralidade das ações, utilizar a epidemiologia e as informações sobre o território para subsidiar o planejamento, centrar a atuação na vigilância em saúde, financiar e definir uma agenda de pesquisa científica<sup>10</sup>. A implantação de Laboratórios Regionais de Próteses Dentárias (LRPD)<sup>12</sup>, também é fundamental nesse processo, uma vez que dentre as especialidades, a prótese tem sido aquela na qual se observou a menor integralidade<sup>11</sup>.

Existe, ainda, a real necessidade de reabilitar os danos já instalados da maneira mais equânime possível e esta ação somente se dará com a implementação de serviços de próteses. Também se tornam imperativas políticas de inclusão social, visto que os brasileiros têm na boca um retrato claro das desigualdades existentes no conjunto da sociedade brasileira<sup>13</sup>, não deixando de lembrar que cuidar da saúde bucal é resgatar a dignidade do cidadão. Não é raro encontrar jovens que têm vergonha de sorrir ou que até mesmo perdem oportunidades de emprego por não terem todos os dentes na boca<sup>12</sup>.

Cabe destacar que grande parte dos profissionais de saúde especialistas, atuantes no CEO (Centro de Especialidades Odontológicas), têm inserção no setor privado, o que exige da gestão municipal um esforço na manutenção de padrões de produção desse serviço para ajustá-los às necessidades do sistema público de saúde municipal<sup>10</sup>.

## **2.2 Resinas compostas: Técnica indireta**

O aumento da exigência estética vem contribuindo para o desenvolvimento crescente de materiais livres de metal<sup>14</sup>, tornando a resina composta um dos materiais mais usados na Odontologia<sup>15</sup>. Esta, com a finalidade de restaurar estética e funcionalmente os dentes, têm o seu uso ampliado em decorrência da melhora de suas propriedades mecânicas e químicas. Atualmente, estes compósitos são utilizadas para restaurações diretas e indiretas<sup>16</sup>.

*Inlays* e *onlays* estão indicadas em restaurações extensas de dentes posteriores, quando o istmo oclusal for maior do que a metade da distância intercuspídea ou quando o preparo envolver uma ou mais cúspides, e uma restauração estética e adesiva seja necessária<sup>17</sup>. Baratieri<sup>13</sup> completa que essas restaurações devem ter maior espessura que aquelas confeccionadas em metal, conferindo a elas uma maior resistência à fratura.

A confecção destas restaurações em compósitos utilizando a técnica indireta apresenta algumas vantagens clínicas quando comparada à técnica direta, como: contorno e contato

proximal melhorados, menor sensibilidade pós-operatória devido à contração se estabelecer em um troquel e não diretamente sobre o preparo cavitário, melhor adaptação marginal, diminuição da sessão clínica, estética superior<sup>18</sup>, facilidade de manuseio e reparo, polimento na mesma sessão clínica<sup>14</sup>. Quando comparada à técnica indireta com porcelana, Conceição et al.<sup>7</sup> acrescentam ainda como vantagens a facilidade do ajuste oclusal e preservação da estrutura dental durante o preparo cavitário.

James e Yarovesky<sup>19</sup> propuseram a utilização de resinas de uso clínico na técnica restauradora indireta, visando solucionar o problema de tensões provocadas pela contração das resinas compostas, já que esta é confeccionada e polimerizada em modelo de gesso, fora da boca do paciente. Já a técnica semi-direta para confecção de *inlays/onlays* consiste na realização da restauração em boca, sendo em seguida removida para ser submetida a um processo adicional de polimerização extrabucal, para finalmente ser cimentada ao dente.

Contrário a isso, Anusavice<sup>17</sup> relata que os compósitos, formados na sua maioria por uma matriz orgânica de bis-GMA (bisfenol A Glicidil metacrilato) reforçada por carga inorgânica, sofrem contração volumétrica em seu processo de fotopolimerização, gerando tensões nas paredes das cavidades, o que pode levar à fratura dentária<sup>20</sup>. As restaurações obtidas pela técnica indireta apresentam geralmente um maior grau de polimerização se comparadas às resinas de uso clínico, uma vez que as resinas são polimerizadas em unidades especiais na qual todas as superfícies da restauração podem ser polimerizadas<sup>21,22</sup>. O uso de compósitos fotopolimerizáveis, indicados para procedimentos diretos, na confecção de restaurações indiretas seria interessante pela redução do custo final do trabalho para o paciente, tornando-o mais acessível<sup>22</sup>.

### **2.3 Polimerização adicional**

A polimerização destes compósitos deve ser feita de maneira adequada, garantindo o máximo de conversão, uma vez que os monômeros livres podem ser agressivos aos tecidos com os quais mantém relação, como o complexo dentino-pulpar e a gengiva marginal<sup>22</sup>. As resinas de uso laboratorial são polimerizadas adicionalmente em fornos específicos, fornecidos pelos respectivos fabricantes. Para a utilização das resinas de uso clínico para restaurações indiretas, acredita-se que a utilização de mecanismos que possibilitem uma polimerização adicional possam aproximar as propriedades destas resinas às de laboratório. Sendo assim, uma

alternativa seria a utilização de aparelhos de micro-ondas ou autoclave<sup>9</sup>. Soares<sup>21</sup> concorda que a polimerização adequada dos compósitos é fator importante para assegurar seu desempenho clínico.

Para Higashi<sup>23</sup>, a fotopolimerização por si só, mesmo em forno eficiente não resulta em uma completa conversão de monômeros em polímeros, o grau de conversão de polimerização pode ser melhorado sob condições específicas como calor, pressão, vácuo e/ou ambientes livres de oxigênio para ativar uma melhor polimerização.

Galafassi<sup>5</sup> avaliou a influência de métodos alternativos de pós-polimerização em comparação ao método laboratorial, sobre a resistência flexional de resinas compostas utilizadas no consultório, contudo não houve diferença estatisticamente significativa entre o ciclo laboratorial, ciclo em forno de micro-ondas e em autoclave. Semelhante a este, Aneshi-Neto<sup>4</sup> considerou que a polimerização adicional através do aumento do tempo de fotopolimerização e o uso do forno micro-ondas não modificou o desempenho das resinas em relação à resistência compressiva. Já Soares<sup>21</sup> avaliou a influência de unidades fotopolimerizadoras laboratoriais na dureza e resistência à tração diametral de duas resinas compostas e concluiu que a associação de luz, calor e pressão melhoram as propriedades mecânicas de resinas compostas<sup>19</sup>. Arossi<sup>24</sup> testou a eficiência de métodos de polimerização complementar alternativos em resinas diretas e concluiu que a polimerização complementar em autoclave, forno de micro-ondas ou estufa foram eficientes e aumentaram a microdureza da resina previamente fotopolimerizada.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o avanço nas pesquisas sobre as resinas compostas de uso clínico na técnica indireta, torna-se viável a confecção de *inlays/onlays* a baixo custo para população de baixa renda e em ambientes de serviço público, como as unidades do CEO (Centro de Especialidades Odontológicas) e Instituições de ensino, melhorando e complementando o tratamento dos pacientes, através de procedimentos mais complexos, especializados e com custo reduzido, promovendo uma maior integralização social.



## ***USE OF COMPOSITE RESINS IN DIRECT INDIRECT TECHNIQUE:***

### ***A SOCIAL VISION***

#### ***ABSTRACT***

*Dentistry has evolved not only in biological and functional issues, but mainly on aesthetics, there is an increased demand by patients metal-free materials. Currently, the composite materials is one of the most researched and improved mechanical properties, there was an indication of the possibility of safer, reducing disabilities such as polymerization shrinkage, failure to dentin and surface staining. One technique to reduce these drawbacks is the construction of indirect restorations with composite resin. This study is relevant because, besides the use of composite resin indirect technique for clinical use, demonstrates that more complex procedures may have a reduced cost, and feasible to use in the NHS, emphasizing the need for reorientation of public dental services, with possible implementation of prosthetic services. The objective of this study is to explain the use of composites for clinical use in the indirect technique emphasizing the social context in dentistry.*

*Keywords: Polymerization, SUS (Unified Health System), Permanent dental restoration.*

## REFERÊNCIAS

1. Silva CHV, Menezes Filho PF, Souza FB, Guimarães RP. Restauração indireta em resina composta – Uso do calor na polimerização adicional. *Odontologia Clín Científ Rec*, 2007;6 (1): 85-9.
2. Miyazaki CL. Caracterização térmica, grau de conversão, resistência à flexão e dureza de compósitos comerciais tratados termicamente [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2010.
3. Silva BP, Carrilho EV, Paula A. Inlays/Onlays em resina composta. *Rev. Port de Estomato, Med dent e Cir Maxilofac*. 2005;46(1):21-8.
4. Anesi-Neto A, Souza FHC, Klein-Júnior CA, Pereira CC, Piva F, Cardoso J. Avaliação da resistência à compressão de duas resinas compostas em diferentes espessuras submetidas a diferentes tempos e complementação de polimerização. *Stomatos*. 2008;14(26):27-38.
5. Galafassi D, Gonçalves LS, spazzin AO, Carlini Junior B. Análise da influência de três métodos de pós-polimerização sobre a resistência à flexão de um compósito de uso clínico. *R Dental Press Estét* 2006;3(3):37-42.
6. Busato ALS, Macedo RP, Hernández PAG. Reabilitação estética e funcional em dentes anteriores. In: Busato ALS, Macedo RP, Hernández PAG. *Dentística: Restaurações estéticas 1ed*. São Paulo: Artes Médicas; 2002. p.297-385.
7. Conceição EN. Restaurações de resina composta direta em dentes posteriores. In: Conceição EM. *Dentística: saúde e estética*. Artes médicas 2002; 2:151-65.
8. De Paula AB. Avaliação da adaptação marginal e resistência compressiva de restaurações estéticas tipo onlay e da dureza knoop de um cimento resinoso dual. Piracicaba (SP): Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
9. Porto CLA, Saade EG, Rossato DM, Saad JRC, Porto Neto ST. Técnica direta-indireta para restauração de resina composta posterior. *Pro odonto estética Sescad* 2008:125-50.
10. Figueiredo N, Goes PS. Construção da atenção secundária em saúde bucal: um estudo sobre os Centros de Especialidades Odontológicas em Pernambuco, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2009;25(2):259-67.
11. Souza LF, Chaves SCL. Política nacional de saúde bucal: Acessibilidade e utilização de serviços odontológicos especializados em um município de médio porte na Bahia. *Rev Baiana de Saúde Pública* 2010;34(2): 371-87.
12. Barbato PR, NaganoHCM, Zanchet FN, Boing AF, Perez MA. Perdas dentárias e fatores sociais, demográficos e de serviços associados em adultos brasileiros: uma análise dos dados do Estudo Epidemiológico Nacional (Projeto SB Brasil 2002-2003). *Cad. Saúde Pública* 2007;23(8):1803-14.

13. Baratieri LN. Restaurações indiretas com resinas compostas (inlay/onlay). In: Baratieri LN, Monteiro Junior S, Andrada MAC, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC. *Odontologia Restauradora – fundamentos e Possibilidades*. São Paulo: Livraria Santos Editora. 2001;525-43.
14. Pucca Jr GA. A política nacional de saúde bucal como demanda social. *Ciência & Saúde Coletiva* 2006;11(1):243-6.
15. Rezende RI, Mori AA, Gonçalves CL, Pavan AJ. Prótese dentária na saúde pública: resultados de um centro de especialidades odontológicas no município de Maringá – PR. *Rev Odontol UNESP* 2011;40(1):12-7.
16. Souza ROA, Mesquita AMM, Pavanelli CA, Nishioka RS, Bottino MA. Avaliação da resistência à flexão de três resinas compostas de uso laboratorial. *Int J Dent* 2005; 4(2):50-4.
17. Anusavice KJ. *Phillips: materiais dentários*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.
18. Araújo AR; Medeiros ML; Rodrigues CDT; Gonçalves AR. Avaliação de três métodos de ativação complementar sobre a dureza superficial de resinas compostas diretas. *Robrac*, 2009;18 (47).
19. James DF, Yarovesky U An esthetic inlay technique for posterior teeth. *Quintessence Int*, Berlin 1983; 14(7):725-31.
20. Touati B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1996;(7):657-66.
21. Soares CJ, Silva GR, Simamoto-Júnior PC, Cury AADB, Silva WJ, Propriedades mecânicas de resinas compostas empregando diferentes unidades polimerizadoras laboratoriais. 15° POSMEC. FEMEC/UFU, Uberlândia-MG 2005;1 -10.
22. Fonseca MSMN, Magluf TRF, Monteiro GQM, Silva CHV, Menezes Filho PF. Resinas compostas diretas utilizadas para a confecção de restaurações indiretas [serial online] 2006 Maio [cited 2010 Out 19]. Disponível em <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp?id=465>.
23. Higashi C, Arita C, Gomes JC, Hirata R. Estágio atual das resinas indiretas. *Pro odonto estetica Sescad* 2008;1-48.
24. Arossi GA, Ogliari F, Samuel SMW, Busato ALS. Polimerização complementar em autoclave, micro-ondas e estufa de um compósito restaurador direto. *Rev Odonto Ciência* 2007;56(22):177-80.

## MANUSCRITO II

### **AValiação da Resistência à Flexão e Módulo de Elasticidade de Duas Resinas Diretas e Uma Laboratorial Após Três Diferentes Métodos de Polimerização Adicional**

#### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência à flexão e módulo de elasticidade de duas resinas compostas de uso clínico (P60 – Micro-híbrida e Z350 XT - Nanoparticulada) e uma laboratorial (Sinfony – Micro-híbrida) fotopolimerizáveis submetidas a três métodos de polimerização adicional. Foram confeccionados 120 corpos de prova, seguindo as especificações da ISO 4049, com 25mm de comprimento, 2mm de espessura e 2mm de largura, os corpos confeccionados com resina de uso clínico foram fotopolimerizados 20 segundos no centro e extremidades, na porção superior e inferior, totalizando 3 minutos e aqueles utilizando a resina laboratorial seguiu as recomendações de polimerização do fabricante. Em seguida, foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: G1 - Controle (não recebeu polimerização adicional), G2 – Polimerizado adicionalmente em forno laboratorial específico durante 15 minutos, G3 – Polimerização adicional em autoclave - calor e pressão, durante 15 minutos (120°C/2ATM) e G4 – Polimerização adicional em forno de micro-ondas - calor (15 minutos/1800 Watts). O teste de resistência à flexão foi realizado em máquina de ensaio EMIC DL 2000 com velocidade de 0,5mm/minuto. Aplicada a Análise de Variância em esquema Fatorial (2-way ANOVA) e Tukey (significância de 5%), indicando a dependência de um fator sobre o outro ( $p < 0,0001$ ), tanto para a resistência à flexão como o módulo de elasticidade. A resina Sinfony manteve valores uniformes, na P60, os maiores valores foram Controle e Micro-ondas, enquanto a Z350XT melhorou suas propriedades no Box e Autoclave. Na análise do módulo de elasticidade, a Sinfony apresentou-se semelhante as demais resinas apenas em Autoclave; a P60 foi semelhante à Z350 XT Controle e Box, enquanto à Z350 XT se diferenciou inferiormente no Micro-ondas. As resinas de uso clínico apresentaram-se de forma semelhante à resina de uso laboratorial em determinadas polimerizações adicionais, contudo, mais estudos são necessários para possibilitar uma indicação mais precisa dos métodos de polimerização adicional para cada tipo de resina.

Palavras-chave: Polimerização, resinas compostas, propriedade.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente ênfase dada à estética, principalmente na Odontologia, tem estimulado o desenvolvimento de materiais restauradores livres de metal para atender às exigências impostas pelos pacientes e pela sociedade.

A evolução dos materiais restauradores de uso clínico também acompanhou a evolução tecnológica já vislumbrada nas resinas laboratoriais, possibilitando uma indicação mais segura. O surgimento de compósitos com cargas de diferentes tamanhos, híbridos e micro-híbridos, permitiu a extensão do uso destes materiais aos dentes posteriores e, mais recentemente, foram lançados materiais nanoparticulados e as misturas (nano e micropartículas)<sup>1</sup>, contudo ainda apresentam uma falha principal: a contração de polimerização. Esta gera sensibilidade pós-operatória, infiltração marginal, manchamento e cáries secundárias<sup>2</sup>. Além disso, podem apresentar inadequado contorno proximal, fendas marginais e, em menor extensão, fratura do dente e da restauração<sup>3</sup>.

Grande parte das falhas apresentadas nas resinas compostas de uso clínico pode ser sanada nas resinas laboratoriais uma vez que estas são realizadas em modelos fora da boca e são polimerizadas adicionalmente em fornos específicos, fornecidos pelos respectivos fabricantes, aumentando a conversão de monômeros em polímeros, que foram desenvolvidas em meados da década de 1990<sup>4</sup>, também chamadas cerômeros. Estes são compósitos tiveram suas propriedades físicas e mecânicas melhoradas graças à incorporação de uma alta quantidade de carga e inclusão de monômeros multifuncionais com mais sítios de ligação, aumentando as cadeias de polimerização com cura adicional por calor, pressão e ambientes livres de oxigênio<sup>5</sup>. Ou seja, são adaptações de resinas para uso clínico, com a polimerização adicional como principal diferença, oferecendo uma cura mais completa<sup>6</sup>. Acredita-se que essa polimerização melhora significativamente suas propriedades, aumentando a resistência flexural, promovendo uma melhor adaptação<sup>7</sup> e trazendo como importante vantagem à máxima preservação da estrutura dental<sup>8</sup>.

Atualmente, algumas resinas de uso clínico têm sua indicação pelo fabricante para restaurações diretas e indiretas de dentes posteriores<sup>9</sup>. Na técnica indireta, preparos parciais do tipo *inlay* e *onlay* são realizados, e através de uma moldagem é construído o modelo, sobre

o qual será confeccionada a restauração que posteriormente será cimentada em boca. De acordo com as recomendações do fabricante, o dentista tem a possibilidade de realizar as restaurações indiretas com compósitos de uso clínico no próprio consultório<sup>10</sup>, uma vez que a composição das resinas de uso clínico e as laboratoriais são bastante semelhantes e a polimerização poderá ser realizada através do aparelho fotopolimerizador convencional.

Partindo da visão de que os materiais restauradores de uso direto atualmente são indicados para uso indireto, a diferença entre os dois materiais então passou a ser a ausência de uma polimerização adicional nas resinas de uso clínico. Assim, por apresentar uma fase realizada fora da cavidade bucal, alguns autores tentaram melhorar a polimerização através da fotoativação complementar associada ou não ao calor e a pressão, ou pelo tratamento térmico, em que o calor pode ser aplicado em unidades geradoras dos próprios fabricantes dos sistemas de resinas compostas, fornos específicos, convencionais e de micro-ondas, ou em outras fontes, como água em ebulição. A finalidade desses procedimentos seria a melhoria nas propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas<sup>8,10-14</sup>

Dentre as resinas compostas de uso direto que podem ser utilizadas para a confecção das restaurações indiretas, a preferência recai sobre aquelas classificadas como híbridas, mais especificamente condensáveis ou compactáveis. Isto se deve ao fato de essas resinas apresentarem uma maior quantidade de carga, semelhante às resinas laboratoriais, o que confere um aumento da resistência à compressão, assim como uma maior viscosidade do material, permitindo um melhor manuseio e, conseqüentemente, maior facilidade para esculpir as restaurações<sup>15</sup>.

Os procedimentos indiretos, de uma forma geral, elevam os custos devido à utilização de equipamentos específicos, o aumento do número de sessões clínicas, além da necessidade das fases laboratoriais. Além da possibilidade de reduzir custos, que a restauração de dentes extensamente destruídos poderá ser confeccionada sem a exigência de um laboratório de prótese. Isso representa uma nova concepção principalmente para a população de baixa renda, uma vez que promoveria restaurações estéticas e funcionais com custo significativamente menor para os pacientes.

Os testes mais comumente realizados para garantir as qualidades melhoradas da polimerização adicional são: o módulo de elasticidade, que descreve a relativa rigidez ou

dureza de um material que é medida da redução da região elástica no diagrama de tensão/deformação. A magnitude do módulo de elasticidade é um fator de influência na intensidade dos estresses gerados durante o endurecimento da resina composta.

Já a resistência flexural representa a resistência máxima ao dobramento de um material antes que ocorra fratura. A relevância clínica desta propriedade se faz presente, sobretudo, no ato da mastigação, quando ocorrem diferentes esforços mastigatórios, que induzem variadas tensões, tanto no dente quanto na restauração<sup>16</sup>. Isto o torna um método bastante aplicável, mesmo sendo um método destrutivo<sup>1</sup>.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência à flexão e módulo de elasticidade de duas resinas de uso clínico e uma laboratorial após três diferentes métodos de polimerização adicional.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Materiais

Para a realização deste estudo foi utilizada uma resina laboratorial (Sinfony– 3M ESPE, São Paulo, Brasil) e duas resinas compostas de uso clínico, uma microhíbrida: P60 (3M ESPE, São Paulo, Brasil) e uma nanoparticulada Z350 XT (3M ESPE, São Paulo, Brasil).

**Tabela 1 – Marca comercial, composição orgânica/inorgânica, % carga (em peso) e o tamanho médio das partículas dos materiais utilizados no estudo (Informações do fabricante).**

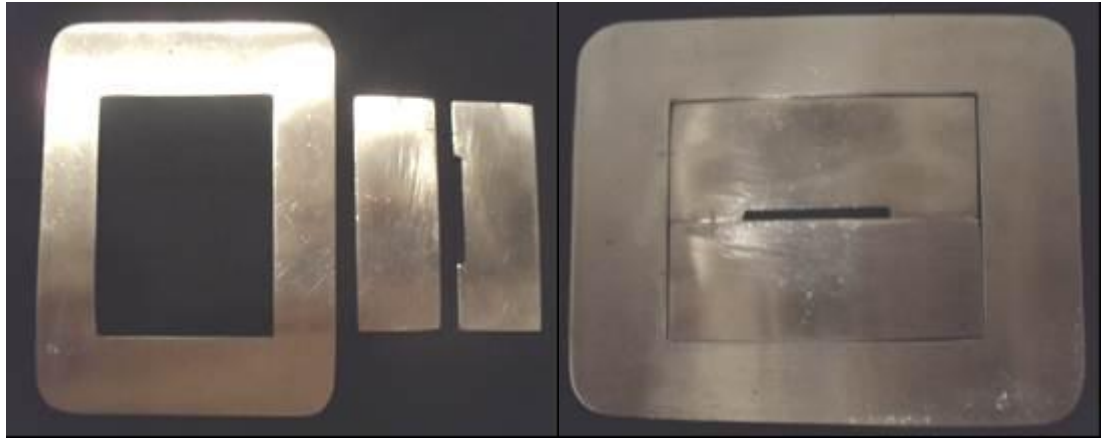
Material	Comp. Orgânica	Comp. Inorgânica	% carga (em peso)	Partículas (Tam. médio)
<b>SINFONY</b>	UDMA, diacrilato, dimetacrilato, amina aromática substituída, canforoquinona, benzofenona, fenol substituído, aminobenzaldeído.	Estrôncio alumínio borosilicato ultra-fino de vidro, Pó de vidro silanizado, filler de ionômero de vidro, sílica.	50%	0,5 – 0,7µm
<b>P60</b>	bis-GMA, UDMA, bis-EMA.	Óxido de alumínio, sílica, óxido de zircônia.	84%	0,6 µm
<b>Z350 XT</b>	bis-GMA, UDMA, bis-EMA, TEGDMA, dimetacrilato polietilenoglicol, BHT.	Cerâmica tratada com silano, sílica tratada com silano, sílica-óxido de zircônia tratado com silano.	72,5%	Sílica – 20nm Zircônia – 4 a 11nm Nanoaglomerados – 0,6 a 10 µm

Abreviatura: BHT – 2,6-di.terc-butyl-p-cresol; bis-GMA (bisfenol A Glicidil metacrilato), TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato) e UDMA (uretano dimetacrilato).

### Da obtenção dos corpos de prova

Foram confeccionados 120 corpos de prova, sendo 40 bastões da resina laboratorial (2 bisnagas de Sinfony da mesma cor: dentina A3 e do mesmo lote, de número 1131600375) e 40 de cada resina composta de uso clínico (Filtek P60, 2 bisnagas na cor A3 e do mesmo lote número 1124600357 e 2 bisnagas da resina Filtek Z350 XT na cor body A3, de mesmo lote número 1123700703) em matrizes de aço bipartidas (Figura 1) isoladas com vaselina sólida branca (Rioquímica, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) com dimensões de 25mm de comprimento, 2mm de largura e 2mm de espessura conforme a determinação 4049 da ISO.

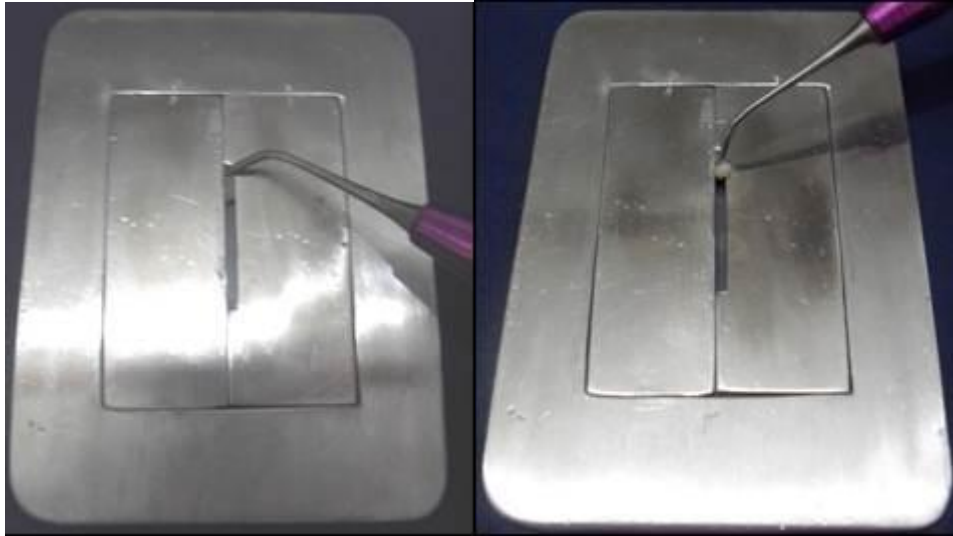




**Figura 1: Matriz de aço bipartida.**

As resinas P60 e Z350XT foram inseridas utilizando uma espátula de Titânio Suprafill Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) na matriz de aço, até seu completo preenchimento (Figura 2). Para garantir a lisura superficial, a matriz foi interposta a duas lâminas de vidro (Perfecta Ind.e Com. de lâminas de vidro Ltda., Ibitinga, São Paulo, Brasil) e duas tiras de poliéster (Microdont, São Paulo, São Paulo, Brasil), através das quais a resina foi fotopolimerizada com o aparelho Fotopolimerizador Optilight Plus (Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil – Figura 3).

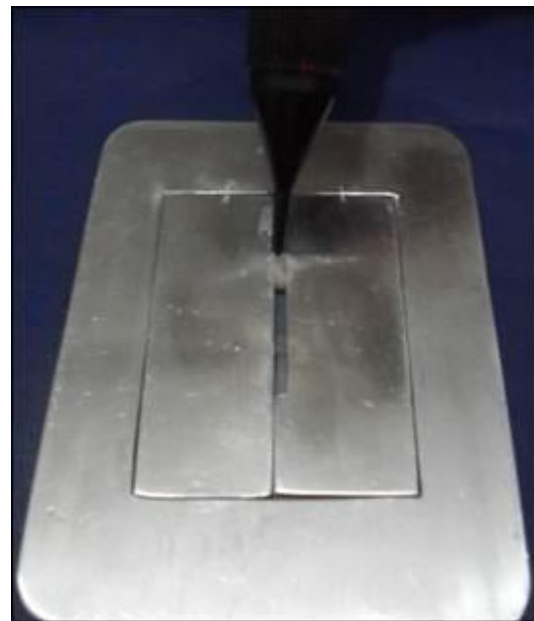
Para garantir sua efetividade de polimerização, sua densidade de potência de radiação foi medida por um radiômetro para fotopolimerizadores LD Max (Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), com valor de  $560\text{mW}/\text{cm}^2$ . A fotopolimerização foi feita 30 segundos no centro e nas duas extremidades na porção superior e inferior, totalizando 3 minutos de ativação. A matriz de poliéster foi substituída a cada 6 bastões, para não haver alteração na translucidez e com isso, prejudicar a polimerização.



**Figura 2: Resinas P60 e Z350XT inseridas na matriz metálica.**



**Figura 3: Aparelho Fotopolimerizador  
Optilight Plus**



**Figura 4: Inserção da resina laboratorial na  
matriz metálica**

A resina laboratorial foi inserida na matriz com o dispositivo próprio do sistema (Figura 4) e acomodada com espátula de Titânio Suprafill Duflex na matriz de aço, que foi adaptada com duas lâminas de vidro interposta por duas tiras de poliéster, através das quais a resina foi fotopolimerizada inicialmente pela *Visio™ Alfa* (3M ESPE, Alemanha – Figura 5) durante 5 segundos em cada extremidade e no centro, na porção superior, repetindo na inferior, totalizando 30 seg. em cada corpo de prova. Semelhante às resinas de uso clínico, matriz de

poliéster foi substituída a cada 6 bastões. Seguido do forno específico do sistema *Visio™ Beta vario* (3M ESPE, Alemanha – Figura 6) na qual a polimerização foi feita 1 minuto sem vácuo e 14 minutos com vácuo, totalizando 15 min., todos os corpos de prova foram polimerizados ao mesmo tempo.



**Figura 5: Aparelho Visio™ Alfa**



**Figura 6: Aparelho Beta™ Vario**

Em seguida, os bastões de cada resina foram divididos aleatoriamente em 12 grupos de acordo com a representação na Tabela 2.

#### **Do armazenamento das amostras**

Após o acabamento com lâmina de bisturi nº 12, as amostras foram armazenadas em recipiente plástico (Plásticos Rainha, São Paulo, São Paulo, Brasil – Figura 7) envolvidos com fita isolante Scotch preta (3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil), sendo retiradas aproximadamente 15 dias após, somente para a sua pós-polimerização, e para a realização do ensaio, de modo a não sofrer ação da luz.



**Figura 7: Recipientes plásticos para armazenamento das amostras.**

Tabela 2: Distribuição dos grupos e métodos de polimerização adicional.

<b>GRUPO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>MÉTODO DE PÓS-POLIMERIZAÇÃO</b>
<b>G1</b>	Sinfony(3M ESPE)	Não submetido a pós-polimerização
<b>G2</b>	Resina P60 (3M ESPE)	Não submetido a pós-polimerização
<b>G3</b>	Resina Z350XT (3M ESPE)	Não submetido a pós-polimerização
<b>G4</b>	Sinfony(3M ESPE)	Pós-polimerização em Box laboratorial (Beta Vario® – 15 minutos)
<b>G5</b>	Resina P60 (3M ESPE)	Pós-polimerização em Box laboratorial (Beta Vario® – 15 minutos)
<b>G6</b>	Resina Z350XT (3M ESPE)	Pós-polimerização em Box laboratorial (Beta Vario® – 15 minutos)
<b>G7</b>	Sinfony(3M ESPE)	Pós-polimerização em ciclo de autoclave (120°C e 2 ATM)
<b>G8</b>	Resina P60 (3M ESPE)	Pós-polimerização em ciclo de autoclave (120°C e 2 ATM)
<b>G9</b>	Resina Z350XT (3M ESPE)	Pós-polimerização em ciclo de autoclave (120°C e 2 ATM)
<b>G10</b>	Sinfony(3M ESPE)	Pós-polimerizados por 15 minutos em potência máxima (1.800 Watts) em forno de micro-ondas caseiro
<b>G11</b>	Resina P60 (3M ESPE)	Pós-polimerizados por 15 minutos em potência máxima (1.800 Watts) em forno de micro-ondas caseiro
<b>G12</b>	Resina Z350XT (3M ESPE)	Pós-polimerizados por 15 minutos em potência máxima (1.800 Watts) em forno de micro-ondas caseiro

### Teste de resistência à flexão

O ensaio mecânico para registro da resistência flexional foi realizado através de um teste de carga de três pontos (Figura 8) seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma ISO (International Organization for Standardization) nº 4049 em máquina de ensaio universal (EMIC DL2000®), calibrada com célula de força de 2000N, à velocidade de 0,5mm/min., com inclinação de 90° (Figura 9).

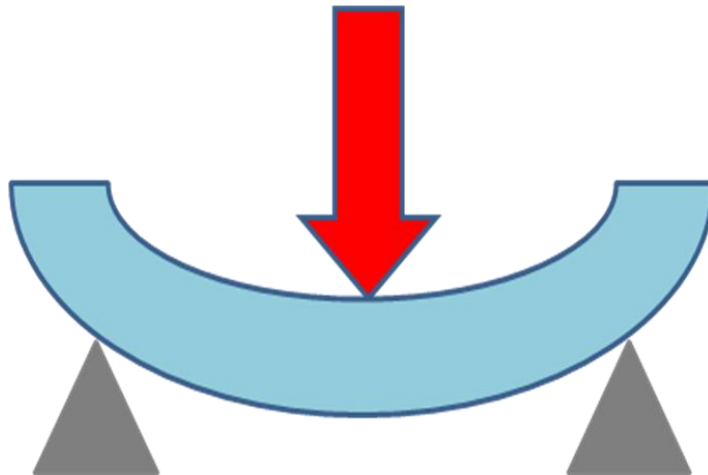
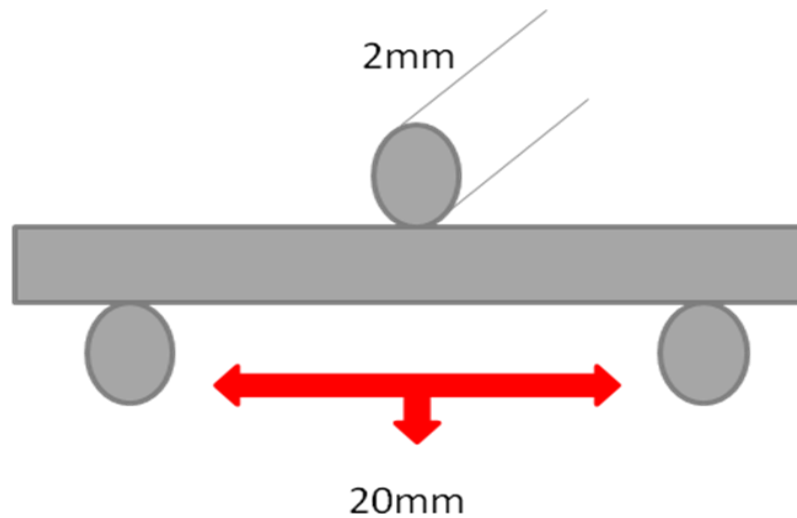


Figura 8: Esquema do teste de três pontos ou resistência à flexão.



Figura 9: Máquina de ensaio universal (EMIC DL2000®).

Foi confeccionada uma base metálica em aço temperado contendo duas varetas suspensas com 2,0 mm de diâmetro, dispostas paralelamente entre si e distantes entre centros 20 mm, onde foram apoiados os espécimes. Um outro artefato foi fabricado para ser rosqueado à célula de carga, da mesma forma em aço temperado e contendo também uma vareta com 2,0 mm diâmetro. Durante os testes de compressão essa vareta foi posicionada no centro do espécime, paralelamente e equidistante das outras duas varetas localizadas na base metálica onde o corpo de prova estava apoiado (Figuras 10 e 11).



**Figura 10: Ilustração do teste de carga de três pontos e medidas das hastes e distância do vão estabelecidos pela norma ISO 4049.**



**Figura 11: Ensaio de flexão através do teste de carga de três pontos com auxílio de artefato metálico.**

### **Cálculo da resistência à flexão**

Os valores, em Megapascal (MPa), da resistência flexional ( $\sigma$ ) foram obtidos utilizando a seguinte fórmula:

$\ddot{a} = 3Fl / 2bh^2$ ; onde  $F$  é a carga máxima em Newton;  $l$  é a distância entre os suportes, isto é, 20 mm;  $b$  é a largura dos espécimes; e  $h$  é altura dos espécimes.

Para se obter o valor da carga máxima em Newton, suportado por cada corpo de prova, multiplicou-se o valor em kgf registrado pela máquina EMIC DL2000® pelo valor aproximado da força de gravidade, ou seja 9,807.

### Cálculo do módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade descreve a relativa rigidez ou dureza de um material que é a medida da redução da região elástica no diagrama de tensão/deformação, a figura 12 mostra um gráfico padrão apenas para demonstração de onde foram retirados os dados para o cálculo do módulo de elasticidade.

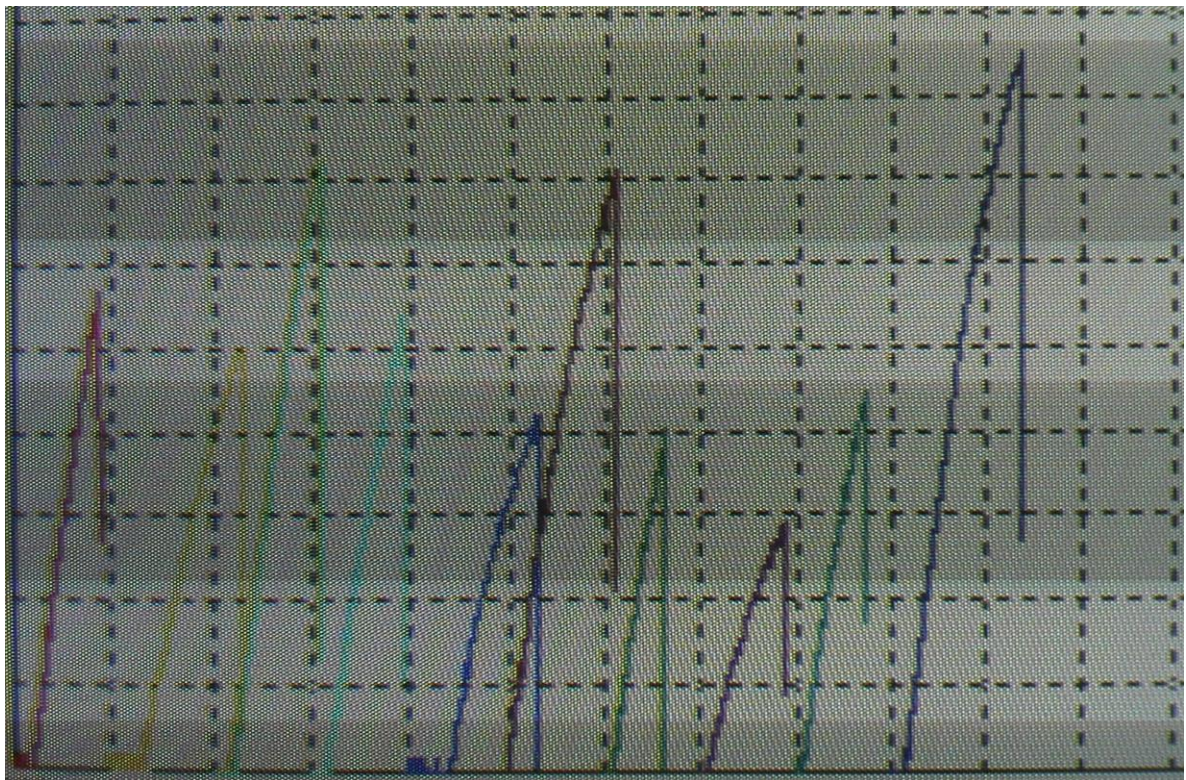


Figura 12: Gráfico padrão para cálculo do módulo de elasticidade.

Os valores do módulo de elasticidade ( $\hat{a}$ ), em MPa, foram calculados pela seguinte fórmula:

$\hat{a} = 13 \times FI / 4fbh^3$  ; onde  $l$  é a distância entre os suportes, isto é, 20 mm;  $b$  é a largura dos espécimes; e  $h$  é altura dos espécimes;  $FI$  é a carga, em Newton, registrada em qualquer

ponto do gráfico enquanto a deformação ainda é elástica; e  $f$  é a deflexão do espécime em milímetros quando registrada a força  $FI$ .

Os valores de  $FI$  e  $f$  foram extraídos dos gráficos relativos aos ensaios dos espécimes de cada grupo. Elegeram-se um ponto em cada gráfico onde a deformação do espécime ainda era elástica, isto é, a deformação ainda não era permanente, e verificou-se o valor de carga referente.

### **Análise estatística**

Inicialmente foi realizada a análise exploratória dos dados para verificar a homogeneidade das variâncias e para determinar se os erros experimentais apresentavam distribuição normal. Em seguida, foi aplicada a Análise de Variância em esquema Fatorial (2-way ANOVA). Para comparações múltiplas entre médias foi utilizado o teste de Tukey. As análises foram feitas no programa estatístico SAS, versão 9.1, com nível de significância de 5%.

## **3. RESULTADOS**

A análise da resistência à flexão mostrou significância estatística da interação entre os fatores principais (resina e polimerização), indicando a dependência de um fator sobre o outro ( $p < 0,0001$ ). Por este motivo, os fatores não foram avaliados separadamente. A interação estatística entre resina e polimerização foi desdobrada pelo teste de Tukey e os resultados encontram-se na Tabela 3.

Comparando as resinas entre si, no mesmo tipo de polimerização foi possível observar que no Grupo controle, a Sinfony e a P60 foram semelhantes, divergindo da Z350XT. Utilizando a polimerização adicional com o Box e a autoclave, observou-se semelhança apenas entre a Sinfony e a Z350XT. Já a polimerização adicional por micro-ondas apresentou semelhança entre a P60 e Sinfony.



Analisando os tipos de polimerização na mesma resina, percebe-se que a resina Sinfony apresentou resultados semelhantes estatisticamente, independente do método de polimerização, enquanto que na P60, o controle e o micro-ondas apresentaram resultados maiores comparados ao Box e à Autoclave. Analisando a Z350 XT, houve um aumento significativo da resistência na sua polimerização adicional em Box, apresentando valores superiores ao controle e semelhantes estatisticamente à Autoclave, porém muito inferiores ao micro-ondas.

**Tabela 3. Média (desvio-padrão) da resistência à flexão, em MPa, das resinas submetidas à diferentes polimerizações adicionais.**

	<b>SINFONY</b>	<b>P60</b>	<b>Z350 XT</b>
<b>CONTROLE</b>	112,12 ( $\pm 5,93$ ) Aa	97,61 ( $\pm 18,94$ ) Aab	75,30 ( $\pm 30,34$ ) BCb
<b>BOX</b>	107,52 ( $\pm 4,73$ ) Aa	64,38 ( $\pm 22,09$ ) Bb	106,62 ( $\pm 19,86$ ) Aa
<b>AUTOCLAVE</b>	109,12 ( $\pm 5,71$ ) Aa	66,52 ( $\pm 19,35$ ) Bb	97,32 ( $\pm 26,91$ ) Aba
<b>MICRO-ONDAS</b>	91,24 ( $\pm 14,08$ ) Aa	101,32 ( $\pm 23,29$ ) Aa	51,89 ( $\pm 19,27$ ) Cb

Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (2-way ANOVA/Tukey, alfa=5%). Maiúsculas comparam polimerização e minúsculas comparam resinas.

A análise do módulo de elasticidade também indicou significância estatística da interação entre os fatores principais ( $p < 0,0001$ ). O desdobramento desta interação está indicado na Tabela 4.

**Tabela 4. Média (desvio-padrão) do módulo de elasticidade, em MPa, das resinas submetidas à diferentes polimerizações adicionais.**

	<b>SINFONY</b>	<b>P60</b>	<b>Z350 XT</b>
<b>CONTROLE</b>	4.090,22( $\pm 812,22$ )Bb	8.177,08( $\pm 1276,96$ )Aa	8.942,82( $\pm 2394,30$ )Aa
<b>BOX</b>	7.809,59( $\pm 2127,47$ )Aa	3.924,26( $\pm 575,34$ )Bb	4.061.45( $\pm 274,38$ ) Bb
<b>AUTOCLAVE</b>	5.053.31( $\pm 1436,50$ )Ba	6.597,22( $\pm 732,01$ )Aa	7.138.49( $\pm 1576,49$ )Aa
<b>MICRO-ONDAS</b>	8.567.82( $\pm 1082,25$ )Aa	7.485,68( $\pm 2346,08$ )Aa	4.139,61( $\pm 1390,62$ )Bb

Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (2-way ANOVA/Tukey, alfa=5%). Maiúsculas comparam polimerização e minúsculas comparam resinas.

Na análise do módulo de elasticidade, a Sinfony apresentou-se semelhante às demais resina apenas com polimerização adicional em Autoclave e na polimerização por micro-ondas os resultados desta com a P60 também foram semelhantes. A P60 foi semelhante à Z350 XT no Controle, no Box e na autoclave.

Quando comparado o método de polimerização, a Sinfony apresentou semelhança do controle com a autoclave e do Box com micro-ondas, enquanto a P60 somente apresentou diferença estatística quando polimerizada em Box. A Z350 XT só se diferenciou quando polimerizada em Box e Micro-ondas, com valores significativamente inferiores.

## 4. DISCUSSÃO

A busca crescente dos pacientes pela estética faz das resinas compostas um dos materiais odontológicos mais pesquisados na atualidade. As resinas compostas vêm sendo desenvolvidas desde que Bowen em 1962, introduziu o bis-GMA na Odontologia<sup>17</sup>.

Concordando com este trabalho, Fontana, *et al*<sup>18</sup> relatam que diante das inovações, dos diferentes tipos e características de resinas de uso clínico, há a necessidade de melhorias técnicas, seja na sua execução seja na otimização do processo de polimerização, pois estas ainda apresentam características indesejáveis como: dificuldades de reconstrução de extensões proximais, a utilização de pontas diamantadas no ajuste e escultura oclusal, que podem gerar desgaste à estrutura dental sadia, contornos e limites da parede cervical que podem influenciar na saúde periodontal<sup>18</sup> e a contração de polimerização<sup>1,12,18</sup>. Esta permite a formação de fendas na interface dente/material restaurador, tornando, por consequência, a restauração mais susceptível à infiltração marginal e causando sensibilidade pós-operatória<sup>12</sup>.

Na tentativa de solucionar este problema, opta-se por restaurações indiretas<sup>12,17-19</sup>. Em geral, recomenda-se a técnica direta para restaurações pequenas e quando há o envolvimento de grandes áreas ou aquelas que apresentam terminos proximais e subgingivais ou ainda quando há o envolvimento de múltiplas restaurações, a técnica indireta pode ser planejada<sup>19</sup>. Nessa técnica, as resinas compostas podem ser esculpidas com a forma anatômica adequada e fotopolimerizadas por aparelhos específicos, que geram calor e pressão na presença de nitrogênio<sup>19-20</sup>.

A Sinfony, resina laboratorial utilizada neste trabalho foi desenvolvida em meados da década de 1990, segundo Touati<sup>4</sup>. A composição da matriz orgânica das resinas de uso laboratorial está baseada em bis-GMA, TEGDMA e UDMA, que favorecem a manipulação do produto tal qual uma resina direta fotoativada. Esta é classificada como uma resina fotoativada com polimerização complementar por luz e vácuo. Para este sistema, unidades polimerizadoras diferenciadas são necessárias para obtenção das propriedades finais da resina<sup>6,19,21</sup>. A resina laboratorial utilizada é micro-híbrida e necessita de duas fases de polimerização: uma inicial usando o Visio Alfa<sup>®</sup> onde há a fotopolimerização por 5 segundos de cada incremento e uma polimerização final sob luz e vácuo usando o Beta Vario<sup>®</sup> durante 15 minutos: 1 minuto com

luz e 14 minutos com luz e vácuo, permitindo uma maior conversão dos monômeros em polímeros<sup>20</sup>. Contudo, apresentam a grande desvantagem de depender do técnico de laboratório, necessitarem de um maior tempo clínico e ser consideravelmente mais cara, devido ao custo laboratorial<sup>14</sup>.

Com o intuito minimizar essas desvantagens, diversos estudos sugerem a polimerização adicional de resinas compostas de uso clínico para a melhora das suas propriedades<sup>6,12,20-21</sup> e suas inúmeras vantagens, como: contração de polimerização reduzida, uma vez que ocorre no modelo de gesso, melhor contorno anatômico, acabamento e polimento, redução da infiltração marginal e sensibilidade pós-operatória, maior grau de conversão de monômeros em polímeros após a polimerização adicional, diminuindo a liberação de monômeros residuais (processo de lixiviação) tóxicos à polpa, melhores propriedades físicas e um menor custo por não envolver o laboratório e o emprego das cerâmicas<sup>17</sup>.

A resistência flexural representa a resistência máxima ao dobramento de um material antes que ocorra a fratura, sendo o teste mais utilizado por ser o mais eficiente para simular e detectar alterações estruturais do material<sup>24</sup>. Apesar de alguns estudos não estarem de acordo com a metodologia utilizada pela ISO para analisar a resistência à flexão de materiais restauradores resinosos<sup>25</sup>, a norma ISO 4049 é a utilizada para avaliar a propriedade mecânica de resistência à flexão desses materiais restauradores.

A resina Sinfony apresentou resultados semelhantes estatisticamente, independente do método de polimerização e dentro dos parâmetros indicados pela norma ISO, 100MPa<sup>26</sup> e pelo fabricante, de 105MPa.<sup>27</sup> Apesar dos diversos métodos de polimerização adicional, acredita-se que não houve diferença estatística pela máxima conversão de monômeros em polímeros utilizando a técnica preconizada pelo fabricante (Controle), pois muitos dos sistemas de uso laboratorial utilizam o calor como parte do processo de polimerização. Este calor adicional resulta em uma maior dureza e força flexural, resistência à fratura e estabilidade de cor.<sup>22</sup>

A resina P60 apresentou valores semelhantes à Sinfony no controle, provavelmente por apresentarem o mesmo tamanho de partículas (0,5 – 0,7 µm) e serem classificadas como micro-híbridas<sup>28</sup>. Segundo Kim, Ong, Okuno<sup>29</sup>, a composição das resinas é um dos principais fatores determinantes das propriedades mecânicas, sendo que o tamanho e a quantidade de carga presente no material são os aspectos de maior influência e obteve resultados numéricos

ainda mais semelhantes quando polimerizada adicionalmente com o micro-ondas. O micro-ondas chega a uma temperatura de 100°C, o que corrobora com muitos autores<sup>4,6,30</sup> que afirmam que o aumento de temperatura de 110°C por 8 à 15 minutos resulta num maior grau de conversão.

Um estudo feito em 2008, por Gomes<sup>23</sup>, testou o método de pré-aquecimento, pós-aquecimento e ambas as técnicas utilizando um aquecedor MP-130. Para o pré-aquecimento, utilizava uma porção da resina pré-estabelecida e a aquecia à 68°C, para a polimerização adicional, este mesmo aquecedor era utilizado à 10°C/minuto, até atingir 140°C e num outro grupo, fez o tratamento pré e pós-cura. Discordando deste estudo, onde o autor afirma que as resinas micro-híbridas obtiveram maiores resultados após polimerização adicional que as nanoparticuladas, este estudo obteve valores significativamente maiores com relação à resistência na polimerização adicional no box e autoclave, com valores superiores ao controle, porém com valores muito inferiores quando da utilização do micro-ondas.

Os corpos-de-prova foram colocados de uma só vez no prato giratório do forno de micro-ondas, e os que foram feitos com a resina Z350 XT, ficaram na extremidade do prato, podendo ter prejudicado a quantidade de calor transmitida. Esta redução pode ser explicada pelo fato de o forno de micro-ondas doméstico não apresentar uma distribuição uniforme da radiação das micro-ondas. Uma pequena parte de ondas é absorvida pelas paredes metálicas e na maior parte é refletida pelas paredes do forno, podendo ocorrer interferência, diversos experimentos didáticos envolvendo radiação micro-ondas são encontrados no estudo de Rosini (2004)<sup>31</sup>, mas um deles chama a atenção quanto à localização do objeto no prato giratório, que é o “Mapeamento” com “marshmallows”, onde foram distribuídos “marshmallows” de forma simétrica dentro do forno e irradiou-se à potência máxima por 40 s, pode-se observar que houve um aumento de volume dos mesmos, porque são porosos e apenas aqueles centralizados, devido ao teor de açúcar se caramelizaram, justamente por terem recebido uma maior quantidade de calor.

O módulo de elasticidade é determinado pelo mesmo teste que identifica a resistência à flexão. Esse teste combina as tensões encontradas na compressão e tensão<sup>32</sup>. De acordo com Cesar<sup>33</sup>, o módulo de elasticidade é uma medida da rigidez do material, quanto maior o módulo, mais rígido o material. Os valores encontrados no grupo controle foram semelhantes

àqueles indicados pelo fabricante (entre parênteses) em todas as amostras: 4,1 GPa (3,1 GPa) – Sinfony; 8,2 GPa (12GPa) – P60; 8,9 GPa (11 GPa), provavelmente pelas resinas P60 e Z350 XT com maior quantidade de carga, apresentando um maior módulo de elasticidade quando comparada à Sinfony.

A resina Sinfony possivelmente obteve melhores resultados na polimerização adicional no box e micro-ondas pelo menor conteúdo de carga (média 50%) comparadas às demais, aumentando a rigidez do material.

Na polimerização adicional em autoclave todas as resinas apresentaram valores médios semelhantes. Concordando com este estudo, outros autores<sup>6,12</sup> relatam a polimerização complementar pelo calor resulta em melhores propriedades físicas e mecânicas, para a utilização através da técnica laboratorial ou clínica, o que justifica a semelhança entre as resinas Sinfony e P60 quanto ao módulo quando polimerizadas adicionalmente em micro-ondas pela caracterização e tamanho médio das partículas, divergindo da resina Z350 XT, provavelmente pela redução da fase inorgânica da resina e a ligeira alteração na matriz resinosa, sendo esta mais dura e resistente.<sup>32</sup> O aumento na quantidade de carga inorgânica tem efeito nas características mecânicas do material e a redução da contração de polimerização e do processo de desgaste intra-oral.

Beatrice, Silva, Aguiar, Faria, Barros<sup>34</sup> concordaram com este trabalho, quando relataram que as pesquisas estão caminhando para desenvolver materiais à base de resina composta com monômeros modernos, novos fotoiniciadores e melhores sistemas de partículas para reduzir os estresses da polimerização.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante dos resultados obtidos, dentro dos métodos avaliados neste estudo, pode-se considerar que o Box é o melhor método de polimerização adicional para as resinas Z350 XT e Sinfony, assim como o forno de micro-ondas é para a resina P60. Entretanto, apesar do comportamento semelhante de algumas resinas de uso clínico ser semelhantes à resina de uso laboratorial em determinadas polimerizações adicionais, ainda são necessários mais estudos para possibilitar qual a melhor polimerização adicional para determinado tipo de resinas ou para todas as resinas de uso clínico testadas.

**EVALUATION OF FLEXURAL STRENGTH AND MODULUS OF ELASTICITY OF  
TWO RESINS AND DIRECT LABORATORY AFTER THREE DIFFERENT  
POLYMERIZATION METHODS ADDITIONAL**

**ABSTRACT**

*The goal of this paper was to evaluate the resistance to flexion and the elasticity module of two photopolymerizable compound resins of clinic use (P60 – Micro-hybrid and Z350 XT-nanotechnology resins and a laboratorial (Sinfony – Micro-hybrid) submitted to three additional methods of polymerization. It was prepared 120 proof corpora, following the specifications of ISO 4049, all of them photopolymerized for 20 seconds in the centre and extremities, at upper and base portion, in a total of 2 minutes. Randomly divided into four groups: G1 – Control (it did not receive additional polymerization), G2 – Additionally polymerized in specific laboratorial stove for 15 minutes, G3 – Additional polymerization in autoclave – heat and pression, for 15 minutes (120°C/2ATM) and G4 – Additional polymerization in microwaves – heat (15 minutes/1800 Watts). The resistance test to flexion was carried out in assay machine EMIC DL 2000 with speed of 0,5mm/minute. It was applied the Variance Analysis in Factorial scheme (2-way ANOVA) and Tukey (signification of 5%). These ones have indicated statistic signification of the interaction between the main factors (resin and polymerization), indicating the dependence of one factor over the other ( $p < 0,0001$ ), as much for the resistance to flexion, as for the module of elasticity. The resin Sinfony maintained uniform values in P60, the higher values were Control and Microwave, while Z350XT improved its properties in the Box and Autoclave. In the analysis of the elasticity module, Sinfony presented itself similar to the other resins only in Autoclave; P60 was similar to Z350 XT Control and Box, while Z350 XT differentiated itself inferiorly in the Microwave. Resins clinical use performed similarly to the resin laboratory use under certain additional polymerizations, however, further studies are necessary to provide a more accurate indication of additional polymerization methods for each type of resin.*

*Keywords: Polymerization, composite resins, quality.*

## REFERÊNCIAS

1. Miyazaki CL. Caracterização térmica, grau de conversão, resistência à flexão e dureza de compósitos comerciais tratados termicamente [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2010.
2. Silva BP, Carrilho EV, Paula A. Inlays/Onlays em resina composta. Ver. Portuguesa de Estomatologia, Medicina dentária e Cirurgia Maxilofacial. 2005; 46(1):21-8.
3. Anesi-Neto A, Souza FHC, Klein-Júnior CA, Pereira CC, Piva F, Cardoso J. Avaliação da resistência à compressão de duas resinas compostas em diferentes espessuras submetidas a diferentes tempos e complementação de polimerização. Stomatos. 2008;14(26):27-38.
4. Touati B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. Pract Periodontics Aesthet Dent. 1996;8(7):657-66.
5. Garcia LFR, Consani S, Churata RLM, Pires-de-Souza FCP. Resinas indiretas – Evolução histórica. Clin Pesq Odontol, Curitiba. 2006;2(5/6):407-11.
6. Hirata R, Mazzetto AH, Yao E. Alternativas clínicas de sistemas de resinas compostas laboratoriais – Quando e como usar. JBC - Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia 4(1); 13-21.
7. Busato ALS, Macedo RP, Hernández PAG. Reabilitação estética e funcional em dentes anteriores. In: Busato ALS, Macedo RP, Hernández PAG. Dentística: Restaurações estéticas 1ed. São Paulo: Artes Médicas. 2002; 297-385.
8. Cetin AR, Unlu N. One-year clinical evaluation of direct nanofilled and indirect composite restorations in posterior teeth. Dental Materials Journal 2009;28(5):620-26.
9. Araújo AR, Medeiros ML, Rodrigues CDT, Gonçalves AR. Avaliação de três métodos de ativação complementar sobre a dureza superficial de resinas compostas diretas. Robrac, 2009;18 (47): 28-33.
10. Silva CHV, Menezes Filho PF, Souza FB, Guimarães RP. Restauração indireta em resina composta – Uso do calor na polimerização adicional. Odontologia Clín.- Científ, Recife, 2007;6 (1): 85-9.
11. Galafassi D, Gonçalves LS, spazzin AO, Carlini Junior B. Análise da influência de três métodos de pós-polimerização sobre a resistência à flexão de um compósito de uso clínico. R Dental Press Estét. 2006;3(3):37-42.
12. Castro CER, Tonin G, Arossi GA, BusatoALS. Onlay de resina composta com polimerização complementar em autoclave – Relato de caso. 2007 Jan 22[serial online] disponível em [www.cespo.com.br/index.php?dest=artigosver&idart=12&pagina=1](http://www.cespo.com.br/index.php?dest=artigosver&idart=12&pagina=1).



13. Soares CJ, Silva GR, Simamoto-Júnior PC, Cury AADB, Silva WJ, Propriedades mecânicas de resinas compostas empregando diferentes unidades polimerizadoras laboratoriais. 15° POSMEC. FEMEC/UFU. 2005;1 -10.
14. Arossi GA, Ogliari F, Samuel SMW, Busato ALS. Polimerização complementar em autoclave, micro-ondas e estufa de um compósito restaurador direto. *Rev Odonto Ciencia* 2007;56(22):177-80.
15. Fonseca MSMN, Magluf TRF, Monteiro GQM, Silva CHV, Menezes Filho PF. Resinas compostas diretas utilizadas para a confecção de restaurações indiretas [serial online] 2006 Maio [cited 2010 Out 19]. Disponível em <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp?id=465>.
16. Fares NH, Nagem Filho H, Pacheco IB, Coutinho KQ, Nagem HD. Resistência flexural e módulo de elasticidade da resina composta. *Rev. de Clín. Pesq. Odontol.* 2005;2(1):53-5.
17. Porto CLA, Saade EG, Rossato DM, Saad JRC, Porto Neto ST. Técnica direta-indireta para restauração de resina composta posterior. *Pro odonto estética Sescad* 2008;125-50.
18. Fontana UF, Campos EA, Mérida Jr., Martins W. Técnica direta especial para restaurações com resina composta em dentes posteriores. Ação do dispositivo para obtenção da relação de contato e matriz para oclusal. *Robrac.* 1998;7(23):20-3.
19. Higashi c, Arita C, Gomes JC, Hirata R. Estágio atual das resinas indiretas. *Pro odonto estetica Sescad.* 2008; 1-48.
20. Borba M, Della Bona A, Cecchetti D. Flexural strength and hardness of direct and indirect composites. *Braz Oral Res.* 2009;23(1):5-10.
21. Baratieri LN. Restaurações indiretas com resinas compostas (inlay/onlay). In: Baratieri LN, Monteiro Junior S, Andrada MAC, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC. *Odontologia Restauradora – fundamentos e Possibilidades.* São Paulo: Livraria Santos Editora; 2001;525-43.
22. Rosentritt M, Behr M, Leibrock A, Handel G. Veneering composites – a thermoanalytical Examination. *Journal of materials science: materials in medicine* 1999;10:91-8.
23. Gomes MN. Tratamento térmico pré e pós-cura de diferentes compósitos: Análise térmica, resistência à flexão e grau de conversão [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008. 82p. Mestrado em materiais dentários.
24. Mallmann A, Jesus SS, Teixeira A, Fontes CM, Jacques LB. Resistência flexural de resinas compostas imersas em diferentes líquidos. *Robrac* 2009;18 (45):11-7.

25. Yap AUJ, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003; 30: 171–7.
26. Souza ROA, Mesquita AMM, Pavanelli CA, Nishioka RS, Bottino MA. Avaliação da resistência à flexão de três resinas compostas de uso laboratorial. *Int J Dent* 2005; 4(2):50-4.
27. Sinfony: Indirect composite – Scientific Product Profile [Perfil técnico]. Disponível em:  
[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8\\_BMxmxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=TPP%20FiltekZ350XT\\_PTLow\\_OK.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8_BMxmxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=TPP%20FiltekZ350XT_PTLow_OK.pdf)
28. Filtek P60 - Posterior Restorative System[Perfil técnico]. Disponível em:  
[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UF6EVsSyXTt4XT\\_1XMMyEVtQEVs6EVs6EVs6E666666--&fn=p60\\_tp\\_la.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UF6EVsSyXTt4XT_1XMMyEVtQEVs6EVs6EVs6E666666--&fn=p60_tp_la.pdf)
29. Hirata R, Higashi C, Masotti A. Simplificando o uso de resinas compostas em dentes Posteriores. *R. Dental Press Estét.* 2004;1(1):18-34.
30. Santana IL. Estudo da influência do tratamento por calor em propriedades mecânicas em resinas compostas. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2005. 82p. Mestrado em materiais dentários.
31. Rosini F, Nascentes CC, Nóbrega JA. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas *Quim. Nova* 2004;27(6):1012-5.
32. Filtek Z350 XT Resina composta universal [Perfil técnico]. Disponível em:  
[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8\\_BMxmxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=TPP%20FiltekZ350XT\\_PTLow\\_OK.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8_BMxmxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=TPP%20FiltekZ350XT_PTLow_OK.pdf)
33. Cesar PF, Miranda Júnior WG, Braga RR. Influence of shade and storage time on the flexural strength, flexural modulus, and hardness of composites used for indirect restorations. *The journal of prosthetic dentistry* 2001;86(3):289-96.
34. Beatrice LCS, Silva CHV, Aguiar CM, Faria ABS, Barros LF. Resinas compostas: Contração e profundidade de polimerização. *Odontologia Clín.Científica.* 2009;8(2):111-4.