

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**MODALIDADE ARTIGO CIENTÍFICO**

---

---

**SORÇÃO, SOLUBILIDADE E RESISTÊNCIA FLEXURAL  
BIAXIAL DE UMA RESINA COMPOSTA EM FUNÇÃO DO TIPO  
DE FONTE DE LUZ E TÉCNICAS DE POLIMERIZAÇÃO**

---

---

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MESTRANDA: Andreia Assis Carvalho**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Lawrence Gonzaga Lopes**

**Goiânia  
2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**MODALIDADE ARTIGO CIENTÍFICO**

---

---

**SORÇÃO, SOLUBILIDADE E RESISTÊNCIA FLEXURAL  
BIAXIAL DE UMA RESINA COMPOSTA EM FUNÇÃO DO TIPO  
DE FONTE DE LUZ E TÉCNICAS DE POLIMERIZAÇÃO**

---

---

Artigo científico apresentado ao Programa de  
Pós-graduação da Faculdade de Odontologia  
da Universidade Federal de Goiás para defesa  
de Dissertação de Mestrado.

**MESTRANDA: Andreia Assis Carvalho**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Lawrence Gonzaga Lopes**

**Goiânia  
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)  
GPT/BC/UFG**

C331s Carvalho, Andreia Assis.  
Sorção, solubilidade e resistência flexural biaxial de uma resina composta em função do tipo de fonte de luz e técnicas de polimerização [manuscrito] / Andreia Assis Carvalho. - 2010.  
86 f. : il, figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Lawrence Gonzaga Lopes.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,  
Faculdade de Odontologia, 2010.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

Apêndices.

1. Materiais dentários 2. Sorção 3. Resistência flexural biaxial  
4. Restauração Odontológica I. Título.

CDU: 616.314-08

**BANCA EXAMINADORA**

**Membros:**

**Prof. Dr. Lawrence Gonzaga Lopes (orientador)**

**Faculdade de Odontologia - UFG**

**Prof. Dr. Sicknan Soares da Rocha**

**Faculdade de Odontologia - UFG**

**Prof. Dr. Carlos José Soares**

**Faculdade de Odontologia - UFU**

**Suplente:**

**Prof. Dr. João Batista de Souza**

**Faculdade de Odontologia - UFG**

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>17</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
4.1 PREPARO DOS ESPÉCIMES.....	19
4.2 ANÁLISE DA SORÇÃO E SOLUBILIDADE.....	26
4.3 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA FLEXURAL BIAXIAL.....	28
4.4 TRATAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	30
<b>5 PUBLICAÇÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>56</b>

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio, confiança, dedicação e esforços.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo que tem planejado e executado em minha vida.

Aos meus pais, ANTONIO JOSÉ e ARLINDA, que estiveram sempre presentes. Foram eles que me proporcionaram a possibilidade de estudar e crescer sabendo da responsabilidade que tínhamos com o mundo.

Aos meus irmãos, DONATO JR, ADRIANA, ANGELA e RENATO, que juntos sempre me ensinaram o valor da união.

Ao meu cunhado JOSUÉDER, minhas cunhadas PÂMELLA e CAMILA, e sobrinhos EVELYN, FRANCELINO NETO e ANTÔNIO NETO pela presença em minha vida.

Aos meus avós, vó MARIA ETERNA, vó ANTÔNIO, vó ALTINA e vó ALÁDIO. Hoje só a vó Altina está torcendo por mim aqui de pertinho, mas sei que os outros torcem por mim de onde eles estão.

Aos tios, primos e amigos sempre tão carinhosos.

À VILMAR, por ter sido uma “mãezona”.

Ao meu namorado EDGAR, pela paciência e amor que me tem me dedicado.

A minha eterna parceira LUCIANA MANRIQUE.

À Dra VILMA, professora ENILZA, ROGÉRIO e MÔNICA pela oportunidade da conquista profissional.

Aos meus pacientes, que sempre confiaram em mim e tiveram paciência para me esperar durante o mestrado.

Ao meu orientador, professor LAWRENCE, pelo cuidado e toda a orientação durante esse período.



Aos colegas de mestrado, especialmente meus colegas da turma de 2008, ANTÔNIO HÉLIO, ANGÉLICA, DANIELA, EVELIN, ÉRIKA, GEOVANE, HENRIQUE, KARLA, KARINE, LEANDRO, LILA, LARISSA e NÁDIA pelo companheirismo.

Ao professor JOÃO BATISTA, professor RODRIGO, professor GERSINEI, FRANCINE, ANA PAULA e NATASHA pelo espírito e trabalho em equipe.

Aos professores e funcionários da pós-graduação que puderam participar da minha formação profissional.

“Os fatos não são a verdade, mas apenas indicam onde pode estar a verdade.”

*Mary Brancoft*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Diagrama 1** - Caracterização dos grupos e subgrupos (TC= Técnica Convencional; TP I= Técnica por Pulso Interrompido I; TP II= Técnica por Pulso Interrompido II).

**Figura 1** – Matriz em aço inoxidável de geometria circular com as dimensões internas de 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura.

**Figura 2** – Sistema placa de vidro, tira de poliéster, matriz de aço, tira de poliéster e lâmina de vidro para confecção dos espécimes.

**Figura 3** – Na parte superior da matriz de aço e, sobre o material, foi colocada uma tira de poliéster e, sobre a tira, uma lâmina de vidro de um milímetro de espessura, para permitir o extravasamento do excesso de resina composta e a obtenção de uma superfície lisa e uniforme.

**Figura 4** – Posicionamento da ponteira do aparelho fotopolimerizador sobre a tira de poliéster (sem a lâmina de vidro).

**Figura 5** – Espécime com as dimensões de 8 mm x 2 mm, após ser retirado da matriz de aço e ter excessos removidos pela lâmina de bisturi n. 15.

**Figura 6** – (A) Frasco identificado para a colocação do espécime e, (B) balança analítica utilizada para a pesagem dos espécimes.

**Figura 7** – (A) Visualização do teste da resistência flexural biaxial sendo realizado, (B) momento da fratura do espécime.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Características da resina composta testada.

**Tabela 2** – Composição da resina composta Esthet-X: carga inorgânica, matriz orgânica e porcentagem em peso.

**Tabela 3** – Características dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados.

**Tabela 4** – Aparelhos fotopolimerizadores, densidades de energia e técnicas de polimerização utilizados.

## - PUBLICAÇÃO

**Table 1** – Details of the various light curing modes evaluated

**Table 2** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for comparison between light source and permeant for the measurement of sorption and solubility at 16 J/cm<sup>2</sup>.

**Table 3** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for comparison between light source and permeant for the measurement of sorption and solubility at 20 J/cm<sup>2</sup>.

**Table 4** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for biaxial flexural strength at 16 J/cm<sup>2</sup>.

**Table 5** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for biaxial flexural strength at 20 J/cm<sup>2</sup>.

**Table 6** – Pearson's correlation coefficient.

**LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

**ANOVA** Análise de Variância

**Bis-GMA** bisfenol A glicidil dimetacrilato

**FO** Faculdade de Odontologia

**ISO** Organização Internacional para Padronização

**J/cm<sup>2</sup>** Joule por centímetro quadrado

**Kg** quilograma

**LED** luz emitida por diodo

**m<sub>1</sub>** massa 1

**m<sub>2</sub>** massa 2

**m<sub>3</sub>** massa 3

**mg** miligrama

**ml** mililitro

**min** minuto

**mm** milímetro

**mm/min** milímetro por minuto

**mPa** megapascal

**mW/cm<sup>2</sup>** miliwatt por centímetro quadrado

**N** Newton

**nm** nanômetro

**RC** resina composta

**RFB** resistência flexural biaxial

**s** segundos

**TC** técnica convencional

**TPI** técnica por pulso interrompido I

**TP II** técnica por pulso interrompido II

**UDMA** uretano dimetacrilato

**UFG** Universidade Federal de Goiás

**UFU** Universidade Federal de Uberlândia

**V** volume

**µg** micrograma

**µg/mm<sup>3</sup>** micrograma por milímetro cúbico

**°C** graus Celsius

## RESUMO

O uso de resina composta (RC) em restaurações odontológicas é uma prática freqüente, entretanto, no meio bucal, esses polímeros estão sujeitos a efeitos higroscópicos e hidrolíticos, além de força da oclusão e mastigação. Este trabalho teve como objetivo avaliar, *in vitro*, a influência de diferentes fontes de luz, densidades de energia e técnicas de polimerização na sorção, solubilidade e resistência flexural biaxial (RFB) de uma RC. Foram confeccionados 240 espécimes (2mm x 8 mmØ) de RC (Esthet-X), cor A2. Dois grupos foram obtidos, em função do aparelho utilizado: lâmpada halógena e luz emitida por diodo (LED); e subdivididos de acordo com a densidade de energia (16 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>), técnica de polimerização (convencional, pulso interrompido I e pulso interrompido II) e tipo de permeante (água deionizada e etanol 75%). A metodologia utilizada para o desenvolvimento do teste de sorção e solubilidade foi baseada na ISO 4049:2000. Em seguida, os espécimes foram testados quanto à RFB (ASTM F 394-78). Foram utilizados os testes ANOVA e Tukey para os dados paramétricos e os testes Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para os dados não-paramétricos ( $\alpha=0,05$ ). Foi observado que, em geral, não houve diferenças estatisticamente significantes quando comparados as fontes de luz e as técnicas de polimerização ( $p>0,05$ ). Na densidade de energia de 16 J/cm<sup>2</sup> e na técnica por pulso interrompido II foi possível observar que o LED gerou maiores valores de sorção e solubilidade do que a lâmpada halógena e, na técnica convencional, menores valores de RFB ( $p>0,05$ ). O etanol gerou maiores valores de sorção e solubilidade, e menores de RFB quando comparado com a água. Em geral, as fontes de luz, densidades de energia e técnicas de polimerização não influenciaram nos valores de sorção, solubilidade e RFB.

**Palavras-chave:** materiais dentários; sorção; solubilidade; resistência flexural biaxial.

## 1 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

No ambiente bucal, há sempre muitos fenômenos ocorrendo simultaneamente junto às estruturas do dente e também às restaurações (BAYNE, 2007). Assim, o Cirurgião-Dentista se depara com constantes questionamentos sobre as escolhas de tratamento e qual material odontológico deveria utilizar.

O uso de resina composta (RC) em restaurações odontológicas é uma prática cada vez mais freqüente, principalmente por vantagens como a estética e a capacidade de polimerização por meio de ativador físico ou químico (CHEN *et al.*, 2007, LOPES *et al.*, 2007; YOSHIKAWA *et al.*, 2001). Quando aplicadas juntamente com o sistema adesivo, estabelecem uma adequada interação com o esmalte e/ou dentina, sendo que a estabilidade longitudinal está diretamente relacionada a fatores como as características intrínsecas do material restaurador e intempéries do meio bucal (FRANCO; LOPES, 2003). No entanto, para corresponder às expectativas de longevidade clínica, são fundamentais uma indicação precisa e criteriosa condução da técnica, incluindo a adoção de um adequado protocolo de polimerização (LOPES *et al.*, 2007).

As RCs são compostas basicamente de uma matriz orgânica Bis-GMA (Bisfenol A glicidil dimetacrilato) ou UDMA (uretano dimetacrilato), partículas de carga silanizadas, inibidores e iniciadores (SIDERIDOU *et al.*, 2008). É na matriz orgânica que ocorre o processo de polimerização do material, na qual há a transformação de monômeros em polímeros, por meio de um mecanismo de ativação (FRANCO; LOPES, 2003; MONTENEGRO *et al.*, 2003). Entretanto, o insuficiente grau de conversão dos monômeros em polímeros influencia diretamente nas propriedades físicas e estabilidade química das RCs (CHEN *et al.*, 2007; LOPES *et al.*, 2007; RUEGGEBERG; CRAIG, 1988).



Os polímeros usados em restaurações odontológicas estão sujeitos a efeitos tanto higroscópicos como hidrolíticos, podendo absorver água e agentes químicos do ambiente (sorção), como também, podem liberar componentes para o meio (solubilidade) (AGUIAR *et al.*, 2007; FERRACANE, 2006). Estes efeitos são produto da separação das cadeias poliméricas por uma molécula que não forma ligações primárias com a cadeia (LOPES *et al.*, 2009). No meio bucal, as restaurações estão ainda sujeitas a tensão devido à ação da mastigação. Quando uma força ou carga excessiva é aplicada, há a geração de tensões internas, podendo haver a ruptura do material (WANG *et al.*, 2003).

Dessa forma, a unidade polimerizadora desempenha importantes funções para o sucesso das restaurações fotopolimerizadas. A emissão suficiente de intensidade de luz, comprimento de onda adequado e densidade de energia (densidade de potência x duração de exposição) são características relevantes dos aparelhos fotopolimerizadores para obtenção de uma adequada profundidade de cura (AGUIAR *et al.*, 2007; LOPES *et al.*, 2007; MONTENEGRO *et al.*, 2003; RUEGGEBERG, 1994).

Para a fotopolimerização de materiais resinosos, existem atualmente, a lâmpada halógena, o arco de plasma, o laser de argônio e a luz emitida por diodo (LED), todos emitindo radiação dentro do espectro da luz visível azul, que é de 400 a 500 nanômetros (nm) (FRANCO; LOPES, 2003). O sistema de polimerização utilizando lâmpada halógena é reconhecido pela praticidade e capacidade de proporcionar resultados satisfatórios, entretanto, apresenta limitações no que tange a sua durabilidade e produção de calor (CORRER *et al.*, 2006; TARLE, 2002). Novas tecnologias, como os aparelhos à base de LED aparecem como uma promissora opção disponível atualmente pois, estes aparelhos emitem toda luz dentro do espectro de absorção máxima da canforoquinona (468 nm), que é o fotoiniciador geralmente encontrado na maioria dos materiais resinosos (AGUIAR *et al.*, 2007; FRANCO *et al.*, 2007; KURACHI *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2007).

Ainda em relação à fotopolimerização, diferentes métodos de aplicação da luz podem interferir na resistência de união, dureza e densidade de ligações cruzadas (BRANDT *et al.*, 2008). Na técnica convencional (contínua) de alta densidade de energia, a luz é aplicada ao material resinoso em um único momento (OBICI *et al.*, 2006). Assim, muitas moléculas fotoiniciadoras são ativadas ao mesmo tempo e, conseqüentemente, a aceleração ocorre imediatamente à exposição da luz, gerando tensões internas que são pouco liberadas (OBICI *et al.*, 2006).

Na técnica de fotopolimerização por pulso interrompido, há diminuição das tensões de contração (FRANCO; LOPES, 2003; LOPES *et al.*, 2008; YOSHIKAWA *et al.*, 2001). Isso acontece devido ao intervalo entre os dois pulsos (um inicial com baixa densidade de energia e uma final com alta irradiação de luz) que aumenta a fase pré-gel da RC, melhorando o escoamento das tensões provindas da contração de polimerização e, dessa forma, melhor selamento marginal é obtido (LOPES *et al.*, 2008; FRANCO; LOPES, 2003; YOSHIKAWA *et al.*, 2001).

Entretanto, tem-se hipotetizado que esses métodos de polimerização gerariam um pequeno número de radicais livres, resultando em uma estrutura polimérica mais linear, com baixa densidade de ligações cruzadas, o que afetaria negativamente as propriedades do material (WITZEL *et al.*, 2005; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2001; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003). Em trabalhos realizados anteriormente, foi concluído que a integridade marginal de restaurações de RC e o “amolecimento” do compósito foram mais prejudicados quando utilizou-se a técnica por pulso interrompido comparado com a utilização de alta densidade de energia inicial (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 2003 e 2005).

Neste direcionamento, esta pesquisa partirá da seguinte pergunta: Dependendo da fonte de luz, densidade de energia e técnica de polimerização, a RC apresenta variação na sorção e solubilidade, além do comprometimento da resistência flexural biaxial (RFB)?

## 2 – JUSTIFICATIVA

1. As divergências de trabalhos sobre a qualidade da estrutura polimérica formada após os diferentes métodos de fotoativação, podendo ou não interferir na sorção e solubilidade das RCs (LOPES *et al.*, 2009);
2. A possibilidade de degradação química dos polímeros em decorrência dos fenômenos de sorção e solubilidade existentes no ambiente oral (FERRACANE, 2006);
3. A falta de homogeneidade nas conclusões quanto à viabilidade na cura de materiais fotossensíveis dos aparelhos à base de LED (LOPES *et al.*, 2007);
4. Os questionamentos se, realmente, a técnica por pulso interrompido leva a uma redução significativa nas propriedades mecânicas das RCs quando submetidas à ação de solventes (LOPES *et al.*, 2009).

### **3 – OBJETIVOS**

#### **3.1 - OBJETIVO GERAL**

- Avaliar a sorção, solubilidade e RFB de uma RC em dois permeantes (água deionizada e etanol a 75%) em função de diferentes fontes de luz, densidades de energia e técnicas de polimerização.

#### **3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar indiretamente a qualidade do polímero resultante da aplicação de técnicas descontínuas de fotoativação, utilizando o LED e a lâmpada halógena;
- Correlacionar os dados de RFB com os de sorção e solubilidade.

## 4 – MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi do tipo laboratorial, *in vitro*, sendo constituído por corpos-de-prova e, realizado nas dependências da Faculdade de Odontologia (FO) da Universidade Federal de Goiás (UFG) e da FO da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

### 4.1 - PREPARO DOS ESPÉCIMES

Para a realização desta pesquisa foram confeccionados 240 espécimes da RC nanohíbrida fotopolimerizável Esthet-X, cujas especificações estão nas Tabelas 1 e 2. Os espécimes foram confeccionados segundo a norma da Organização Internacional de Padronização (ISO) 4049:2000, exceto para as dimensões do espécime, tipos de permeantes e tempo de armazenagem. A temperatura do ambiente foi controlada a  $23 \pm 1$  graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a umidade relativa do ar ajustada a um valor maior que 30% [dados obtidos com um termo-higrômetro (MT-230A, Minipa)].

**Tabela 2 – Características da resina composta testada.**

<b>Material</b>	<b>Cor</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Lote</b>	<b>Validade</b>
Esthet-X	A2	Dentsply, Rio de Janeiro, RJ, Brasil	071116 (LB 0801000137)	Nov/2011

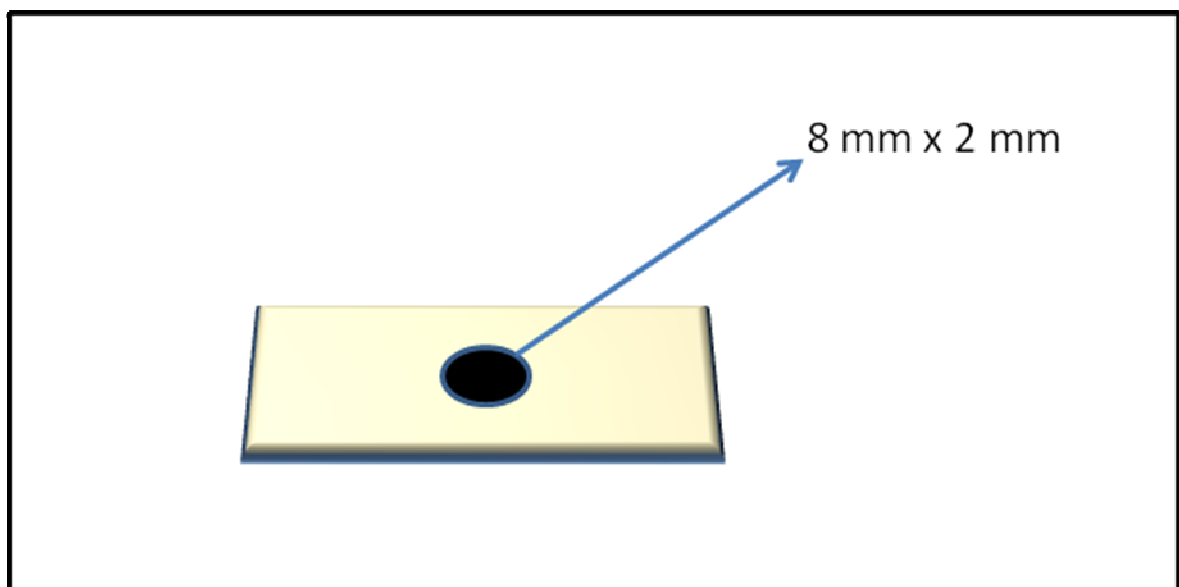
Os espécimes foram obtidos a partir de uma matriz de aço inoxidável de geometria circular com as seguintes dimensões internas: 8 milímetros (mm) de diâmetro e 2 mm de espessura (Figura 1). Essa matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro recoberta com uma tira de poliéster (3M do Brasil) e preenchida com RC em um único incremento com uma espátula Ivoclar nº 2 para evitar a formação de bolhas. Outra tira de poliéster foi colocada sobre o incremento de RC e pressionada contra a RC com a utilização de uma lâmina de vidro

de 1 mm de espessura, para permitir o extravasamento do excesso de RC e a obtenção de uma superfície lisa e uniforme (Figuras 2 e 3).

**Tabela 2 – Composição da resina compota Esthet-X: carga inorgânica, matriz orgânica e porcentagem em peso.**

Composição		
Carga inorgânica	Vidro de bário fluoralumínio borossilicato silanizado	> 70%
	Sílica amorfa	< 3%
	Dióxido de titânio	< 1%
Matriz orgânica	Bisfenol A glicidil dimetacrilato (Bis-GMA) modificado por uretano	< 25%

Fonte: <<http://www.dentsply.com.br>>.



**Figura 1 – Matriz em aço inoxidável de geometria circular com as dimensões internas de 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura.**

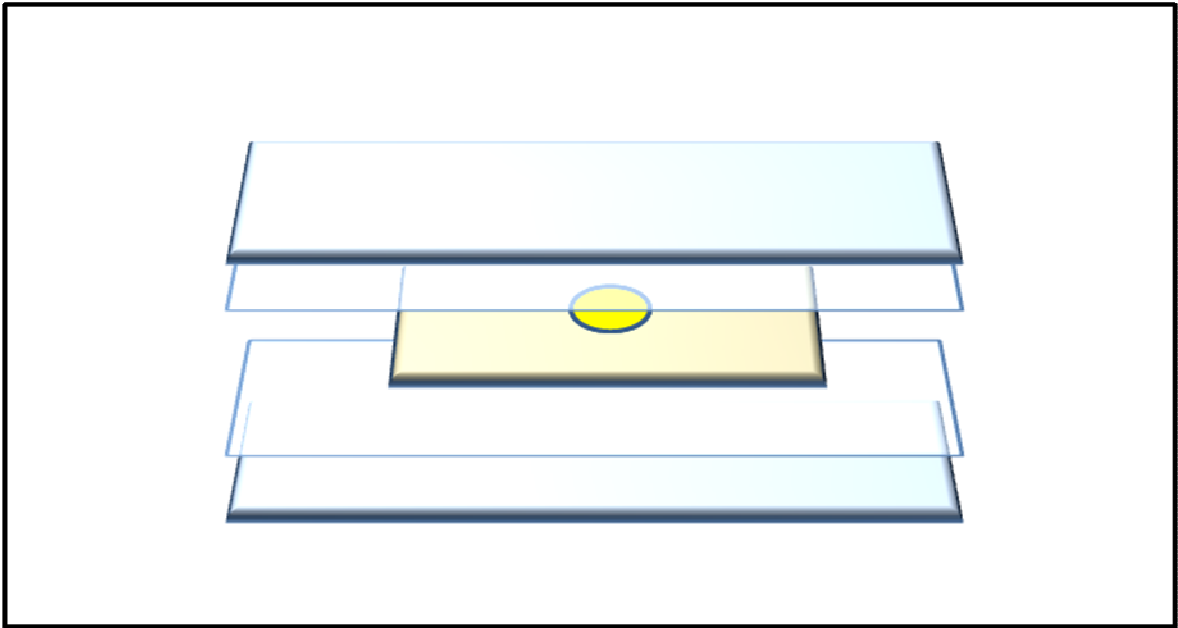


Figura 2 – Sistema placa de vidro, tira de poliéster, matriz de aço, tira de poliéster e lâmina de vidro para confecção dos espécimes.

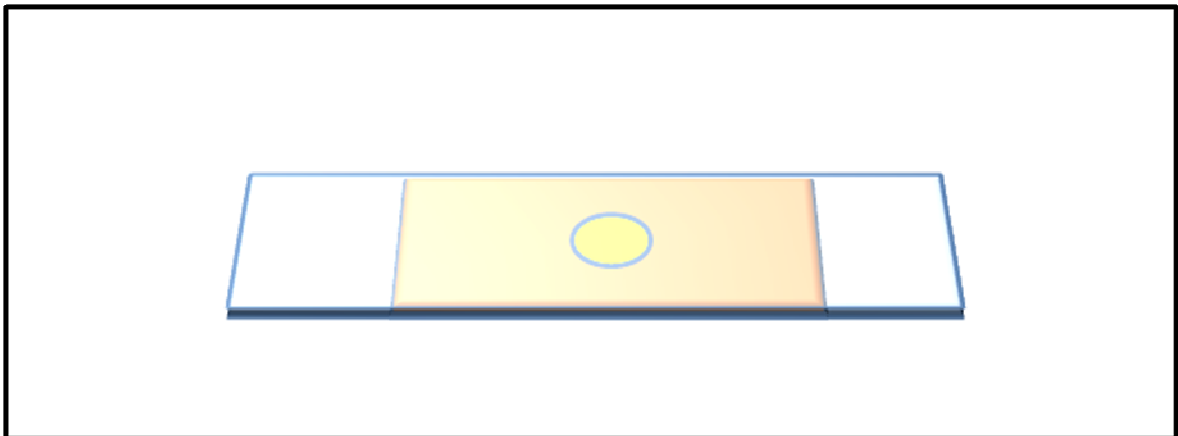


Figura 3 - Na parte superior da matriz em aço e, sobre o material, foi colocada uma tira de poliéster e, sobre a tira, uma lâmina de vidro de um milímetro de espessura, para permitir o extravasamento do excesso de resina composta e a obtenção de uma superfície lisa e uniforme.

Retirou-se, então, a lâmina de vidro e, sobre a tira de poliéster (em íntimo contato) foi posicionada a ponteira do aparelho fotopolimerizador (Figura 4). Foram obtidos dois grupos, dependendo do aparelho utilizado, contendo 120 espécimes cada. Dois tipos de



aparelhos fotopolimerizadores, um de lâmpada halógena e outro LED, foram utilizados para fotoativação dos espécimes, cujas especificações encontram-se na Tabela 3.

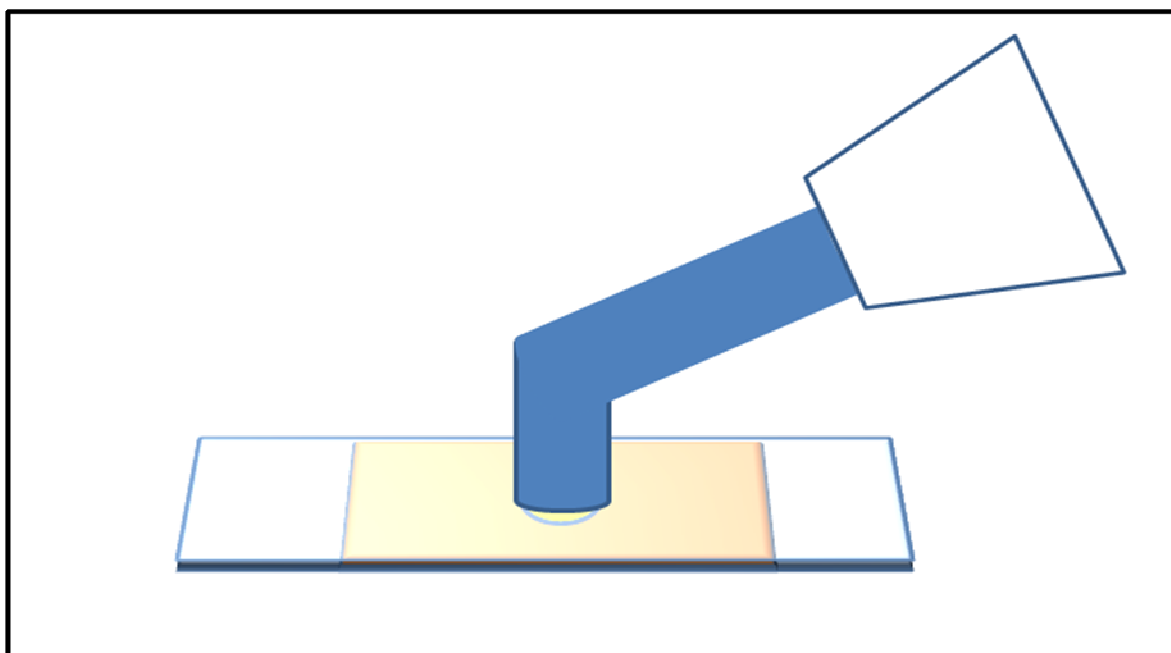


Figura 4 - Posicionamento da ponteira do aparelho fotopolimerizador sobre a tira de poliéster (sem a lâmina de vidro).

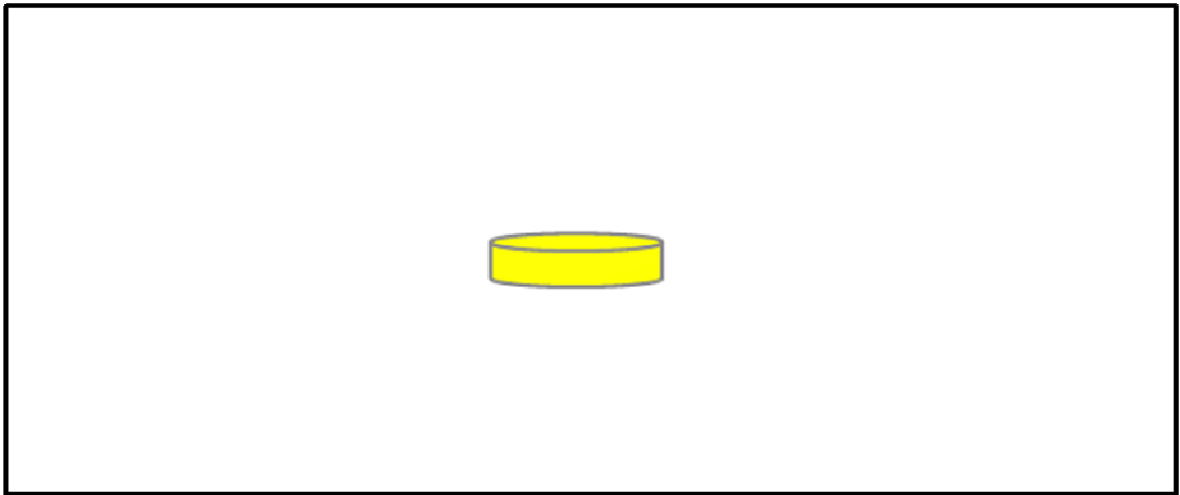
O aparelho de lâmpada halógena utilizado (Variable Intensity Polymerizer - VIP; Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) pode ser programado com tempo de exposição de 2-5, 10, 20, 30 segundos (s) e uma exposição contínua de até 225 s, e com intensidade de 100, 200, 300, 400, 500 e 600 miliwatt por centímetro quadrado ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ). O aparelho de LED (Ultra Blue; DMC, São Carlos, SP, Brasil) pode ter dois ciclos de trabalho (20 e 40 s), além de possuir dois níveis de potência programáveis (300 e  $600 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ).

**Tabela 3 – Características dos aparelhos fotopolimerizadores.**

<b>Aparelho</b>	<b>Fonte de Luz</b>	<b>Densidade de energia</b>	<b>Fabricante</b>
VIP	Lâmpada Halógena	100-600 $\text{mW}/\text{cm}^2$	Bisco
Ultra Blue	LED	300 e 600 $\text{mW}/\text{cm}^2$	DMC

Todos os aparelhos foram ligados em um estabilizador de energia e a densidade de potência foi previamente verificada em um radiômetro (Demetron Research Corp.). Para cada

aparelho foram utilizadas duas densidades de energia, variando as técnicas de polimerização: uma técnica convencional (TC); e, duas técnicas por pulso interrompido [técnica por pulso interrompido I (TP I) e técnica por pulso interrompido II (TP II)], com 2 minutos (min) de período sem luz entre os pulsos (Tabela 4), utilizando um cronômetro para a contagem do tempo. Depois da fotoativação, os espécimes foram retirados da matriz de aço e os excessos removidos com uma lâmina de bisturi n. 15 (Figura 5). Assim, esses subgrupos, cada um contendo 20 espécimes, foram subdivididos, conforme o Diagrama 1, e os espécimes imersos em dois tipos de permeantes: água deionizada ou etanol a 75% (n=10).



**Figura 5 – Espécime com as dimensões de 8 mm x 2 mm, após ser retirado da matriz de aço e ter excessos removidos pela lâmina de bisturi n. 15.**

**Tabela 4 – Aparelhos fotopolimerizadores, densidades de energia e técnicas de polimerização utilizados.**

<b>Tipo de aparelho</b>	<b>Densidade de energia (J/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Técnicas de polimerização</b>	<b>1º Pulso</b>	<b>Período sem luz</b>	<b>2º Pulso</b>
<b>Lâmpada halógena</b>	16	TC	27s- 600 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		TP I	3s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	25s-600 mW/cm <sup>2</sup>
		TP II	10s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	22s-600 mW/cm <sup>2</sup>
	20	TC	34s-600 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		TP I	3s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	32s-600 mW/cm <sup>2</sup>
		TP II	10s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	28s-600 mW/cm <sup>2</sup>
<b>LED</b>	16	TC	27s-600 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		TP I	3s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	25s-600 mW/cm <sup>2</sup>
		TP II	10s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	22s-600 mW/cm <sup>2</sup>
	20	TC	34s-600 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		TP I	3s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	32s-600 mW/cm <sup>2</sup>
		TP II	10s-300 mW/cm <sup>2</sup>	2 min	28s-600 mW/cm <sup>2</sup>

TC= Técnica Convencional; TP I= Técnica por Pulso Interrompido I; TP II= Técnica por Pulso Interrompido II

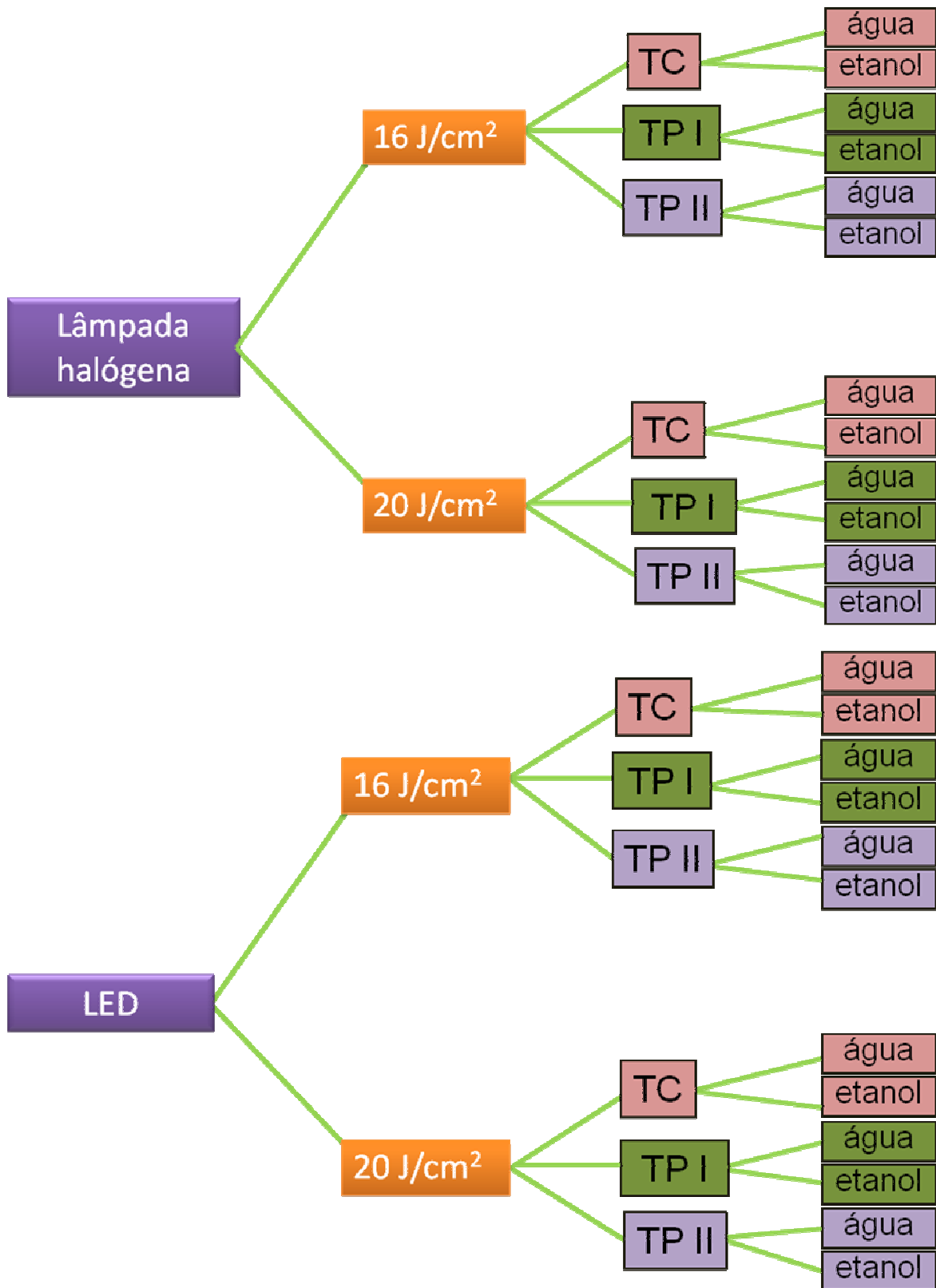


Diagrama 1 - Caracterização dos grupos e subgrupos (TC= Técnica Convencional; TP I= Técnica por Pulso Interrompido I; TP II= Técnica por Pulso Interrompido II).

## 4.2 - ANÁLISE DA SORÇÃO E SOLUBILIDADE

Uma vez confeccionados os espécimes, como mencionado, os espécimes foram colocados em frascos abertos e identificados dentro de um dessecador de vidro de cor âmbar com manômetro (CHIAROTTI MAUÁ 10-190) de 250 mm contendo sílica gel *freshly dried* (VETEC<sup>®</sup>, lote 0506198), por 22 horas a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  no interior de uma estufa (FANEN LTDA-modelo 002 CB).

Decorrido esse período, o dessecador foi retirado da estufa com os respectivos espécimes e colocados sobre uma bancada pelo período de duas horas à temperatura ambiente ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ), completando um ciclo de 24 horas. Em seguida, cada corpo-de-prova foi retirado do interior do frasco por meio de uma pinça clínica para evitar o contato com qualquer outra superfície e, pesado repetidas vezes, após ciclos de 24 horas, até obter a massa constante 1 ( $m_1$ ), de forma que a diferença entre as pesagens entre os ciclos não fosse maior que 0,1 miligrama (mg), conforme a ISO 4049:2000, utilizando-se para tanto uma balança analítica eletrônica com precisão de 0,001 mg (Marte, AY220) que foi devidamente tarada antes de cada pesagem (Figura 6).



**Figura 6 – (A) Frasco etiquetado para a colocação do espécime e (B) balança analítica utilizada para a pesagem dos espécimes.**

Os valores obtidos foram anotados em tabelas previamente elaboradas. Foram obtidas também duas medidas do diâmetro de cada espécime, bem como cinco medidas da espessura do espécime por meio de um paquímetro digital (Marberg). Através da média do diâmetro e da média da espessura, calculou-se a área do espécime, em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ ), e então, foi calculado o volume ( $V$ ), em milímetros cúbicos ( $\text{mm}^3$ ) ( $V = \pi r^2 \cdot h$ ; onde,  $r$  corresponde ao raio e  $h$  a espessura do espécime).

Após a obtenção da  $m_1$  e do  $V$ , os espécimes foram colocados novamente em seus respectivos frascos etiquetados e observando, atentamente, suas rotulações. Os permeantes foram colocados por meio de pipetas manuais (LF, Pipump) na quantidade de 15 mililitros (ml), utilizando-se uma pipeta para cada permeante. Os frascos foram tampados e levados novamente para o interior da estufa mantida à temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , os quais permaneceram por 28 dias.

Após esse tempo, todos os frascos foram removidos da estufa e mantidos a temperatura ambiente ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ) por 2 horas. Os espécimes foram retirados dos frascos por meio de uma pinça clínica romba, lavados com água, enxutos com papel absorvente ultramacio duplo (Kiss, Santher) por 15 s e deixados em uma cubeta estéril por 1 min antes da pesagem. Eles foram pesados, obtendo a massa 2 ( $m_2$ ). Em seguida, foram novamente acondicionados, posicionados no interior do dessecador e levados à estufa, onde permaneceram por mais 24 horas a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Passado esse período, os mesmos foram pesados repetidas vezes, após ciclos de 24 horas, até obter a massa constante 3 ( $m_3$ ), de forma que a diferença entre as pesagens entre os ciclos não fosse maior que 0,1 mg.

Com estes dados o cálculo da sorção em micrograma por milímetro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) foi obtido pela aplicação da seguinte fórmula (ISO 4049:2000):

$$W_{\text{sp}} = m_2 - m_3 / V$$

onde,

$W_{\text{sp}}$  - corresponde à sorção ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ );

$m_2$  - massa, em microgramas ( $\mu\text{g}$ ), após imersão nos permeantes;

$m_3$  - massa, em  $\mu\text{g}$ , após segunda dessecação.

A solubilidade foi calculada a partir da equação (ISO 4049:2000):

$$W_{sl} = m_1 - m_3 / V$$

onde,

$W_{sl}$  - corresponde à solubilidade ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ );

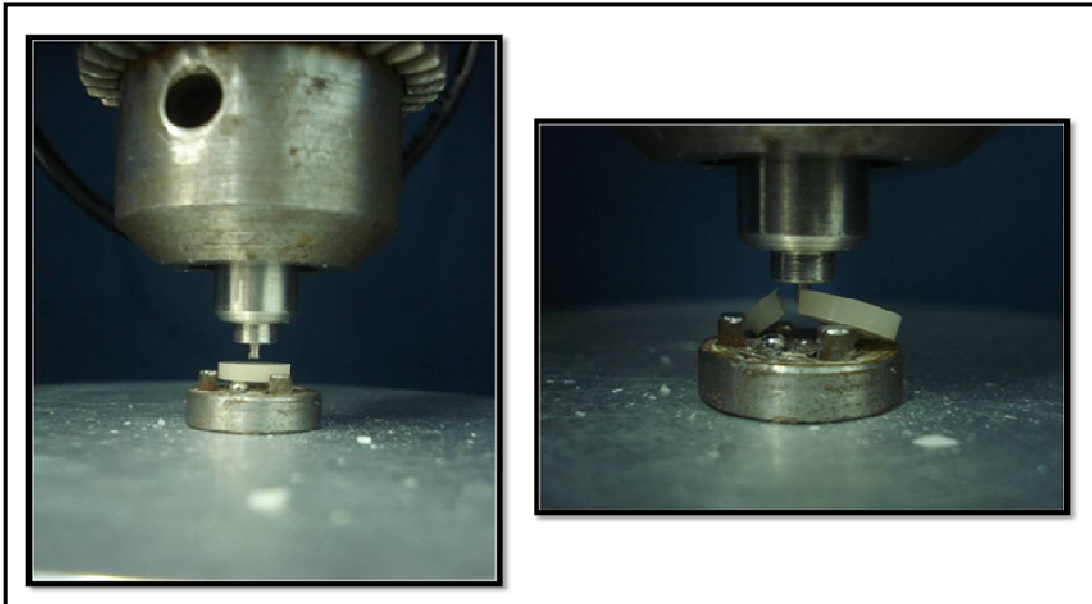
$m_1$  - massa inicial, em  $\mu\text{g}$ , antes da imersão no permeante;

$m_3$  - massa, em  $\mu\text{g}$ , após segunda dessecação.

#### 4.3 - ANÁLISE DA RESISTÊNCIA FLEXURAL BIAxIAL

Após a análise da sorção e solubilidade, os espécimes foram submetidos ao teste de RFB (ASTM F 394-78), no qual os mesmos foram posicionados em um dispositivo adequado para o teste com seus diâmetros coincidindo com a direção da força de compressão dos cilindros (placas paralelas) da máquina de ensaios universal (EMIC, DL2000; São José dos Pinhais, Paraná, Brasil). Esse dispositivo é um suporte cilíndrico, em aço 1200, para sustentação dos espécimes, onde foram posicionadas três esferas com 3,2 mm de diâmetro cada, distribuídas em um triângulo equilátero (6 mm de lado), além de três colunas mais externas para auxiliar no posicionamento do espécime dentro da área que recebeu a carga.

Os espécimes foram comprimidos, com uma velocidade constante de 0,5 milímetro por minuto (mm/min) com uma célula de carga de 50 quilograma-força (Kgf) até que fraturassem, indicando a força necessária para sua ruptura em Newton (N) (Figura 7).



**Figura 7 - (A) Visualização do teste da resistência flexural biaxial sendo realizado em máquina de ensaios mecânicos, (B) momento da fratura do espécime.**

O cálculo da RFB foi obtido da seguinte equação (ASTM F394-78), em megapascal

(MPa):

$$S = -0,2387 P(X-Y) / d^2$$

onde,

S - corresponde à RFB (MPa);

P - carga aplicada (N);

d - espessura do espécime (mm).

X e Y foram determinados da seguinte maneira:

$$X = (1+\nu) \ln (B/C)^2 + [(1-\nu)/2] (B/C)^2$$

$$Y = (1+\nu) [1 + \ln (A/C)^2] + (1-\nu) (A/C)^2$$

onde,

$\nu$  - coeficiente de Poisson's médio (0,24) (NAKAYAMA et al., 1974);

A - raio do círculo que tangencia as três esferas do suporte;

B - raio do pistão que contata a superfície das amostras;

C - raio das amostras.



#### 4.4 - TRATAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados obtidos foram adequadamente tabulados e submetidos aos testes da Análise de Variância (ANOVA) e Tukey (para os dados paramétricos), e aos testes Kruskal-Wallis e Mann-Whitney (para os dados não-paramétricos), considerando  $\alpha=0,05$ . Foi feita análise fatorial (2 x 2 x 3 x 2) com modelo linear geral. Os testes foram aplicados utilizando-se o programa SPSS 17.0 for Windows.

## **5 – PUBLICAÇÃO**

Título da publicação:

**EFFECT OF LIGHT SOURCES AND CURING MODE TECHNIQUES ON  
SORPTION, SOLUBILITY AND BIAXIAL FLEXURAL STRENGTH OF A  
COMPOSITE RESIN**

Formatação do artigo segundo as normas da revista **Quintessence International Journal**

**Effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin**

Andreia Assis Carvalho<sup>1</sup>, Francine do Couto Lima Moreira<sup>2</sup>, Rodrigo Borges Fonseca<sup>3</sup>, Carlos José Soares<sup>4</sup>, Eduardo Batista Franco<sup>5</sup>, João Batista de Souza<sup>3</sup>, Lawrence Gonzaga Lopes<sup>3</sup>

1 DDS, School of Dentistry, Federal University of Goiás, Goiânia-GO, Brazil

2 DDS, MS, School of Dentistry, Federal University of Goiás, Goiânia-GO, Brazil

3 DDS, MS, PhD, School of Dentistry, Federal University of Goiás, Goiânia-GO, Brazil.

4 DDS, MS, PhD, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia-MG, Brazil.

5 DDS, MS, PhD, School of Dentistry, University of São Paulo, Bauru-SP, Brazil.

*Corresponding author:*

Dr. Lawrence G. Lopes

Department of Prevention and Oral Rehabilitation

School of Dentistry, Federal University of Goiás

*Praça Universitária, s/n, Faculdade de Odontologia, Setor Universitário, Goiânia-GO,*

*74605220. Tel: 55 62 3209 6050, Fax: 55 62 3521 1882*

e-mail: [drlawrenceg@yahoo.com.br](mailto:drlawrenceg@yahoo.com.br)

**Keywords:** Composite resins, solubility, solvents, biaxial flexural strength.

**ABSTRACT**

Objectives: to evaluate the effect of polymerization units, curing mode techniques and storage media on sorption, solubility and biaxial flexural strength (BFS) of a composite resin.

Materials and Methods: two hundred and forty specimens were made of one composite resin (Exthet X) in a stainless steel mold (2mm x 8mmØ), and divided into 24 groups (n=10) established according to the 4 study factors: light-curing units: QTH and LED, energy densities: 16 J/cm<sup>2</sup> and 20 J/cm<sup>2</sup>, curing modes: conventional and pulse-delay, and permeants: deionized water or 75% ethanol for 28 days. Sorption and solubility tests were performed according to ISO 4049:2000 specifications. After that all specimens were tested for BFS according to ASTM F 394-78 specification. Data were analyzed by ANOVA following Tukey tests and to Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests ( $\alpha=0.05$ ). Results: In general no significant differences were found regarding to sorption, solubility or BFS means for the curing lights and curing modes ( $p>0.05$ ). Only, LED unit using 16 J/cm<sup>2</sup> and PD10s mode produced higher sorption and solubility values than QTH. Otherwise, using conventional mode (16 J/cm<sup>2</sup>), LED produced lower values of BFS than QTH ( $p<0.05$ ). The 75% ethanol permeant produced higher values of sorption and solubility and lower values of BFS than water ( $p<0.05$ ). Conclusion: Ethanol storage media produced more damage on composite resin than water. In general the LED and QTH curing units used with 16 and 20 J/cm<sup>2</sup> by conventional and pulse delay curing modes produced no influence on the sorption, solubility or BFS of the resin tested.

## INTRODUCTION

In the oral environment, there are always several phenomena occurring during a composite resin restorative procedure<sup>1</sup>. Light-cured resin composites are being used more widely mainly because they are aesthetically advantageous and are capable of being polymerized by physical and chemical activators<sup>2-4</sup>. However, accurate indication and careful use of techniques, including the adoption of an appropriate curing regime, are essential<sup>3</sup>.

Currently, the most widely used marketed composite resins are based on the polymerization of bisphenol A glycol dimethacrylate (Bis-GMA) and urethane dimethacrylate (UDMA)<sup>5</sup>. The curing process occurs in the organic matrix where there is a monomer-polymer conversion through an activation mechanism<sup>3</sup>. However, an insufficient degree of conversion directly affects the physical properties and chemical stability of resin composites<sup>2,3,6</sup>. Polymers used by manufacturers to produce composite resins may absorb water and chemicals from the oral environment (sorption) and may release some of their own components (solubility)<sup>7,8</sup>. Restorations are subject to tension due to chewing, when an excessive or continue non-functional load is applied, internal stresses and strain are generated which can cause the material failure<sup>9</sup>.

In this context, the adequate polymerization plays an important role on the longevity of the composite resin restorations. Variables such as adequate light intensity, correct wavelength and energy density (power density x exposure time), are essential for achieving the proper depth of cure<sup>7,10</sup>. Different types of light curing units have been proposed for the polymerization of light activated resinous materials including conventional quartz tungsten halogen lights (QTH), the plasma arc, argon laser and light-emitting diodes (LED). All these devices emit blue light in the spectrum of the absorption of camphorquinone, which is the photoinitiator generally found in most resinous material<sup>11</sup>. The QTH present ability to achieve satisfactory results, however they present certain limitations such as durability and heat production<sup>11,12</sup>. LED have been recognized as a promising technology for the polymerization

of resinous materials, because all the light emitted is within the spectrum of maximum absorption of camphorquinone (468 nm)<sup>7,12,13,14</sup>.

Different curing regimes can exert an influence on the resistance of the union, hardness and crosslinking density<sup>15</sup>. When high power density is applied, more photo-initiator molecules are activated at the same time, and consequently acceleration occurs immediately upon light exposure, thereby generating inner stresses which are confined into composite, dental structure and interfaces<sup>16</sup>.

In the polymerization technique using pulse-delay there is a decrease in shrinkage and stress<sup>4</sup>. The interval between the two pulses, an initial with low energy density and a final with high light irradiation, increases the RC pre-gel phase improving composite resin flowability and relieving the stress generate by composite shrinkage. Thus, a better marginal sealing is obtained<sup>4,17</sup>. It has been hypothesized that low power densities, characterized by reduced power density in the initial seconds, may generate a small number of free radicals. Then more linear polymeric structure is resulted, with lower crosslinking density, which negatively affecting the material's chemical and physical properties<sup>18-20</sup>. Previous studies<sup>19,21</sup> have been concluded that marginal integrity of composite resin restorations and the composite "plasticizing" are negatively affected when a pulse-delay technique is used .

The aim of this study was to investigate the effect of different light sources, pulse-delay curing protocols and storage media on sorption, solubility and biaxial flexural strength (BFS) of a composite resin. The null hypotheses tested were: (1) QTH and LED curing light units associated with different energy densities produce no influence on sorption, solubility and BFS; (2) QTH and LED curing light units associated with different curing techniques produce no influence on sorption, solubility and BFS; (3) Storage procedure in water and ethanol produce no influence on sorption, solubility and BFS.

## **MATERIAL AND METHODS**

## Preparation of specimens

A nanohybrid resin composite (Esthet-X; Dentsply, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) (Batch # 071116) shade A2 was used to perform the sorption and solubility test and biaxial piston-on-ring flexural strength test. The specimens were made in compliance with ISO 4049:2000 standard specifications<sup>22</sup>. Specimens were made using a stainless steel mold with 2 mm in thick and 8 mm in diameter. Two hundred and forty specimens divided into 24 groups (n=10) established according to the 4 study factors: light-curing units: QTH lamp (Variable Intensity Polymerizer - VIP; Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) and LED (Ultra blue IS; DMC, São Carlos, SP, Brazil); energy densities: 16 J/cm<sup>2</sup> and 20 J/cm<sup>2</sup>; curing modes: C-Conventional: 27s (16 J/cm<sup>2</sup>) or 34s (20 J/cm<sup>2</sup>) at 600mW/cm<sup>2</sup>; PD3s, pulse-delay using 3s at 300mW/cm<sup>2</sup>, waiting for 2min and 25s (16 J/cm<sup>2</sup>) or 32s (20 J/cm<sup>2</sup>) at 600mW/cm<sup>2</sup>; PD10s, pulse-delay using 10s at 300mW/cm<sup>2</sup> waiting for 2 min and 22s (16 J/cm<sup>2</sup>) or 28s (20 J/cm<sup>2</sup>) at 600mW/cm<sup>2</sup>; and the storage media: deionized water or 75% ethanol for 28 days.

The light irradiance for each curing mode was checked with the in-built radiometer prior to use to ensure consistency of light output. The composite material was placed in one increment into a stainless steel mold and confined between two opposing polyester strips (Quimidrol Com. Ind. Imp. Ltda, Joinville, SC, Brazil). The composite resin was irradiated according each protocol (Table 1). The specimens were then removed from the mold and excesses were eliminated with a scalpel blade (Free-Bac, Wuxi Xinda Medical Device Co. Ltd., Xishan City, China).

## Sorption and solubility tests

The sorption and solubility test was performed in compliance with ISO 4049:2000<sup>22</sup> standard specifications, except for the specimen dimensions, types of permeant and storage time. The specimen was placed individually into a open glass bottle of 20 mm (Saint Gabain, São Paulo, SP, Brazil) inserted into the desiccators (Vidrolabor, São Paulo, SP, Brazil)

containing freshly dried white silica (Vetec<sup>®</sup>, batch #0506198, Rio de Janeiro, RJ, Brazil), and maintained for 22 hours at  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  in a vacuum oven (Model 440 D, LF Equipamentos, São Paulo, SP, Brazil). After that, the desiccators containing the specimens were removed from the oven and placed on a bench for 2 hours, at a temperature of  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ , completing a cycle of 24 hours. Specimens were weighed daily on an analytical scales accurate to 0.001mg (Marte AY220, Santa Rita do Sapucaí, MG, Brazil). The complete cycle was repeated until a constant mass (M1) was obtained, i.e., until the mass loss of each specimen was not more than 0.1 mg per 24-h cycle. Afterwards, the specimens were returned to their respective labeled bottles, and 15 ml of either deionized water or 75% ethanol were added with manual pipettes. The bottles were capped, replaced in the oven and kept at  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  for 28 days.

After this period, all bottles were removed from the oven and kept at room temperature,  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$  for 2 hours. The specimens were removed from the bottles, dried with absorbent paper for 15 seconds and left in a sterile bucket (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) for 1 minute. Specimens were weighed to obtain M2. Then the specimens were returned to the desiccators until they reached a constant weight (M3) using the same procedure described to obtain M1.

The values for water sorption and solubility were calculated in micrograms per cubic millimeter using the following equations:  $W_{sp} = (M2 - M3)/V$ ;  $W_{sl} = (M1 - M3)/V$ , where  $W_{sp}$  was the sorption,  $W_{sl}$  was the solubility, M1 was a initial mass of the sample in mg, M2 was a mass of the specimen after immersion into storage media in mg, M3 was a final mass of the specimen recorded after to evaporation of the water or ethanol in mg, and V was a volume of the specimen in  $\text{mm}^3$ .

### **Biaxial flexural strength test**

After the sorption and solubility tests, all specimens were submitted to a biaxial piston-on-ring flexural strength test. The specimen was positioned on a circular metallic



device with 3 mm in radius that contain 3 symmetrically spaced steel spheres. Each specimen was placed concentrically on the supporting spheres to ensure that the load was applied at the center of the specimen. A steel piston of 2 mm in diameter was attached to a universal testing machine (EMIC, DL2000; São José dos Pinhais, Paraná, Brazil) and the test was performed at a cross-head speed of 0.5mm/min using a 50Kgf load cell until specimen failure. The BFS was calculated according to the ASTM F394-78 specifications as follows<sup>23</sup>:

$S = -0.2387 P(X-Y) / d^2$ ; where  $S$  is the flexural strength in Megapascal (MPa),  $P$  is the load at failure in Newton (N), and  $d$  is the specimen thickness in mm of the failure area.  $X$  and  $Y$  were determined as follows:  $X = (1+\nu) \ln (B/C)^2 + [(1-\nu)/2] (B/C)^2$  and  $Y = (1+\nu) [1 + \ln (A/C)^2] + (1-\nu) (A/C)^2$ , where  $\nu$  is Poisson's ratio of the composite resin (0.24)<sup>24</sup>,  $A$  is the radius of the support circle,  $B$  is the radius of the tip of the piston, and  $C$  is the radius of the specimen.

Data obtained from sorption, solubility and BFS tests were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey tests for parametric values, and Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests for non-parametric values ( $\alpha=0.05$ ). It was used test of Pearson's correlation to verify the correlation among the sorption, solubility and BFS. All tests were realized using the SPSS 17.0 for Windows statistics software.

## RESULTS

The non-parametric data were analyzed in terms of the average position. However, to facilitate understanding, the data presented in the tables are the means of the groups with their respective standard deviations ( $\pm$ s.d.). The results for sorption and solubility at energy densities of 16 J/cm<sup>2</sup> and 20 J/cm<sup>2</sup> are shown in Tables 2 and 3, respectively. In general, no significant difference was found between the light sources and between the curing modes tested in this study ( $p>0.05$ ). However, in the interaction between permeant and light source with a density of 16 J/cm<sup>2</sup>, it was seen that the specimens light-cured with the LED unit

device in PD10s and stored in ethanol led to higher values of sorption and solubility than those light-cured with QTH ( $p < 0.05$ ). Ethanol showed higher sorption and solubility than water irrespective of curing unit or curing method ( $p < 0.05$ ).

In the RFB means there were interactions between light sources, curing modes and permeants at an energy density of  $16 \text{ J/cm}^2$  ( $p < 0.05$ ) (Table 4), which did not occur at a density of  $20 \text{ J/cm}^2$ , where there were significant differences only between the permeants (water and ethanol) (Table 5).

The correlation among sorption, solubility and BFS was performed by Pearson's correlation coefficient test. It was found that sorption and solubility data had a positive correlation. Otherwise, BFS were negatively correlated with sorption and solubility (Table 6).

## **DISCUSSION**

Successful composite resin restoration depends on the association of low rate shrinkage, good flowability, appropriate cure and satisfactory mechanical properties<sup>13</sup>. In this study, the QTH was adopted as a control in order to compare its performance with the LED unit. LED units produce a narrow band of wavelengths (450-490nm), conveniently situated within the absorption spectrum of camphorquinone, which is the photoinitiator present in most light-activated dental materials<sup>13</sup>. In general, the LED unit showed similar behavior to QTH unit, suggesting that similar polymerization quality was reached with the equipment, except when LED using  $16 \text{ J/cm}^2$  in PD10s intensity produced higher values of sorption and solubility than QTH ( $p < 0.05$ ). LED curing unit using conventional mode at  $16 \text{ J/cm}^2$  produced lower values of BFS than QTH used with the same protocol ( $p < 0.05$ ). The fact could be associated with the greater heat generation by the QTH unit, which may speed up the polymer chain induction process in composite resins, increasing the mobility of molecules during the reaction and allowing more monomers to react before the curing process ends<sup>13</sup>. This also can

be further explained by the absorbance of camphorquinone. Although camphorquinone presents its maximum absorbance at 468 nm, it has an absorption band (380 - 510 nm) that is coincident with the light band emitted by QTH lamps resulting in more camphorquinone molecules being activated<sup>25</sup>. Consequently, the crosslinked polymer was probably lower in these LED subgroups than in the corresponding QTH subgroups and more susceptible to softening in solvents.

The size of the specimens used in this study differed from the ISO 4049:2000<sup>22</sup>, as the standard dictates that they must be 15 mm in diameter. This contrasts with the diameter of the tip of light curing units, which are 8 to 10 mm in diameter, and which would limit the irradiation uniformly throughout the circumference of the specimen.

The total amount of exposure, the product of light intensity and duration of irradiation should all be considered when using light-curing systems<sup>26</sup>. Traditionally, the manufacturers have recommended high light intensity or power density to provide a higher degree of monomer conversion into polymer, thereby improving the mechanical properties of composite resins<sup>17,27</sup>. High power density used for short exposures led to a lower degree of cure and lower flexural strength and modulus than did curing with intermediary power densities for longer exposures<sup>28</sup>. In some studies<sup>18,27</sup> that were used 24 J/cm<sup>2</sup> of energy density, the curing modes tested presented similar behavior. It has been speculated that this occurred as a result of the formation of a densely crosslinked polymer network because an adequate energy density had been used<sup>27</sup>. The same finding was seen in this study in 20 J/cm<sup>2</sup> groups, where there were no significant differences between the subgroups studied. In the subgroups that used 16 J/cm<sup>2</sup> demonstrated different values of sorption, solubility and BFS storage in ethanol for the QTH and LED units (p<0.05). Consequently, the first hypothesis in this study was partially rejected.

The use of low initial intensity followed by high intensity light with an interval between them seems to create a uniform polymerization of the composite resin, providing the

best adaptation of composite resin to cavity walls and possibly the least polymerization contraction stress<sup>4,17,29</sup>. In the pulse-delay cure, there is reduced gap formation without any mechanical properties being compromised, which can be considered as indicating that the composite resin has the same quantity of remaining double bonds<sup>30</sup>. The use of slow-cure methods (pulse curing modes) in combination with the interval between two irradiations would not seem to interfere with solvent sorption and could be useful for adhesive composite restorations<sup>27</sup>. In this study, there were no differences among the curing modes in terms of sorption, solubility and BFS ( $p>0.05$ ) except for QTH comparing the conventional mode and PD3s at  $16 \text{ J/cm}^2$ , where PD3s produced lower values of BFS than the conventional mode ( $p<0.05$ ). So the second hypothesis proposed by the study was accepted. However, this result was different from other studies<sup>20,30,31</sup> where the pulse-delay mode resulted in a linear polymer structure which was less crosslinked, thereby increasing the susceptibility of polymers to softening in ethanol. Some studies<sup>19,20,30,33</sup> have shown a significant reduction in mechanical properties, such as flexural modulus and hardness, when composites were photo-cured by PD mode and submitted to solvent action. However, based on the methodology used in this study and the results obtained, the curing modes presented similar behavior. According to Lopes et al.<sup>27</sup> (2009), this could have occurred because some studies<sup>19,30</sup> used unfilled resins for their tests instead of filled composite resins. For Pagniano and Johnston<sup>34</sup> (1996), the water sorption of composite resins increases with a decrease in filler content. Another explanation for the difference between the results of this study and those where the photo-cured composites using the PD mode were more susceptible to softening in solvent could be attributed to the type of tests applied to assess the amount of crosslinking, such as glass transition temperature<sup>20</sup>, hardness deterioration<sup>20,30</sup>, degree of conversion<sup>19</sup>, remaining double bonds<sup>30</sup>, which only make an indirect assessment of the quality of the polymer.

The effect of the different solvents was clearly significant in all groups, ethanol resulted in more solubility, sorption and lower BFS than water media. Therefore, the third

hypothesis was rejected. In the ISO 4049:2000 specifications<sup>22</sup>, the storage time was 7 days, however in this study the storage time of 28 days was in consonance with other studies<sup>5,8,35,36</sup>, which have reported that most of the composites studied reached saturation within 7-60 days. Water or solvent uptake into the resin phase of composites resin causes two opposing processes: the solvent will extract unreacted components, mainly monomer, thereby resulting in shrinkage, loss of weight and reduction in mechanical properties; conversely, solvent uptake leads to a swelling of the composite and an increase in weight<sup>5</sup>. These phenomena of sorption and solubility may serve as precursors to a variety of chemical and physical processes which create biological concerns and produce deleterious effects on the structure and function of the polymer material<sup>8</sup>.

It is desirable that composite resin converts all monomer to polymer during the polymerization reaction<sup>37</sup>, and remain stable for long time<sup>38</sup>. Most dental polymers present ionic functional groups with affinity for water, which in turn optimizes their hydrophilicity<sup>32,38</sup>. The susceptibility of the more linear or less crosslinked polymer to softening in solvents may be explained by the solvent-polymer interaction and, consequently, by Hoy's solubility parameter for polar forces<sup>20,32,33</sup>. Solvents which can form strong secondary bonds with the polymer chains can penetrate and replace the interchange secondary bonds, and thereby pull apart and dissolve linear and branched polymers<sup>20</sup>. Distilled water, a solvent indicated in ISO specifications<sup>22</sup> for resin-based filling material, simulates the wet intraoral environment provided by saliva and water. However, intraoral conditions are clearly more complex than those achieved with distilled water in the laboratory<sup>5,39</sup>. According to the US Food and Drug Administration Guidelines, a 75% ethanol-water solution is a clinically relevant food/oral simulating liquid<sup>5,40</sup>. The 75% ethanol solvent is that most frequently used to simulate accelerated ageing of restorations as it has a solubility parameter matching that of BisGMA<sup>5,8,32</sup>. When ethanol penetrates the polymer network, it causes the structure to expand, thereby allowing for the release of uncured monomers and causing the dissolution of

linear polymer chains<sup>8</sup>. This expansion is facilitated when crosslink density is low, based on the fact that more space and pathways are available for solvent molecules to diffuse within the structure<sup>8</sup>. For this reason, water and 75% ethanol were used in this experiment.

The properties of resins are affected by the degree of conversion, but an analysis of the amount of crosslinking in these resins may provide a closer correlation to mechanical properties<sup>37,41</sup>. Water sorption may deteriorate polymer mechanical properties<sup>32,34</sup>, and because of this the resin specimens were submitted to a mechanical test after the sorption and solubility tests. Tensile strength is generally considered to be the most meaningful property of these brittle materials in assessing the potential for failure of dental restorations<sup>42</sup>. Flexural strength can be measured in a three-point flexure test, a four-point flexure test or a biaxial flexure test. The drawback of the three-point and four-point flexure tests is inherent sensitivity to flaws and defect near specimen edges<sup>43</sup>. As Ban and Anusavice<sup>42</sup> (1990) and Yilmaz et al.<sup>44</sup> (2007) related, the biaxial flexure test is recognized as a reliable technique since the maximum tensile stress occurs within the central loading area and edge failures are eliminated.

In the evaluation of the correlation between the variables (sorption, solubility and BFS), it was possible to see how much higher the sorption and solubility were and how much lower the BFS ( $p < 0.05$ ) was. The degree of conversion and crosslink density can influence the chemical degradation which is usually caused by oxidation and hydrolysis processes<sup>35</sup>, and consequently reduce the physical and mechanical properties. Thus, polymers with lower crosslink densities are expected to undergo more softening in solvents<sup>31</sup>, which results in greater sorption and solubility values but lower biaxial flexural strength values.

Within the limitations of the methodology of this *in vitro* study, it was concluded that, in general, the light sources (QTH and LED) and curing modes did not influence the sorption, solubility or BFS of the tested resin. However, the different solvents (water and ethanol) did influence the sorption, solubility and BFS behavior.

**REFERENCES**

1. Bayne SC. Dental restorations for oral rehabilitation – testing of laboratory properties versus clinical performance for clinical decision making. *J Oral Rehabil* 2007;34:921-932.
2. Chen Y-C, Ferracane JL, Prah SA. Quantum yield of conversion of the photoinitiator camphorquinone. *Dent Mater* 2007;23:655-664.
3. Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis Jr JW. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. *JADA* 1995;126:1281-1286.
4. Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. *Dent Mat* 2001;17:359-366.
5. Rüttermann S, Dluzhevskaya I, Grosteinbeck G, Raab WH-M, Janda R. Impact of replacing Bis-GMA and TEGDMA by other commercially available monomers on the properties of resin-base composites. *Dent Mat* 2010;26:353-359.
6. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 1988;67:932-937.
7. Aguiar FHB, Braceiro A, Lima DANL, et al. Effect of light curing modes and light curing time on the microhardness of a hybrid composite resin. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(6):01-08.
8. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22(3):211-222.

9. Wang L, D'Alpino PHP, Lopes LG, et al. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci* 2003;11(3):162-167.
10. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Jr JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994;19:26-32.
11. Correr AB, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, et al. Effect of exposure time vs. irradiance on knoop hardness of dental composites. *Mat Res* 2006;9(3):275-280.
12. Tarle, Z. Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma arc, and an experimental blue LED curing unit. *J Oral Rehabil* 2002;29:662-667.
13. Franco EB, Santos PA, Mondelli RFL. The effect of different light-curing units on tensile strength and microhardness of a composite resin. *J Appl Oral Sci* 2007;15:470-474.
14. Kurachi C, Tuboy AM, Magalhães DV, et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater* 2001;17:309–315.
15. Brandt WC, Moraes RR, Correr-Sobrinho L, et al. Effect of different photo-activation methods on push out force, hardness and cross-link density of resin composite restorations. *Dent Mater* 2008;24:846-850.
16. Obici AC, Sinhoreti MAC, Frollini E, et al. Monomer conversion at different dental composite depths using six light-curing methods. *Polymer Testing*. 2006;25:282-288.
17. Lopes LG, Franco EB, Pereira JC, et al. Effect of light-curing units and activation mode on polymerization shrinkage and shrinkage stress of composite resins. *J Appl Oral Sci* 2008;16(1):35-42.



18. Witzel MF, Calheiros FC, Gonçalves F, et al. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. *J Dent* 2005;33:773-779
19. Asmussen E, Peutzfeldt A. Two-step curing: influence on conversion and softening of a dental polymer. *Dent Mater* 2003;19(6):466-470.
20. Soh MS, Yap AUJ. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structures. *J Dent* 2004;32:321-326.
21. Asmussen E, Peutzfeldt A. Polymerization contraction of resin composite vs. energy and power density of light-cure. *Eur J Oral Sci* 2005;113:417-421.
22. International Organization for Standardization. ISO 4049: Dentistry polymer – based filling, restorative and luting materials. Switzerland, 2000.
23. ASTM F394-78 (1996). Método de ensaio para a flexão biaxial Força (Módulo de ruptura) de materiais cerâmicos.
24. Nakayama WT, Hall DR, Grenoble DE, et al. Elastic properties of dental resin restorative materials. *J Dent Res* 1974;53(5):1121-1126.
25. Park YJ, Chae KH, Rawls HR. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater* 1999;15:120-127.
26. Nomoto R, Asada M, McCabe JF, et al. Light exposure required for optimum conversion of light activated resin systems. *Dent Mater* 2006; 22:1135–1142.
27. Lopes LG, Jardim Filho AV, Souza JB, et al. Influence of pulse-delay curing on sorption and solubility of a composite resin. *J Appl Oral Sci* 2009;17(1):27-31.

28. Peutzfeldt A, Asmussen E. Resin Composite Properties and energy density of light cure. *J Dent Res* 2005;84(7):659-662.
29. Kanca J, Suh BI. Pulse activation: Reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent*. 1999;12(3):107-112.
30. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *J Dent Res* 2001;80(6):1570-1573.
31. Yap AU, Soh MS, Han TT, et al. Influence of curing lights and modes on cross-link density of dental composites. *Oper Dent* 2004;29:410-415.
32. Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials* 2005;26:6449-6459.
33. Lee SY, Huang HM, Lin CY, et al. Leached components from dental composites in oral simulating fluids and the resultant composite strengths. *J Oral Rehabil* 1998;25(8):575-588.
34. Pagniano RP, Johnston WM. Three-year effect of unfilled resin dilution on water sorption of a light-cured microfill and hybrid composite resin. *J Prosthet Dent* 1996;75:364-6.
35. Örtengren U, Wellendorf H, Harlosson S, et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil* 2001;28:1106-1115.
36. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *J Dent Res* 1985;64(1):78-80.

37. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1985;1:11-14.
38. Fabre HSC, Fabre S, Cefaly DFG, et al. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent* 2007;35:253-258.
39. da Silva EM, Gonçalves L, Guimarães JG, Poskus LT, Fellows CE. The diffusion kinetics of a nanofilled and a midifilled resin composite immersed in distilled water, artificial saliva, and lactic acid. *Clin Oral Invest* 2010; Publishing online Mar 9.
40. United States Food and Drug Administration (US FDA): Recommendations for chemistry data for indirect food additives petitions. USA,1988.
41. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res* 1986;20:121-131.
42. Ban S, Anusavice KJ. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. *J Dent Res* 1990;69(12):1791-1799.
43. Karakoca S, Yilmaz H. Influence of surface treatments on surface roughness, phase transformation, and biaxial flexural strength of Y-TZP ceramics. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2009;91B:930-937.
44. Yilmaz H, Aydin C, Gul BE. Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. *J Prosthet Dent* 2007; 98(2):120-128.

**ACKNOWLEDGMENTS**

The authors would like to thank Núbia Miranda Ferreira (Dentsply) for supplying materials and Paulo César Freitas Santos Filho for his assistance in the Federal University of Uberlândia's laboratory.

**Table 1 – Details of the various light curing modes evaluated.**

Light sources	Power density (J/cm <sup>2</sup> )	Curing modes	Curing profiles		
<b>QTH</b>	16	Conventional (C)	27s-600mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		Pulse delay (PD3s)	3s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	25s-600mW/cm <sup>2</sup>
		Pulse delay (PD10s)	10s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	22s-600mW/cm <sup>2</sup>
	20	Conventional (C)	34s-600mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		Pulse delay (PD3s)	3s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	32s-600mW/cm <sup>2</sup>
		Pulse delay (PD10s)	10s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	28s-600mW/cm <sup>2</sup>
<b>LED</b>	16	Conventional (C)	27s-600mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		Pulse delay (PD3s)	3s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	25s-600mW/cm <sup>2</sup>
		Pulse delay (PD10s)	10s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	22s-600mW/cm <sup>2</sup>
	20	Conventional (C)	34s-600mW/cm <sup>2</sup>	—	—
		Pulse delay (PD3s)	3s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	32s-600mW/cm <sup>2</sup>
		Pulse delay (PD10s)	10s-300mW/cm <sup>2</sup>	2 min	28s-600mW/cm <sup>2</sup>

**Table 2 – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for comparison between light source and permeant for the measurement of sorption and solubility at 16 J/cm<sup>2</sup>.**

Interaction light source + permeant	<i>Sorption</i>			<i>Solubility</i>		
	C	PD3S	PD10s	C	PD3s	PD10s
QTH-water	9.97 <sup>a</sup> (0.95)	11.29 <sup>a</sup> (2.66)	10.76 <sup>a</sup> (1.88)	1.71 <sup>a</sup> (0.78)	3.08 <sup>a</sup> (2.40)	1.68 <sup>a</sup> (1.56)
LED-water	10.02 <sup>a</sup> (1.39)	12.08 <sup>a</sup> (1.67)	11.22 <sup>a</sup> (1.48)	1.68 <sup>a</sup> (1.48)	2.04 <sup>a</sup> (1.64)	3.01 <sup>a</sup> (1.45)
QTH-ethanol	19.02 <sup>b</sup> (2.21)	18.77 <sup>b</sup> (0.94)	18.39 <sup>b</sup> (2.60)	6.75 <sup>b</sup> (2.33)	6.33 <sup>b</sup> (2.07)	6.74 <sup>b</sup> (1.47)
LED-ethanol	19.98 <sup>b</sup> (1.46)	20.23 <sup>b</sup> (1.96)	21.54 <sup>c</sup> (2.56)	6.86 <sup>b</sup> (1.59)	8.47 <sup>b</sup> (1.86)	10.70 <sup>c</sup> (2.22)

Values in the column with same superscript lower caser letter denote no statistical differences ( $p > 0.05$ ).

**Table 3** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for comparison between light source and permeant for the measurement of sorption and solubility at 20 J/cm<sup>2</sup>.

Interaction light source + permeant	<i>Sorption</i>			<i>Solubility</i>		
	C	PD3S	PD10s	C	PD3s	PD10s
QTH-water	9.96 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.53)	10.49 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2.34)	12.15 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.71)	0.36 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.61)	1.41 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.83)	1.78 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.28)
LED-water	10.24 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.77)	11.40 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2.74)	10.84 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.94)	0.01 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.00)	3.02 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2.71)	1.63 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.49)
QTH-ethanol	16.58 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.04)	18.93 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.20)	19.05 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1.54)	4.95 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.16)	4.78 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1.36)	6.45 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1.88)
LED-ethanol	17.89 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1.19)	20.52 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.53)	19.59 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.15)	4.95 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1.53)	7.30 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.63)	6.55 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2.54)

Values in the column with same superscript minute letter denote no statistical differences ( $p > 0.05$ ).

**Table 4** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for biaxial flexural strength at 16 J/cm<sup>2</sup>.

	<i>QTH</i>			<i>LED</i>		
	C	PD3S	PD10s	C	PD3S	PD10s
<b>water</b>	128.52 <sup>A</sup> ( $\pm$ 17.81)	107.09 <sup>B</sup> ( $\pm$ 21.17)	114.28 <sup>A,B</sup> ( $\pm$ 9.74)	106.62 <sup>B</sup> ( $\pm$ 24.97)	119.69 <sup>A,B</sup> ( $\pm$ 18.67)	122.15 <sup>A,B</sup> ( $\pm$ 15.14)
<b>ethanol</b>	63.09 <sup>C</sup> ( $\pm$ 7.67)	56.43 <sup>C</sup> ( $\pm$ 11.29)	51.76 <sup>C</sup> ( $\pm$ 5.88)	59.88 <sup>C</sup> ( $\pm$ 9.07)	50.69 <sup>C</sup> ( $\pm$ 6.85)	46.70 <sup>C</sup> ( $\pm$ 5.98)

Values with same superscript capital letter (A, B or C) denote no statistical differences ( $p > 0.05$ ).

**Table 5** – Means, standard deviations ( $\pm$ S.D.) for biaxial flexural strength t 20 J/cm<sup>2</sup>.

	<i>QTH</i>			<i>LED</i>		
	C	PD3S	PD10s	C	PD3S	PD10s
<b>water</b>	121.32 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 25.40)	111.98 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 23.79)	130.33 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 16.39)	118.09 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 28.90)	118.44 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 9.20)	111.26 <sup>Aa</sup> ( $\pm$ 15.14)
<b>ethanol</b>	68.36 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 11.44)	60.13 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 9.36)	58.21 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 10.13)	58.30 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 12.99)	55.85 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 6.94)	55.80 <sup>Ba</sup> ( $\pm$ 7.84)

Values in the same column with same superscript minute letter (A or B) denote no statistical differences ( $p > 0.05$ ).

Values in the same line with same superscript capital letter (a or b) denote no statistical differences ( $p > 0.05$ ).

**Table 6** – Pearson's correlation coefficient

	<b>Sorption</b>	<b>Solubility</b>	<b>BFS</b>
<b>Sorption</b>	---	+ 0.852*	- 0.840*
<b>Solubility</b>	+ 0.852*	---	- 0.781*
<b>BFS</b>	- 0.840*	- 0.781*	---

\* significant correlation ( $p < 0.05$ ).

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.H.B.; BRACEIRO, A.; LIMA, D.A.N.L.; AMBROSANO, G.M.B.; LOVADINO, J.R. Effect of light curing modes and light curing time on the microhardness of a hybrid composite resin. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 8, n. 6, 2007.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Polymerization contraction of resin composite vs. energy and power density of light-cure. **Eur J Oral Sci**, v. 113, p. 417-21, 2005.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Two-step curing: influence on conversion and softening of a dental polymer. **Dent Mat**, v. 19, p. 466-70, 2003.

ASTM F394-78 (1996). Método de ensaio para a flexão biaxial Força (Módulo de ruptura) de materiais cerâmicos.

BAN, S.; ANUSAVICE, K.J. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. **J Dent Res**, v. 69, n. 12, p. 1791-9, 1990.

BAYNE, S.C. Dental restorations for oral rehabilitation – testing of laboratory properties versus clinical performance for clinical decision making. **J Oral Rehabil**, v. 34, p. 921-932, 2007.

BRANDT, W.C.; MORAES, R.R.; CORRER-SOBRINHO, L.; SINHORETI, M.A.C.; CONSANI, S. Effect of different photo-activation methods on push out force, hardness and cross-link density of resin composite restorations. **Dent Mater**, v. 24, p. 846-50, 2008.

CHEN, Y-C.; FERRACANE, J.L.; PRAHL, S.A. Quantum yield of conversion of the photoinitiator camphorquinone. **Dent Mater**, v. 23, p. 655-64, 2007.

CORRER, A.B.; SINHORETI, M.A.C.; CORRER-SOBRINHO, L.; TANGO, R.N.; CONSANI, S.; SCHNEIDER, L.F.J. Effect of exposure time vs. irradiance on knoop hardness of dental composites. **Mat Res**, v. 9, n. 3, p.275-280, 2006.

Dentsply. Disponível em: <<http://www.dentsply.com>> Acesso em 01/fev/2009.



FERRACANE, J.L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dent Mater**, v. 22, p. 211-22, 2006.

FRANCO, E.B.; LOPES, L.G. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. **Biodonto**, v. 1, n. 2., p. 10-61. 2003.

FRANCO, E.B.; SANTOS, P.A.; MONDELLI, R.F.L. The effect of different light-curing units on tensile strength and microhardness of a composite resin. **J Appl Oral Sci**, v. 15, n. 6, p. 470-474. 2007.

International Organization for Standardization. ISO 4049: **Dentistry polymer – based filling, restorative and luting materials**. Switzerland, 2000.

KURACHI, C.; TUBOY, A.M.; MAGALHÃES, D.V.; BAGNATO, V.S. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. **Dent Mater**, v. 17, p. 309-15, 2001.

LOPES, L.G.; ANDRADE, F.R.; PEDROSA, S.F.; ALMEIDA, J.C.F.; COSTA, A.M.; PEDROSA FILHO, C.F. *et al.* Evidências e perspectivas das fontes de luz LED na fotoativação de materiais resinosos. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 61, n. 1, p. 15-9. 2007.

LOPES, L.G.; FRANCO, E.B.; PEREIRA, J.C.; MONDELLI, R.F.L. Effect of light-curing units and activation mode on polymerization shrinkage and shrinkage stress of composite resins. **J Appl Oral Sci.**, v. 16, n. 1, p. 35-42, 2008.

LOPES, L.G.; JARDIM FILHO, A.V.; SOUZA, J.B.; RABELO, D.; FRANCO, E.B.; FREITAS, G.C. Influence of pulse-delay curing on sorption and solubility of a composite resin. **J Appl Oral Sci.**, v. 17, n. 1, p. 27-31. 2009.

MONTENEGRO, G.; PINTO, T.; GUIMARÃES, C.; ASSUNÇÃO, M.C.A.; BLAZZIO, M.D. Descobrimo seu fotopolimerizador. **Rev APCD**, v. 57, n. 1, 2003.

NAKAYAMA, W.T.; HALL, D.R.; GRENOBLE, D.E.; KATZ, J.L. Elastic properties of dental resin restorative materials. **J Dent Res**, v. 76, p.883-94, 1997.

OBICI, A.C.; SINHORETI, M.A.C.; FROLLINI, E.; CORRER-SOBRINHO, L.; GOES, M.F.; HENRIQUES, G.E.P. Monomer conversion at different dental composite depths using six light-curing methods. **Polymer Testing**, v. 25, p. 282-88, 2006.

RUEGGEBERG, F.A.; CAUGHMAN, W.F.; CURTIS, J.W. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Operat Dent**, v. 19, p. 26-32, 1994.

RUEGGEBERG, F.A.; CRAIG, R.G. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. **J Dent Res**, v. 67, n. 6, p. 932-37, 1988.

TARLE, Z. Composite conversion an temperature rise using a conventional, plasma arc, and an experimental blue LED curing unit. **J Oral Rehab**, v. 19, 2002.

WANG, L.; D'ALPINO, P.H.P.; LOPES, L.G.; PEREIRA, J.C. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. **J Appl Oral Sci**, v. 11, n. 3, p. 162-7, 2003.

WITZEL, M.F.; CALHEIROS, F.C.; GONÇALVES, F.; KAWANO, Y.; BRAGA, R.R. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. **J Dent**, v. 33, p. 773-9, 2005.

YOSHIKAWA, T.; BURROW, M.F.; TAGAMI, J. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. **Dent Mat**, v. 17, p. 359-66, 2001.



APÊNDICE B – Quadro de obtenção da massa 1 ( $m_1$ ), em mg, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	
Lâmpada halógena	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	249,3	249,3	249,3	249,3	249,3	249,2	249,2	249,1	<b>249,1</b>	
			E2	232,3	232	232	232	231,9	231,9	231,9	231,9	<b>231,9</b>	
			E3	243,4	243,2	243,2	243,2	243	243	243	243	<b>243</b>	
			E4	231,4	230,9	230,9	230,8	230,8	230,7	230,7	230,7	<b>230,7</b>	
			E5	240,9	240,9	240,9	240,8	240,7	240,5	240,5	240,5	<b>240,5</b>	
			E6	248	247,9	247,8	247,6	247,6	247,6	247,6	247,6	<b>247,6</b>	
			E7	247,4	247	246,7	246,7	246,6	246,4	246,4	246,4	<b>246,4</b>	
			E8	248,7	248,5	248,2	248,2	248,2	248,2	248,2	248,2	<b>248,2</b>	
			E9	259,3	259,1	258,9	258,9	258,9	258,9	258,9	258,9	<b>258,9</b>	
			E10	232,1	231,8	231,7	231,7	231,7	231,7	231,7	231,7	<b>231,7</b>	
		TP I	E1	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	<b>235,3</b>
			E2	255,9	255,8	255,8	255,6	255,4	255,2	255,2	255,2	<b>255,2</b>	
			E3	222,8	222,8	222,8	222,8	222,8	222,8	222,8	222,8	<b>222,8</b>	
			E4	238,6	238,6	238,3	238,4	238,4	238,4	238,3	238,3	<b>238,3</b>	
			E5	226,2	226,2	225,9	225,8	225,8	225,8	225,8	225,8	<b>225,8</b>	
			E6	254,3	254,3	254,1	253,8	253,8	253,7	253,6	253,6	<b>253,6</b>	
			E7	226,5	226,1	226,1	225,8	225,7	225,7	225,6	225,6	<b>225,6</b>	
			E8	235,5	235,5	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3	235,2	<b>235,2</b>	
			E9	224,2	224	223,7	223,7	223,7	223,6	223,4	223,4	<b>223,4</b>	
			E10	247,8	247,6	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	<b>247,5</b>	
		TP II	E1	247,1	246,2	245,7	245,5	245,5	245,5	245,5	245,5	245,5	<b>245,5</b>
			E2	245,6	245,6	245,4	245,4	245,4	245,4	245,4	245,4	<b>245,4</b>	
			E3	240,7	240,7	240,7	240,7	240,7	240,6	240,6	240,6	<b>240,6</b>	
			E4	232,3	232	232	231,8	231,8	231,8	231,8	231,8	<b>231,8</b>	
			E5	239,8	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	<b>239,7</b>	
			E6	233,9	233,8	233,7	233,7	233,7	233,7	233,7	233,7	<b>233,7</b>	
			E7	227,8	227,7	227,6	227,5	227,5	227,5	227,4	227,3	<b>227,3</b>	
			E8	240,4	240,1	240,1	240	240	240	240	240	<b>240</b>	
			E9	246,7	246,7	246,7	246,7	246,7	246,7	246,7	246,7	<b>246,7</b>	
			E10	252	251,9	251,9	251,9	251,9	251,8	251,8	251,8	<b>251,8</b>	



APÊNDICE D – Quadro de obtenção da massa 1 ( $m_1$ ), em mg, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	
Lâmpada halógena	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	249	248,6	248,5	248,5	248,5	248,5	248,4	248,4	<b>248,4</b>	
			E2	254,1	254	253,9	253,8	253,8	253,8	253,8	253,7	<b>253,7</b>	
			E3	247,7	247,6	247,6	247,6	247,4	247,4	247,2	247,2	<b>247,2</b>	
			E4	251,1	251,1	250,8	250,7	250,7	250,7	250,7	250,7	<b>250,7</b>	
			E5	238,1	238	237,9	237,7	237,7	237,7	237,7	237,7	<b>237,7</b>	
			E6	252	251,5	251,4	251,4	251,4	251,4	251,4	251,4	<b>251,4</b>	
			E7	243,2	243,1	243,1	243,1	243,1	243,1	243,1	243,1	<b>243,1</b>	
			E8	234,2	234,1	234	233,8	233,8	233,8	233,8	233,8	<b>233,8</b>	
			E9	246,2	246	245,9	245,9	245,9	245,9	245,9	245,9	<b>245,9</b>	
			E10	232,2	232	232,2	232	232	231,9	231,9	231,9	<b>231,9</b>	
		TP I	E1	236,5	236,4	236,3	236,3	236,3	236,3	236,3	236,3	236,2	<b>236,2</b>
			E2	247,4	247,2	247,1	247	247	246,9	246,9	246,9	<b>246,9</b>	
			E3	249	248,7	248,7	248,7	248,7	248,7	248,6	248,6	<b>248,6</b>	
			E4	229,4	229,2	229,2	229	228,9	228,9	228,9	228,9	<b>228,9</b>	
			E5	238	237,9	237,7	237,7	237,7	237,7	237,7	237,7	<b>237,7</b>	
			E6	244,2	244	244	243,9	243,9	243,9	243,9	243,9	<b>243,9</b>	
			E7	238,6	238,2	238,2	238	238	238	237,9	237,9	<b>237,9</b>	
			E8	247,8	247,7	247,7	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	<b>247,5</b>	
			E9	253,4	253,4	253,2	253,1	253,1	253,1	253,1	253,1	<b>253,1</b>	
			E10	244	243,8	243,5	243,4	243,4	243,4	243,4	243,4	<b>243,4</b>	
		TP II	E1	237	236,9	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	<b>236,5</b>
			E2	244,3	244,3	244,1	244,1	244,1	244,1	244,1	244,1	<b>244,1</b>	
			E3	244,7	244,7	244,6	244,6	244,6	244,6	244,6	244,6	<b>244,6</b>	
			E4	235,2	235,1	234,9	234,9	234,9	234,9	234,9	234,8	<b>234,8</b>	
			E5	246,3	246,3	246,3	246,3	246,3	246,2	246,2	246,2	<b>246,2</b>	
			E6	225	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	<b>224,9</b>	
			E7	250,3	246	245,9	245,9	245,6	245,6	245,6	245,6	<b>245,6</b>	
			E8	250	249,9	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	<b>249,8</b>	
			E9	252,8	252,8	252,8	252,8	252,8	252,8	252,8	252,7	<b>252,7</b>	
			E10	250,8	250,8	250,7	250,5	250,5	250,4	250,4	250,4	<b>250,4</b>	







APÊNDICE G – Quadro de obtenção da massa 1 ( $m_1$ ), em mg, dos espécimes fotopolimerizados por LED (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	$m_1$	
LED	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	231,1	231,1	231,1	231,1	231,1	231	231	231	<b>231</b>	
			A2	224,3	224,3	224,3	224,3	224,3	224,3	224,3	224,3	224,3	<b>224,3</b>
			A3	234,9	234,8	234,8	234,7	234,7	234,6	234,6	234,6	234,6	<b>234,6</b>
			A4	248,3	248,2	248,1	248,1	248,1	248	247,9	247,9	247,9	<b>247,9</b>
			A5	230,2	230,1	230	230	230	230	229,9	229,9	229,9	<b>229,9</b>
			A6	229,8	229,8	229,8	229,8	229,7	229,7	229,6	229,6	229,6	<b>229,6</b>
			A7	231,4	231,2	231,2	231,2	231,2	231,2	231,2	231,1	231,1	<b>231,1</b>
			A8	218,7	218,6	218,6	218,4	218,4	218,4	218,4	218,4	218,4	<b>218,4</b>
			A9	241,9	241,9	241,7	241,7	241,7	241,7	241,6	241,6	241,6	<b>241,6</b>
			A10	240,6	240,6	240,2	240,2	240,2	240,2	240,2	240,2	240,2	<b>240,2</b>
		TP I	A1	223,6	223,6	223,6	223,6	223,6	223,6	223,6	223,6	223,6	<b>223,6</b>
			A2	250,7	250,5	250,5	250,5	250,5	250,5	250,4	250,4	250,4	<b>250,4</b>
			A3	217,6	217,6	217,6	217,5	217,5	217,4	217,3	217,2	217,2	<b>217,2</b>
			A4	245,5	245,3	245,2	245,2	245,2	245,2	245,1	245,1	245,1	<b>245,1</b>
			A5	252,6	252,6	252,4	252,4	252,4	252,4	252,4	252,4	252,4	<b>252,4</b>
			A6	245,7	245,6	245,5	245,4	245,4	245,4	245,4	245,4	245,4	<b>245,4</b>
			A7	244,9	244,7	244,6	244,5	244,4	244,4	244,4	244,4	244,4	<b>244,4</b>
			A8	234,5	234,4	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	<b>234,3</b>
			A9	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	239,7	<b>239,7</b>
			A10	233,6	233,6	233,6	233,6	233,6	233,6	233,6	233,6	233,6	<b>233,6</b>
		TP II	A1	253,6	253,5	253,5	253,2	253,1	253,1	253,1	253,1	253,1	<b>253,1</b>
			A2	224,9	224,9	224,9	224,7	224,7	224,7	224,7	224,7	224,7	<b>224,7</b>
			A3	237	237	236,9	236,9	236,9	236,9	236,8	236,8	236,8	<b>236,8</b>
			A4	241	241	241	241	240,8	240,8	240,8	240,8	240,8	<b>240,8</b>
			A5	222,4	222,4	222,4	222	222	222	222	222	222	<b>222</b>
			A6	223,3	223,3	223,2	223,2	223,2	223	222,9	222,9	222,9	<b>222,9</b>
			A7	237,9	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	<b>237,8</b>
			A8	232,2	232,2	232	232	232	232	232	232	232	<b>232</b>
			A9	2236	223,6	223,6	223,4	223,4	223,4	223,3	223,3	223,3	<b>223,3</b>
			A10	258,1	257,9	257,9	257,8	257,8	257,7	257,7	257,7	257,7	<b>257,7</b>



APÊNDICE I – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume	
Lâmpada halógena	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	<b>2,24</b>	<b>111,14</b>	
			A2	8	8	<b>8</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1	<b>2,14</b>	<b>107,51</b>	
			A3	8	8	<b>8</b>	2,1	2,2	2,3	2,3	2,1	<b>2,2</b>	<b>110,53</b>	
			A4	8	8	<b>8</b>	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	<b>2,3</b>	<b>115,55</b>	
			A5	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	<b>2,22</b>	<b>111,53</b>	
			A6	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>	
			A7	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	<b>2,22</b>	<b>111,53</b>	
			A8	8	8	<b>8</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>107,51</b>	
			A9	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,3</b>	<b>115,55</b>	
			A10	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>	
		TP I	A1	8	8	<b>8</b>	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>104,50</b>
			A2	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,2	2,1	2,3	<b>2,16</b>	<b>107,17</b>	
			A3	8	8	<b>8</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>105,50</b>	
			A4	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>111,14</b>	
			A5	8	8	<b>8</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>100,48</b>	
			A6	8	8	<b>8</b>	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,28</b>	<b>114,55</b>	
			A7	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>113,54</b>	
			A8	8	8	<b>8</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>105,50</b>	
			A9	8	8	<b>8</b>	2,1	2	2,3	2,3	2,3	<b>2,2</b>	<b>110,53</b>	
			A10	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>113,54</b>	
		TP II	A1	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>	
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>110,72</b>	
			A3	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			A4	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			A5	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2	2	2	2,1	<b>2,04</b>	<b>101,21</b>	
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>	
			A7	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>111,14</b>	
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>	
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>	
			A10	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,1	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>	

APÊNDICE J – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
Lâmpada halógena	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>113,54</b>
			E2	8	8	<b>8</b>	2	2,1	2,2	2,2	2,1	<b>2,12</b>	<b>106,51</b>
			E3	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,1	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>
			E4	8	8	<b>8</b>	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	<b>2,14</b>	<b>107,51</b>
			E5	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
			E6	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	<b>2,28</b>	<b>114,55</b>
			E7	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	<b>2,26</b>	<b>113,54</b>
			E8	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
			E9	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,3</b>	<b>115,55</b>
			E10	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>104,19</b>
		TP I	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			E2	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
			E3	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2,1	2,1	2,1	<b>2,06</b>	<b>102,20</b>
			E4	7,9	8	<b>7,95</b>	2	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			E5	8	8	<b>8</b>	2	2	2,1	2,1	2	<b>2,04</b>	<b>102,49</b>
			E6	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
			E7	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>99,23</b>
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			E9	8	8	<b>8</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>100,48</b>
			E10	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
		TP II	E1	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E3	7,9	8	<b>7,95</b>	2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			E4	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			E5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,1	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E6	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>105,18</b>
			E7	7,9	8	<b>7,95</b>	2	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>105,18</b>
			E8	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2	2,2	2,3	2,1	<b>2,16</b>	<b>107,17</b>
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,3	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>

APÊNDICE L – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
Lâmpada halógena	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A4	7,9	8	<b>7,95</b>	2,4	2,4	2,2	2,3	2,3	<b>2,32</b>	<b>115,10</b>
			A5	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>99,23</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2,1	2,1	2,3	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,1	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2	2	2	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			A10	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>
		TP I	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2,2	2,1	2,3	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A3	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,3	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2	2	2	2	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			A5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2	<b>2,08</b>	<b>101,90</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2	2	<b>2,08</b>	<b>101,90</b>
		TP II	A1	7,9	7,8	<b>7,85</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>99,65</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			A3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			A5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>110,72</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	<b>2,28</b>	<b>111,70</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2	2	2	2	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			A10	7,9	8	<b>7,95</b>	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,3</b>	<b>114,11</b>

APÊNDICE M – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
Lâmpada halógena	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E2	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>110,14</b>
			E3	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	<b>2,2</b>	<b>110,53</b>
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			E6	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>110,14</b>
			E7	8	8	<b>8</b>	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>106,51</b>
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,3	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2	2	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
		TP I	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			E5	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2	2	<b>2,1</b>	<b>104,19</b>
			E6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,3	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			E10	8	8	<b>8</b>	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>106,51</b>
		TP II	E1	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2	2	2	<b>2,04</b>	<b>101,21</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2	2	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
			E5	7,8	8	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			E6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	1,9	2	2	2	2	<b>1,98</b>	<b>97,00</b>
			E7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			E9	7,9	7,8	<b>7,85</b>	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,22</b>	<b>107,39</b>
			E10	8	8	<b>8</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>

APÊNDICE N – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por LED (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
LED	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			A3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			A5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			A7	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>104,19</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2	2,2	2,2	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
		TP I	A1	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2	2	2,2	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A3	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,1	2,1	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			A5	7,9	8	<b>7,95</b>	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	<b>2,22</b>	<b>110,14</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2	2	2,2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			A8	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,16</b>	<b>107,17</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
		TP II	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A3	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,3	2,2	2,2	2,2	<b>2,22</b>	<b>110,14</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2,1	2,2	2,2	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			A5	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>110,72</b>
			A9	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	<b>2,2</b>	<b>110,53</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,3	2,2	2,1	2,1	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>

APÊNDICE O – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por LED (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume	
LED	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			E2	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>102,20</b>	
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>	
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>	
			E5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>	
			E6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2	2	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>	
			E7	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2,1	2,1	2,1	<b>2,06</b>	<b>102,20</b>	
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2,1	2,1	2,2	<b>2,08</b>	<b>101,90</b>	
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>	
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>	
		TP I	E1	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>	
			E3	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>99,23</b>	
			E4	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>	
			E5	8	7,9	<b>7,95</b>	2,3	2,2	2,1	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>	
			E6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2	2	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>	
			E7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,1	2,2	2,1	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>	
			E8	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>99,23</b>	
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>	
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,24</b>	<b>109,74</b>	
		TP II	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2	2	2,1	2,1	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>	
			E2	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,1	2	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>	
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2,1	2,2	2,2	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>	
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>	
			E5	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2,1	2,2	2,2	2,2	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			E6	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			E7	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>	
			E8	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,1	2,1	2,2	<b>2,2</b>	<b>110,53</b>	
			E9	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>	
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>	



APÊNDICE P – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por LED (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
LED	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2	2,1	2,2	2,2	<b>2,14</b>	<b>104,84</b>
			A2	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2	2,1	2,1	2	<b>2,06</b>	<b>102,20</b>
			A3	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>
			A4	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2,3	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			A5	7,9	8	<b>7,95</b>	2	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			A6	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2	2	2,1	2,1	<b>2,06</b>	<b>102,20</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,1	2	2,2	2,1	<b>2,12</b>	<b>103,86</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,3	2,1	2,2	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
		TP I	A1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2	2	2,1	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
			A2	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,3	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			A3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2,1	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,3	2,3	2,2	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			A5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	<b>2,28</b>	<b>111,70</b>
			A6	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	<b>2,24</b>	<b>111,14</b>
			A7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			A8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2	2,1	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
			A9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,4	2	2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			A10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,2	2	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
		TP II	A1	7,9	8	<b>7,95</b>	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	<b>2,32</b>	<b>115,10</b>
			A2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2,1	2	2,14	<b>2,068</b>	<b>101,32</b>
			A3	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2	2,2	2,3	2,2	<b>2,18</b>	<b>108,16</b>
			A4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,3	2,3	2,2	<b>2,22</b>	<b>108,76</b>
			A5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			A6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2	2,1	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
			A7	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,1	<b>2,14</b>	<b>106,17</b>
			A8	8	8	<b>8</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>105,50</b>
			A9	7,9	8	<b>7,95</b>	2,1	2	2,1	2,1	2,1	<b>2,08</b>	<b>103,20</b>
			A10	7,9	8	<b>7,95</b>	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	<b>2,32</b>	<b>115,10</b>

APÊNDICE Q – Quadro dos diâmetros (média dos diâmetros) e espessuras (média das espessuras), em mm, e volume, em mm<sup>3</sup>, dos espécimes fotopolimerizados por LED (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$D_1$	$D_2$	Média $D$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Média $E$	Volume
LED	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	8	7,9	<b>7,95</b>	2	2	2,2	2	2	<b>2,04</b>	<b>101,21</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	<b>2,18</b>	<b>106,80</b>
			E3	8	7,9	<b>7,95</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>104,19</b>
			E4	7,9	8	<b>7,95</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>99,23</b>
			E5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2,1	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			E6	8	8	<b>8</b>	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	<b>2,26</b>	<b>113,54</b>
			E7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2,1	2	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			E8	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2,1	2	2	<b>2,04</b>	<b>99,94</b>
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2	2,1	<b>2,1</b>	<b>102,88</b>
		TP I	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2,1	2	2	2	<b>2,02</b>	<b>98,96</b>
			E2	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2	2,1	2	2,1	<b>2,06</b>	<b>100,92</b>
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,3	2,4	2,3	2,4	<b>2,34</b>	<b>114,64</b>
			E5	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	<b>2,24</b>	<b>111,14</b>
			E6	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			E7	7,9	8	<b>7,95</b>	2,2	2,1	2,2	2,3	2,2	<b>2,2</b>	<b>109,15</b>
			E8	8	8	<b>8</b>	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,28</b>	<b>114,55</b>
			E9	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,1	2,2	2,3	2,1	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	<b>2,16</b>	<b>105,82</b>
		TP II	E1	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	<b>2,26</b>	<b>110,72</b>
			E2	8	8	<b>8</b>	2,3	2,3	2,1	2,3	2,2	<b>2,24</b>	<b>112,54</b>
			E3	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	<b>2,2</b>	<b>107,78</b>
			E4	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			E5	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	<b>2,3</b>	<b>112,68</b>
			E6	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2	<b>2,16</b>	<b>107,17</b>
			E7	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2	2	2	2	2	<b>2</b>	<b>97,98</b>
			E8	8	7,9	<b>7,95</b>	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2	<b>2,16</b>	<b>107,17</b>
			E9	7,9	8	<b>7,95</b>	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	<b>2,26</b>	<b>112,13</b>
			E10	7,9	7,9	<b>7,9</b>	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	<b>2,36</b>	<b>115,62</b>

APÊNDICE R – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
Lâmpada halógena	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	<b>248,4</b>	247,7	247,6	247,5	247,5	247,4	247,4	247,4	<b>247,4</b>	<b>620,45</b>
			A2	<b>230,8</b>	230,4	230,2	230,2	230,1	230	229,9	229,8	<b>229,7</b>	<b>415,51</b>
			A3	<b>229,7</b>	229,3	229,2	229,1	229	228,9	228,8	228,6	<b>228,6</b>	<b>417,15</b>
			A4	<b>252,9</b>	252,4	252,3	252,1	251,8	251,8	251,8	251,8	<b>251,8</b>	<b>452,28</b>
			A5	<b>241,3</b>	240,9	240,6	240,6	240,6	240,4	240,3	240,3	<b>240,3</b>	<b>470,92</b>
			A6	<b>231,5</b>	230,8	230,8	230,7	230,6	230,6	230,6	230,5	<b>230,5</b>	<b>390,02</b>
			A7	<b>244,8</b>	244	243,9	243,8	243,8	243,6	243,6	243,5	<b>243,5</b>	<b>479,73</b>
			A8	<b>232,2</b>	231,9	231,7	231,6	231,6	231,5	231,4	231,2	<b>231,2</b>	<b>475,72</b>
			A9	<b>248</b>	247,6	247,3	247	246,9	246,8	246,7	246,7	<b>246,7</b>	<b>536,51</b>
			A10	<b>243,6</b>	242,8	242,7	242,7	242,5	242,5	242,4	242,4	<b>242,4</b>	<b>591,52</b>
		TP I	A1	<b>229</b>	228,3	228,1	228,1	228,1	228	227,8	227,7	<b>227,7</b>	<b>325,51</b>
			A2	<b>229,6</b>	228,8	228,8	228,7	228,6	228,5	228,4	228,4	<b>228,4</b>	<b>375,01</b>
			A3	<b>230,3</b>	230	229,8	229,8	229,6	229,6	229,5	229,4	<b>229,4</b>	<b>401,96</b>
			A4	<b>243,9</b>	243,7	243,6	243,5	243,4	243,4	243,4	243,3	<b>243,2</b>	<b>394</b>
			A5	<b>218,5</b>	217,8	217,7	217,7	217,5	217,4	217,2	217	<b>216,9</b>	<b>361,1</b>
			A6	<b>255,4</b>	254,7	254,7	254,6	254,5	254,4	254,4	254,3	<b>254,3</b>	<b>538,55</b>
			A7	<b>247,3</b>	246,6	246,6	246,5	246,4	246,3	246,3	246,2	<b>246,2</b>	<b>558,58</b>
			A8	<b>231,8</b>	231,3	231,2	230,9	230,8	230,7	230,6	230,6	<b>230,6</b>	<b>425,15</b>
			A9	<b>232,5</b>	232	231,7	231,4	231,2	231,1	231	230,8	<b>230,8</b>	<b>312,36</b>
			A10	<b>248,3</b>	247,6	247,6	247,5	247,5	247,4	247,4	247,4	<b>247,4</b>	<b>428,09</b>
		TP II	A1	<b>250</b>	249	249	248,9	248,9	248,9	248,9	248,8	<b>248,8</b>	<b>441,6</b>
			A2	<b>254,2</b>	253,1	253	253	252,9	252,9	252,9	252,9	<b>252,9</b>	<b>493,46</b>
			A3	<b>239,9</b>	238,9	238,9	238,7	238,6	238,6	238,5	238,5	<b>238,5</b>	<b>370,13</b>
			A4	<b>239,7</b>	239,1	238,7	238,7	238,5	238,4	238,4	238,3	<b>238,3</b>	<b>408,09</b>
			A5	<b>230,8</b>	230,3	230,2	230	229,9	229,7	229,6	229,6	<b>229,6</b>	<b>462,17</b>
			A6	<b>231,7</b>	231,3	231,3	230,9	230,9	230,9	230,9	230,8	<b>230,8</b>	<b>310,24</b>
			A7	<b>247</b>	246,5	246,3	246,1	246	245,9	245,7	245,7	<b>245,7</b>	<b>419,27</b>
			A8	<b>246,2</b>	245,5	245,4	245,3	245,3	245,3	245,1	245,1	<b>245,1</b>	<b>423,5</b>
			A9	<b>251,8</b>	251,2	251,1	251,1	251	251	251	250,9	<b>250,8</b>	<b>470,59</b>
			A10	<b>241,6</b>	241	241	240,8	240,8	240,7	240,7	240,7	<b>240,7</b>	<b>480,09</b>

APÊNDICE S – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
Lâmpada halógena	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	<b>250,3</b>	248,9	248,8	248,8	248,7	248,5	248,5	248,5	<b>248,5</b>	<b>220,28</b>
			E2	<b>233,4</b>	232	232	231,9	231,8	231,8	231,8	231,7	<b>231,7</b>	<b>245,94</b>
			E3	<b>244,5</b>	243,3	243,2	243	242,8	242,7	242,7	242,5	<b>242,4</b>	<b>246,59</b>
			E4	<b>231,9</b>	230,5	230,4	230,2	229,9	229,7	229,6	229,6	<b>229,6</b>	<b>188,38</b>
			E5	<b>242,1</b>	240,3	240,2	240,2	240,1	239,9	239,7	239,7	<b>239,7</b>	<b>241,14</b>
			E6	<b>248,8</b>	247,1	247,1	247	246,9	246,8	246,5	246,5	<b>246,5</b>	<b>256,34</b>
			E7	<b>248,1</b>	246,1	246,1	246	245,9	245,8	245,8	245,8	<b>245,7</b>	<b>228,13</b>
			E8	<b>249,7</b>	248	247,7	247,6	247,6	247,5	247,4	247,4	<b>247,4</b>	<b>243,03</b>
			E9	<b>260,1</b>	258,6	258,3	258,3	258,2	258,2	258,2	258,1	<b>258,1</b>	<b>304,94</b>
			E10	<b>232,7</b>	231,6	231,4	231,2	231,2	231,1	231	230,9	<b>230,9</b>	<b>252,61</b>
		TP I	E1	<b>236,4</b>	235,2	235,1	234,9	234,9	234,8	234,6	234,6	<b>234,5</b>	<b>201,03</b>
			E2	<b>256,3</b>	254,7	254,6	254,6	254,5	254,5	254,3	254,3	<b>254,2</b>	<b>279,09</b>
			E3	<b>223,8</b>	222,4	222,2	222,2	222,2	222,1	222,1	222	<b>222</b>	<b>159,53</b>
			E4	<b>239,7</b>	238,3	238,3	238	237,9	237,9	237,7	237,6	<b>237,6</b>	<b>179,53</b>
			E5	<b>227,1</b>	226,2	226,1	225,5	225,4	225,3	225,1	225	<b>225</b>	<b>165,8</b>
			E6	<b>255,3</b>	253,9	253,7	253,7	253,6	253,5	253,4	253,3	<b>253,2</b>	<b>258,88</b>
			E7	<b>227</b>	225,7	225,6	225,5	225,4	225,4	225,4	225,3	<b>225,2</b>	<b>243,65</b>
			E8	<b>236,3</b>	234,9	234,7	234,7	234,6	234,5	234,5	234,5	<b>234,4</b>	<b>222,18</b>
			E9	<b>225</b>	223,5	223,4	223,4	223,2	223,2	223,1	223,1	<b>223,1</b>	<b>194,08</b>
			E10	<b>248,9</b>	247,3	247	247	246,9	246,9	246,8	246,8	<b>246,8</b>	<b>267,45</b>
		TP II	E1	<b>246,5</b>	245,5	245,3	245,1	245,1	244,9	244,9	244,9	<b>244,9</b>	<b>220,75</b>
			E2	<b>246,7</b>	245,2	245,1	245,1	245,1	245	245	245	<b>245</b>	<b>240,35</b>
			E3	<b>241,7</b>	240,4	240,3	240,3	240,1	240,1	239,9	239,8	<b>239,8</b>	<b>186,23</b>
			E4	<b>233,1</b>	230,9	230,8	230,8	230,7	230,6	230,6	230,5	<b>230,5</b>	<b>191,79</b>
			E5	<b>241</b>	239,5	239,5	239,4	239,3	239,2	239,1	238,9	<b>238,8</b>	<b>171,97</b>
			E6	<b>234,8</b>	233,5	233,3	233,1	233	232,9	232,9	232,8	<b>232,8</b>	<b>180,64</b>
			E7	<b>228,6</b>	227	226,8	226,7	226,7	226,6	226,6	226,5	<b>226,5</b>	<b>183,47</b>
			E8	<b>241,2</b>	239,8	239,6	239,6	239,5	239,5	239,4	239,4	<b>239,4</b>	<b>185,19</b>
			E9	<b>248</b>	246,5	246,4	246,3	246,1	246,1	246	246	<b>246</b>	<b>206,16</b>
			E10	<b>253</b>	251,7	251,5	251,5	251,4	251,2	251	251	<b>251</b>	<b>224,76</b>

APÊNDICE T – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
Lâmpada halógena	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	<b>245,7</b>	245,2	244,9	244,7	244,5	244,5	244,5	244,4	<b>244,4</b>	<b>505,25</b>
			A2	<b>246,6</b>	246,1	245,9	245,8	245,8	245,7	245,5	245,5	<b>245,4</b>	<b>473,89</b>
			A3	<b>245</b>	244,3	244,2	244,1	244	244	243,8	243,6	<b>243,6</b>	<b>417,84</b>
			A4	<b>263,4</b>	262,8	262,7	262,7	262,6	262,5	262,5	262,4	<b>262,3</b>	<b>677,36</b>
			A5	<b>230,1</b>	229,7	229,6	229,5	229,5	229,2	229,1	229,1	<b>229,1</b>	<b>391,82</b>
			A6	<b>230,6</b>	230	229,9	229,9	229,8	229,8	229,7	229,6	<b>229,6</b>	<b>249,71</b>
			A7	<b>245</b>	244,6	244,5	244,5	244,4	244,4	244,3	244,1	<b>244</b>	<b>440,56</b>
			A8	<b>226,1</b>	225,6	225,5	225,4	225,4	225,3	225,3	225,2	<b>225,2</b>	<b>356,22</b>
			A9	<b>254,3</b>	254	253,8	253,8	253,6	253,4	253,4	253,3	<b>253,3</b>	<b>575,11</b>
			A10	<b>241,2</b>	240,7	240,5	240,5	240,5	240,5	240,4	240,2	<b>240,2</b>	<b>382,6</b>
		TP I	A1	<b>243</b>	242,4	242,4	242,3	242,2	242,2	242	241,9	<b>241,9</b>	<b>430,52</b>
			A2	<b>239,7</b>	239,1	239	238,9	239,8	239,8	238,7	238,7	<b>238,6</b>	<b>322,14</b>
			A3	<b>241,4</b>	240,8	240,7	240,6	240,6	240,5	240,3	240,2	<b>240,1</b>	<b>471,02</b>
			A4	<b>231,6</b>	230,9	230,9	230,9	230,9	230,8	230,8	230,8	<b>230,8</b>	<b>531,7</b>
			A5	<b>250,8</b>	250,2	250,1	250,1	250,1	250	250	249,8	<b>249,8</b>	<b>556,94</b>
			A6	<b>236,9</b>	236,5	236,4	236,2	236,2	236,2	236,1	236,1	<b>236,1</b>	<b>417,26</b>
			A7	<b>259,3</b>	258,9	258,8	258,7	258,5	258,4	258,4	258,2	<b>258,2</b>	<b>540,59</b>
			A8	<b>253,6</b>	252,8	252,7	252,6	252,5	252,4	252,2	252,1	<b>252,1</b>	<b>352,25</b>
			A9	<b>241,7</b>	241,2	241	241	240,9	240,8	240,8	240,8	<b>240,8</b>	<b>310,56</b>
			A10	<b>238,8</b>	238	237,9	237,8	237,7	237,6	237,5	237,3	<b>237,3</b>	<b>375,58</b>
		TP II	A1	<b>233,4</b>	232,7	232,7	232,6	232,6	232,5	232,5	232,4	<b>232,3</b>	<b>413,1</b>
			A2	<b>242,4</b>	241,6	241,5	241,5	241,5	241,3	241,2	241,2	<b>241,2</b>	<b>498,8</b>
			A3	<b>239,7</b>	238,9	238,8	238,8	238,8	238,6	238,5	238,5	<b>238,5</b>	<b>481,78</b>
			A4	<b>238,7</b>	237,9	237,8	237,8	237,8	237,6	237,5	237,4	<b>237,4</b>	<b>537,04</b>
			A5	<b>255,5</b>	255	254,8	254,6	254,6	254,6	254,4	254,3	<b>254,3</b>	<b>493,46</b>
			A6	<b>257,7</b>	256,8	256,7	256,6	256,5	256,4	256,4	256,4	<b>256,3</b>	<b>618,94</b>
			A7	<b>241,6</b>	240,7	240,7	240,7	240,4	240,3	240,3	240,1	<b>240</b>	<b>512,13</b>
			A8	<b>241,4</b>	240,6	240,5	240,4	240,4	240,2	240,1	240	<b>240</b>	<b>450,34</b>
			A9	<b>229</b>	228,2	228,1	228,1	228,1	227,8	227,7	227,6	<b>227,6</b>	<b>434,43</b>
			A10	<b>259</b>	258,2	258,1	258	258	258	257,9	257,9	<b>257,9</b>	<b>574,1</b>

APÊNDICE U – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por lâmpada halógena ( $20 \text{ J/cm}^2$ ) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
Lâmpada halógena	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	<b>249,5</b>	248,3	248,3	248,2	248,1	248,1	248	248	<b>248</b>	<b>355,08</b>
			E2	<b>255</b>	253,9	253,7	253,7	253,6	253,4	253,3	253,2	<b>253,2</b>	<b>261,64</b>
			E3	<b>248,3</b>	247,4	247,4	247,4	247,3	247,2	247,1	247	<b>246,9</b>	<b>261,1</b>
			E4	<b>252</b>	250,8	250,7	250,7	250,6	250,4	250,3	250	<b>250</b>	<b>275,26</b>
			E5	<b>239,2</b>	237,9	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8	237,5	<b>237,4</b>	<b>242,18</b>
			E6	<b>252,7</b>	251,5	251,4	251,3	251,3	251,2	250,9	250,8	<b>250,8</b>	<b>385,9</b>
			E7	<b>244,2</b>	242,9	242,8	242,8	242,7	242,7	242,6	242,3	<b>242,2</b>	<b>304,9</b>
			E8	<b>235,2</b>	234,1	233,8	233,8	233,8	233,7	233,7	233,6	<b>233,6</b>	<b>215,05</b>
			E9	<b>247,1</b>	246,1	246	245,8	245,8	245,4	245,1	245,1	<b>245,1</b>	<b>236,98</b>
			E10	<b>233</b>	232,4	232,1	231,9	231,8	231,4	231,3	231,3	<b>231,3</b>	<b>203,61</b>
		TP I	E1	<b>238</b>	236,4	236,4	236,3	236,2	246,2	235,9	235,8	<b>235,8</b>	<b>314,83</b>
			E2	<b>248,7</b>	247,1	247,1	247	246,9	246,7	246,7	246,7	<b>246,6</b>	<b>251,07</b>
			E3	<b>250,1</b>	248,7	248,5	248,5	248,5	248,4	248,3	248,3	<b>248,2</b>	<b>232,68</b>
			E4	<b>230,5</b>	228,9	228,8	228,8	228,8	228,8	228,7	228,5	<b>228,5</b>	<b>239,99</b>
			E5	<b>239,3</b>	237,7	237,6	237,5	237,4	237,4	237	237	<b>237</b>	<b>201,18</b>
			E6	<b>245,3</b>	243,6	243,6	243,4	243,4	243,4	243,4	243,3	<b>243,3</b>	<b>193,72</b>
			E7	<b>239,2</b>	237,9	237,8	237,8	237,7	237,6	237,5	237,5	<b>237,5</b>	<b>251,64</b>
			E8	<b>248,5</b>	247,4	247,2	247,2	247,1	247,1	246,8	246,8	<b>246,8</b>	<b>212,14</b>
			E9	<b>254,6</b>	252,9	252,8	252,8	252,7	252,6	252,4	252,4	<b>252,4</b>	<b>213,61</b>
			E10	<b>244,9</b>	243,4	243,3	243,3	243,2	243,1	243,1	242,9	<b>242,9</b>	<b>202,75</b>
		TP II	E1	<b>238</b>	236,4	236,3	236,2	236,2	236	236	235,9	<b>235,8</b>	<b>177,13</b>
			E2	<b>245</b>	244	243,8	243,3	243,3	243,1	243	243	<b>243</b>	<b>169,1</b>
			E3	<b>245,9</b>	244,7	244,6	244,3	244,2	244,2	244,2	244	<b>244</b>	<b>216,44</b>
			E4	<b>236,2</b>	234,9	234,6	234,5	234,5	234,3	234,3	234,1	<b>234,1</b>	<b>217,2</b>
			E5	<b>247,5</b>	245,9	245,9	245,7	245,6	245,5	245,5	245,3	<b>245,3</b>	<b>215,87</b>
			E6	<b>226</b>	224,8	224,8	224,7	224,6	224,5	224,4	224,4	<b>224,3</b>	<b>223,98</b>
			E7	<b>247,1</b>	245,9	245,8	245,7	245,6	245,6	245,3	245,2	<b>245,1</b>	<b>281,53</b>
			E8	<b>251,3</b>	249,8	249,6	249,6	249,3	249,3	249,2	249,2	<b>249,2</b>	<b>203,65</b>
			E9	<b>254</b>	252,5	252,3	252,2	252,1	252,1	252	252	<b>252</b>	<b>287,27</b>
			E10	<b>251,9</b>	250,3	250,3	250,1	250,1	250,1	250	250	<b>250</b>	<b>247,63</b>

APÊNDICE V – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por LED (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
LED	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	<b>193,3</b>	193	192,8	192,6	192,5	192,5	192,5	192,5	192,5	<b>291,93</b>
			A2	<b>242,1</b>	241,9	241,7	241,5	241,3	241,3	241,3	241,2	<b>241,2</b>	<b>521,49</b>
			A3	<b>288,2</b>	227,8	227,5	227,4	227,3	227,3	227,3	227,3	<b>227,3</b>	<b>271,89</b>
			A4	<b>236,6</b>	236	235,6	235,6	235,6	235,5	235,5	235,4	<b>235,3</b>	<b>526,69</b>
			A5	<b>235,6</b>	235,6	235,4	235,2	234,9	234,8	234,7	234,7	<b>234,6</b>	<b>389,74</b>
			A6	<b>231,6</b>	231,2	231	231	230,9	230,9	230,8	230,6	<b>230,6</b>	<b>466,11</b>
			A7	<b>235,6</b>	235,3	235,2	235	234,9	234,7	234,6	234,6	<b>234,6</b>	<b>451,06</b>
			A8	<b>224,1</b>	223,8	223,5	223,5	223,5	223,4	223,2	223,2	<b>223,1</b>	<b>326,48</b>
			A9	<b>232,6</b>	232	231,4	231,4	231,4	231,4	231,4	231,3	<b>231,3</b>	<b>502,99</b>
			A10	<b>229,7</b>	228,8	228,6	228,6	228,6	228,6	228,6	228,5	<b>228,5</b>	<b>353,61</b>
		TP I	A1	<b>236,2</b>	236	235,8	235,7	235,6	235,4	235,3	235,3	<b>235,2</b>	<b>398,23</b>
			A2	<b>212,4</b>	212,2	212	211,8	211,5	211,5	211,5	211,4	<b>211,4</b>	<b>194,26</b>
			A3	<b>221,4</b>	221	220,9	220,6	220,4	220,2	220,1	220,1	<b>220,1</b>	<b>474,61</b>
			A4	<b>245,3</b>	245	244,4	244,3	244,2	244,2	244,1	244,1	<b>244,1</b>	<b>306,51</b>
			A5	<b>243,7</b>	243,5	243	242,9	242,7	242,6	242,5	242,3	<b>242,3</b>	<b>552,85</b>
			A6	<b>236,1</b>	235,6	235,4	235,2	235	235	234,8	234,8	<b>234,8</b>	<b>451,17</b>
			A7	<b>238,8</b>	238,5	238,3	238,3	237,9	237,8	237,5	237,5	<b>237,5</b>	<b>485,4</b>
			A8	<b>236,7</b>	236,4	236,3	236	235,8	235,8	235,7	235,6	<b>235,6</b>	<b>507,3</b>
			A9	<b>241,7</b>	241	240,8	240,6	240,4	240,4	240,3	240,2	<b>240,2</b>	<b>541,56</b>
			A10	<b>240</b>	239,4	239,2	239	238,7	238,6	238,5	238,5	<b>238,5</b>	<b>599,84</b>
		TP II	A1	<b>239,1</b>	239	238,7	238,4	238	237,9	237,7	237,7	<b>237,7</b>	<b>398,23</b>
			A2	<b>213,1</b>	212,9	212,5	212,2	211,9	211,9	211,9	211,9	<b>211,9</b>	<b>482,06</b>
			A3	<b>238,8</b>	238,4	238,2	238,2	238,1	238	237,8	237,8	<b>237,8</b>	<b>372,07</b>
			A4	<b>234,1</b>	233,5	233,2	233,2	233,2	233	232,8	232,8	<b>232,8</b>	<b>437,15</b>
			A5	<b>245</b>	244,2	243,9	243,8	243,7	243,7	243,6	243,6	<b>243,6</b>	<b>464,93</b>
			A6	<b>231,2</b>	231	230,6	230,5	230,5	230,3	230,2	230,2	<b>230,2</b>	<b>427,19</b>
			A7	<b>249,9</b>	249,2	249	249	249	248,9	248,9	248,7	<b>248,7</b>	<b>431,17</b>
			A8	<b>251,7</b>	251,4	250,9	250,7	250,6	250,6	250,6	250,6	<b>250,6</b>	<b>558,62</b>
			A9	<b>248,4</b>	247,8	247,6	247,4	247,4	247,4	247,4	247,3	<b>247,3</b>	<b>525,32</b>
			A10	<b>241,4</b>	240,8	240,5	240,5	240,5	240,3	240,3	240,2	<b>240,2</b>	<b>457,91</b>

APÊNDICE X – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por LED (16 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
LED	16 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	<b>240,6</b>	240	238,8	238,8	238,7	238,7	238,6	238,6	<b>238,6</b>	<b>280,67</b>
			E2	<b>232,1</b>	231	230,5	230,5	230,5	230,3	230,2	230,1	<b>230,1</b>	<b>230,92</b>
			E3	<b>243,8</b>	243,2	242,8	242,2	241,9	241,8	241,8	241,7	<b>241,7</b>	<b>252,07</b>
			E4	<b>246,9</b>	245,6	245,4	245,2	245,1	245	244,9	244,9	<b>244,9</b>	<b>239,31</b>
			E5	<b>237,8</b>	237,4	237	236,5	236,4	236,2	235,9	235,9	<b>235,9</b>	<b>178,7</b>
			E6	<b>229,6</b>	229	228,6	228,1	227,9	227,7	227,6	227,6	<b>227,6</b>	<b>185,55</b>
			E7	<b>232,6</b>	231,8	231,2	231	231	230,8	230,6	230,6	<b>230,6</b>	<b>199,64</b>
			E8	<b>237,3</b>	236	235,7	235,5	235,3	235,3	235,3	235,3	<b>235,3</b>	<b>225,01</b>
			E9	<b>234,1</b>	233	232,5	231,2	232	232	232	231,9	<b>231,9</b>	<b>234,26</b>
			E10	<b>257,8</b>	257	256	255,9	255,6	255,6	255,4	255,3	<b>255,3</b>	<b>277,66</b>
		TP I	E1	<b>235,7</b>	234,5	234,2	234	233,6	233,4	233,3	233,3	<b>233,3</b>	<b>199,28</b>
			E2	<b>224,6</b>	223,7	223,5	223	222,8	222,8	222,7	222,6	<b>222,5</b>	<b>193,43</b>
			E3	<b>216,1</b>	215,1	214,9	214,6	214,3	214,2	214,1	214,1	<b>214,1</b>	<b>155,94</b>
			E4	<b>241,9</b>	240,6	240,3	240	239,8	239,8	239,8	239,8	<b>239,8</b>	<b>198,52</b>
			E5	<b>245,3</b>	244	243,8	243,6	243,2	243,2	243,1	243,1	<b>243,1</b>	<b>205,15</b>
			E6	<b>233,7</b>	232,4	232	231,9	231,7	231,7	231,5	231,4	<b>231,4</b>	<b>235,23</b>
			E7	<b>247</b>	246	245,9	245,7	245,4	245,3	245,2	245,2	<b>245,2</b>	<b>201,82</b>
			E8	<b>218,9</b>	218	217,7	217,5	217,2	217,1	217	217	<b>217</b>	<b>176,09</b>
			E9	<b>212,3</b>	211,4	211,1	211	211	210,8	210,5	210,5	<b>210,5</b>	<b>156,63</b>
			E10	<b>246,6</b>	245,2	245	244,8	244,5	244,4	244,3	244,3	<b>244,3</b>	<b>228,34</b>
		TP II	E1	<b>230,3</b>	228,7	228,5	228,4	228,4	228,3	228,1	227,9	<b>227,9</b>	<b>143,33</b>
			E2	<b>235</b>	233,5	233,2	233	233	232,8	232,7	232,7	<b>232,7</b>	<b>163,51</b>
			E3	<b>236,5</b>	235	234,8	234,8	234,8	234,5	234,3	234,3	<b>234,3</b>	<b>179,31</b>
			E4	<b>225,7</b>	224,4	224,2	224	224	223,8	223,6	223,6	<b>223,6</b>	<b>178,38</b>
			E5	<b>241,4</b>	239,5	239,3	239	238,8	238,8	238,8	238,8	<b>238,8</b>	<b>198,13</b>
			E6	<b>247,2</b>	245,3	245,1	244,7	244,6	244,5	244,5	244,5	<b>244,5</b>	<b>165,94</b>
			E7	<b>240,4</b>	239,5	239,2	239	238,7	238,7	238,7	238,5	<b>238,5</b>	<b>215,01</b>
			E8	<b>244,8</b>	243,7	243,6	243,2	242,8	242,8	242,8	242,8	<b>242,8</b>	<b>203,36</b>
			E9	<b>248,4</b>	247,3	247,2	246,8	246,4	246,4	246,4	246,4	<b>246,3</b>	<b>194,98</b>
			E10	<b>218,5</b>	216,8	216,6	216,5	216,5	216,5	216,4	216,4	<b>216,4</b>	<b>154,83</b>



APÊNDICE Z – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por LED (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em água deionizada.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$	
LED	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	A1	<b>232,1</b>	232,3	232	231,8	231,3	231,1	231,1	231,1	231,1	<b>231</b>	<b>550,45</b>
			A2	<b>225,7</b>	224,6	224,5	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,3	<b>224,3</b>	<b>310,35</b>
			A3	<b>235,8</b>	235	234,9	234,8	234,8	234,8	234,8	234,8	234,6	<b>234,6</b>	<b>549,98</b>
			A4	<b>249,1</b>	248,6	248,3	248,2	248,2	248,2	248,2	248,1	248	<b>247,9</b>	<b>438,09</b>
			A5	<b>231,1</b>	230,6	230,4	230,1	230	230	230	230	230	<b>229,9</b>	<b>420,13</b>
			A6	<b>231</b>	230,4	230,3	230	229,8	229,8	229,8	229,8	229,7	<b>229,6</b>	<b>454,79</b>
			A7	<b>232,1</b>	231,8	231,6	231,3	231,3	231,3	231,3	231,3	231,2	<b>231,1</b>	<b>616,4</b>
			A8	<b>219,3</b>	219	218,8	218,6	218,5	218,5	218,5	218,5	218,4	<b>218,4</b>	<b>303,14</b>
			A9	<b>242,7</b>	242,5	242,3	242	241,8	241,8	241,8	241,8	241,7	<b>241,6</b>	<b>346,33</b>
			A10	<b>241,2</b>	241	240,6	240,5	240,4	240,4	240,4	240,4	240,3	<b>240,2</b>	<b>553,92</b>
		TP I	A1	<b>224,4</b>	223,8	223,5	223,5	223,4	223,3	223,3	223,3	223,3	<b>223,3</b>	<b>395,33</b>
			A2	<b>251,5</b>	251	250,8	250,5	250,3	250,3	250,3	250,3	250,3	<b>250,3</b>	<b>485,43</b>
			A3	<b>217,9</b>	217,7	217,6	217,4	217,2	217	216,9	216,8	<b>216,8</b>	<b>464,75</b>	
			A4	<b>246,1</b>	244,9	244,7	244,4	244,3	244,2	244,1	244,1	<b>244,1</b>	<b>450,31</b>	
			A5	<b>253,2</b>	252,6	252,5	252,3	252,2	252,2	252,1	251,9	<b>251,8</b>	<b>417,01</b>	
			A6	<b>246,4</b>	245,7	245,6	245,4	245,4	245,4	245,3	245,2	<b>245,2</b>	<b>460,45</b>	
			A7	<b>245,7</b>	245	244,8	244,6	244,6	244,6	244,6	244,5	<b>244,4</b>	<b>483,53</b>	
			A8	<b>235</b>	234,6	234,3	234,4	234,3	234,2	234	234	<b>234</b>	<b>442,46</b>	
			A9	<b>240,5</b>	240,2	240,1	240	239,8	239,7	239,6	239,6	<b>239,6</b>	<b>518,23</b>	
			A10	<b>234,4</b>	234,2	234,1	233,8	233,6	233,5	233,4	233,4	<b>233,4</b>	<b>439,45</b>	
		TP II	A1	<b>254,6</b>	254	253,7	253,5	253,3	253,3	253,3	253,2	<b>253,1</b>	<b>453,64</b>	
			A2	<b>225,6</b>	225,4	225,1	225,1	225,1	224,9	224,6	224,4	<b>224,4</b>	<b>325,83</b>	
			A3	<b>237,8</b>	237,3	237,1	237,1	237,1	237	236,8	236,7	<b>236,7</b>	<b>514,54</b>	
			A4	<b>241,4</b>	241,4	241	240,9	240,7	240,6	240,5	240,3	<b>240,3</b>	<b>493,82</b>	
			A5	<b>222,9</b>	222,6	222,2	222,2	222,1	222	221,9	221,7	<b>221,7</b>	<b>232,57</b>	
			A6	<b>223,8</b>	223,2	223	222,9	222,8	222,8	222,8	222,7	<b>222,7</b>	<b>375,04</b>	
			A7	<b>238,9</b>	238,5	238,2	238,2	238,2	238	237,8	237,8	<b>237,8</b>	<b>464,79</b>	
			A8	<b>232,9</b>	232,2	232,1	232	232	232	232	231,9	<b>231,9</b>	<b>390,24</b>	
			A9	<b>224,3</b>	224,1	223,9	223,7	223,5	223,4	223,2	223,2	<b>223,2</b>	<b>396,73</b>	
			A10	<b>258,8</b>	258,4	258	258	257,9	257,7	257,6	257,6	<b>257,6</b>	<b>455,72</b>	

APÊNDICE AA – Quadro da massa 2 ( $m_2$ ) e obtenção da massa 3 ( $m_3$ ), em mg, e valor da força necessária para ruptura ( $P$ ), em N, dos espécimes fotopolimerizados por LED (20 J/cm<sup>2</sup>) e armazenados em etanol 75%.

Tipo de aparelho	Densidade de energia	Técnica de fotopolimerização	Corpos-de-prova	$m_2$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$m_3$	$P$
LED	20 J/cm <sup>2</sup>	TC	E1	<b>228,5</b>	227,9	227,6	227,2	227	227	227	226,9	<b>226,9</b>	<b>206,7</b>
			E2	<b>238,9</b>	237,7	237,5	237,3	237,2	237,2	237,1	237,1	<b>237,1</b>	<b>246,05</b>
			E3	<b>233,3</b>	232,2	232	231,8	231,6	231,5	231,5	231,5	<b>231,5</b>	<b>269,88</b>
			E4	<b>209,4</b>	208	207,9	207,7	207,6	207,6	207,6	207,6	<b>207,6</b>	<b>157,02</b>
			E5	<b>226</b>	224,8	224,5	224,4	224,3	224,3	224,3	224,2	<b>224,2</b>	<b>184,58</b>
			E6	<b>254,2</b>	252,8	252,6	252,5	252,5	252,4	252,3	252,2	<b>252,2</b>	<b>295,76</b>
			E7	<b>223,2</b>	221,7	221,6	221,6	221,5	221,5	221,5	221,5	<b>221,5</b>	<b>290,35</b>
			E8	<b>229,9</b>	228,6	228,4	228,4	228,3	228,3	228,3	228,2	<b>228,2</b>	<b>165,37</b>
			E9	<b>233,2</b>	232	231,7	231,6	231,5	231,4	231,4	231,3	<b>231,2</b>	<b>226,84</b>
			E10	<b>234,9</b>	233,5	233,3	233,2	233	233	233	232,9	<b>232,8</b>	<b>200,6</b>
		TP I	E1	<b>216,2</b>	215	214,9	214,9	214,9	214,8	214,6	214,4	<b>214,4</b>	<b>221,5</b>
			E2	<b>217,6</b>	216,3	216,1	216	216	215,9	215,8	215,7	<b>215,6</b>	<b>224,22</b>
			E3	<b>230,4</b>	229,4	229,1	228,7	228,5	228,4	228,4	228,3	<b>228,3</b>	<b>208,31</b>
			E4	<b>254,3</b>	251,9	251,7	251,7	251,6	251,5	251,5	251,4	<b>251,4</b>	<b>202,57</b>
			E5	<b>249,9</b>	247,5	247,3	247,3	247,3	247,3	247,2	247,2	<b>247,2</b>	<b>227,02</b>
			E6	<b>239,4</b>	237,5	237,4	237,3	237,3	237,3	237,3	237,3	<b>237,3</b>	<b>180,64</b>
			E7	<b>242,1</b>	241	240,8	240,6	240,4	240,3	240,1	240,1	<b>240,1</b>	<b>222,5</b>
			E8	<b>262</b>	261,4	261,2	260,8	260,6	260,3	260	260	<b>260</b>	<b>275,47</b>
			E9	<b>243,7</b>	243	242,9	242,6	242,1	241,9	241,6	241,6	<b>241,6</b>	<b>185,37</b>
			E10	<b>242,9</b>	241,2	241,1	241	240,7	240,7	240,7	240,7	<b>240,7</b>	<b>201,46</b>
		TP II	E1	<b>247,1</b>	246	245,8	245,6	245,3	245,3	245,2	245	<b>245</b>	<b>197,63</b>
			E2	<b>241,6</b>	240	239,4	239,4	239,4	239	238,9	238,9	<b>238,9</b>	<b>167,56</b>
			E3	<b>238</b>	236,6	235,9	235,8	235,7	235,7	235,7	235,7	<b>235,7</b>	<b>194,87</b>
			E4	<b>222,5</b>	221,2	221	220,8	220,6	220,6	220,5	220,5	<b>220,5</b>	<b>206,68</b>
			E5	<b>252,3</b>	250,9	250,7	250,4	250,2	250,2	250,1	250	<b>250</b>	<b>208,49</b>
			E6	<b>239,2</b>	237,5	237,4	237,2	237,2	237,2	237,2	237,1	<b>237,1</b>	<b>215,41</b>
			E7	<b>204,5</b>	203,1	203	202,9	202,9	202,8	202,8	202,8	<b>202,7</b>	<b>126,52</b>
			E8	<b>235,7</b>	234,6	234,4	234,2	234,2	234,2	234,2	233,9	<b>233,8</b>	<b>222,22</b>
			E9	<b>246,1</b>	244,7	244,5	244,3	244,3	244,3	244,3	244,3	<b>244,3</b>	<b>252,5</b>
			E10	<b>253,8</b>	252,7	252,2	252	251,8	251,7	251,6	251,6	<b>251,6</b>	<b>274,94</b>

APÊNDICE AB – Quadro dos resultados de sorção em  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ .

	LUZ HALÓGENA						LED					
	16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>			16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>		
	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II
A1	9,00	12,44	10,66	11,85	10,49	11,04	8,16	9,69	13,35	9,54	11,01	12,16
A2	10,23	11,20	11,74	10,93	10,49	11,34	8,43	10,21	12,25	13,70	10,99	11,84
A3	9,95	8,53	13,19	12,76	12,02	11,24	8,92	12,60	9,08	11,09	11,12	10,17
A4	9,52	10,84	13,19	9,56	8,08	12,06	11,34	11,24	12,52	9,16	18,56	10,11
A5	8,97	15,92	11,86	10,08	9,11	10,84	9,72	12,71	12,94	10,66	12,53	12,25
A6	9,25	9,60	8,67	9,45	7,85	12,53	9,91	12,88	9,91	12,72	10,80	11,01
A7	11,66	9,69	11,70	7,36	10,11	15,26	9,60	12,52	10,93	8,67	11,13	10,36
A8	9,30	11,37	10,02	9,01	13,67	13,48	10,21	10,26	9,93	9,19	9,72	9,48
A9	11,25	15,38	8,27	9,19	8,43	14,15	12,52	14,31	9,95	9,28	8,43	10,66
A10	10,66	7,93	8,32	9,42	14,72	9,64	11,45	14,44	11,34	8,43	9,72	10,43
E1	15,85	18,12	14,66	13,67	21,38	21,74	18,84	23,26	23,78	16,80	18,19	18,97
E2	15,96	18,66	15,49	16,34	19,66	18,73	19,57	21,43	22,29	16,85	20,41	23,99
E3	19,42	17,61	17,41	12,67	17,31	17,95	20,03	20,16	21,18	17,28	20,81	21,34
E4	21,39	20,35	23,82	18,22	20,41	21,01	18,90	19,24	21,43	18,14	25,30	20,41
E5	21,33	20,49	20,05	17,33	22,08	20,23	18,29	20,16	24,49	18,19	24,29	20,41
E6	20,08	18,66	19,01	17,25	18,22	17,53	20,01	22,79	25,43	17,61	19,84	19,60
E7	21,14	18,14	19,97	18,78	15,92	18,39	19,57	16,85	17,90	17,18	18,32	18,37
E8	20,44	18,12	16,80	15,85	15,49	19,48	19,63	19,15	18,09	17,01	17,46	17,73
E9	17,31	18,91	18,39	18,73	20,05	18,62	21,80	18,37	19,42	19,44	19,84	16,05
E10	17,28	18,66	18,39	17,01	18,78	16,88	23,19	20,96	21,43	20,41	20,79	19,03

APÊNDICE AC – Quadro dos resultados de solubilidade em  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ .

	LUZ HALÓGENA						LED					
	16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>			16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>		
	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II
A1	0,90	4,78	0	0	0	2,01	3,06	0,97	2,86	0	3,00	0
A2	1,86	4,67	0	0	0	0,94	0	4,08	2,04	0	0,92	2,96
A3	1,81	0,95	1,88	0,91	0	0,94	0	4,85	1,82	0	4,04	0,92
A4	2,60	1,80	0	1,74	0	1,86	0	0,94	4,81	0	9,28	4,60
A5	1,79	4,98	2,96	0	0	3,61	0,97	0,91	0,92	0	5,37	3,06
A6	2,77	2,62	2,89	0,94	0	0,90	3,96	1,98	3,96	0	1,80	2,00
A7	1,79	0	3,60	0	3,68	3,82	0,96	3,85	5,47	0	0	0
A8	1,86	3,79	3,64	0	3,64	2,89	3,06	0	2,71	0	2,92	0,95
A9	0	7,24	0	0	2,81	0	1,93	0,95	1,81	0	0,94	0,97
A10	1,78	0	1,85	0	3,93	0,88	2,86	1,93	3,78	0	1,94	0,87
E1	5,28	7,63	5,50	3,64	3,89	6,92	5,65	10,66	13,87	3,95	8,08	3,61
E2	1,88	8,89	3,64	4,54	2,81	10,30	7,83	7,14	9,69	4,68	6,12	8,00
E3	5,55	7,83	7,33	2,71	3,64	5,67	8,58	7,05	11,55	4,80	5,95	12,06
E4	10,23	6,78	7,22	6,38	4,08	7,00	5,67	9,16	14,29	5,04	11,34	4,08
E5	7,11	7,81	8,20	2,89	6,72	8,27	4,81	8,25	11,30	3,03	11,70	7,10
E6	9,60	3,55	8,56	5,45	5,47	6,19	6,00	9,91	11,30	4,40	6,82	6,53
E7	6,17	4,03	7,61	8,45	3,75	4,60	9,78	7,49	7,53	4,04	8,25	8,16
E8	7,11	7,63	5,60	1,98	6,38	5,57	7,85	6,05	8,14	5,00	3,49	4,67
E9	6,92	2,99	6,44	7,49	6,38	6,52	6,94	7,14	10,17	5,83	6,61	4,46
E10	7,68	6,22	7,36	6,00	4,69	3,55	5,57	11,85	9,19	8,75	4,72	6,92

APÊNDICE AD – Quadro dos resultados de resistência flexural biaxial em MPa.

	LUZ HALÓGENA						LED					
	16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>			16 J/cm <sup>2</sup>			20 J/cm <sup>2</sup>		
	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II	TC	TP I	TP II
A1	161,27	84,61	114,78	131,33	111,90	107,38	75,88	103,51	125,30	143,08	102,76	117,91
A2	108,00	97,47	128,26	123,18	83,73	129,65	135,55	113,41	96,71	80,67	126,18	84,69
A3	108,43	104,48	96,21	108,61	122,43	125,23	70,67	123,36	113,63	142,95	120,80	133,74
A4	117,56	102,41	106,07	176,06	138,20	139,59	136,90	79,67	120,85	113,87	117,05	128,36
A5	122,40	93,86	120,13	101,84	144,76	128,26	101,30	143,70	111,04	109,20	108,39	106,64
A6	126,06	139,98	111,23	116,20	108,46	160,88	121,15	117,27	112,07	118,21	119,68	97,48
A7	124,69	145,19	108,98	114,51	140,51	133,12	117,24	126,17	145,20	160,22	125,68	120,81
A8	123,65	110,51	110,08	92,59	91,56	117,05	84,86	131,86	136,54	78,79	115,01	101,43
A9	139,45	81,19	122,32	149,49	80,72	112,92	130,74	140,76	119,02	90,02	134,70	103,12
A10	153,75	111,27	124,79	99,45	97,62	149,22	91,91	117,27	141,15	143,98	114,22	118,45
E1	57,26	52,25	57,38	92,29	81,83	46,04	72,95	51,80	37,26	53,73	57,57	51,37
E2	63,93	72,54	62,47	68,01	65,26	43,95	60,02	50,28	42,50	63,95	58,28	43,55
E3	64,09	41,47	48,41	67,87	60,48	56,26	65,52	40,53	46,61	70,15	54,14	50,65
E4	48,96	46,66	49,85	71,55	62,38	56,46	62,20	51,60	46,37	40,81	52,65	53,72
E5	62,68	43,10	44,70	62,95	52,29	56,11	46,45	53,32	51,50	47,98	59,01	54,19
E6	66,63	67,29	46,95	71,27	50,35	58,22	48,23	61,14	43,13	76,88	46,95	55,99
E7	59,30	63,33	47,69	79,25	65,41	73,18	51,89	52,46	55,89	75,47	57,83	53,72
E8	63,17	57,75	48,14	55,90	55,14	52,93	58,49	45,77	52,86	42,98	71,60	57,76
E9	79,26	50,45	53,59	61,60	55,52	74,67	60,89	40,71	50,68	58,96	48,18	65,63
E10	65,66	69,52	58,42	52,92	52,70	64,37	72,17	59,35	40,24	52,14	52,36	71,46

APÊNDICE AE – Valores obtidos de sorção, solubilidade e resistência flexural biaxial na densidade de 16 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>.

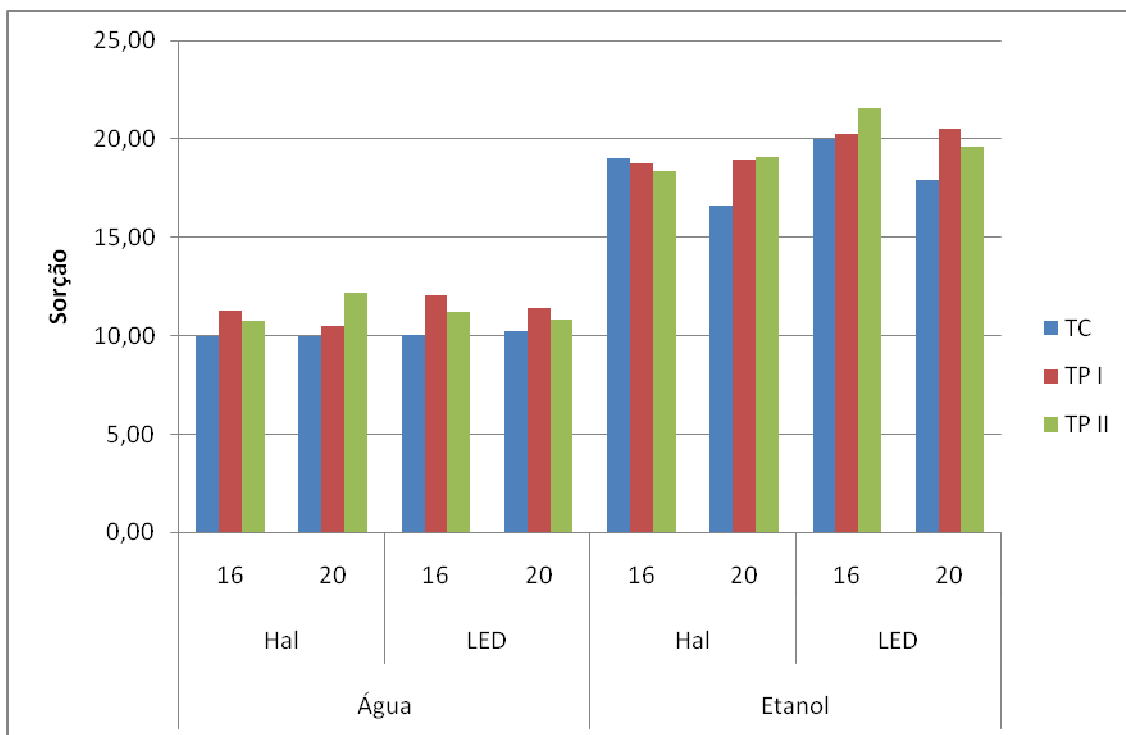
Valores obtidos de sorção, solubilidade e resistência flexural biaxial na densidade de 16 J/cm<sup>2</sup>.

aparelho	técnica	permeante	Sorção	Solubilidade	RFB
			média (±d.p.)	média (±d.p.)	média (±d.p.)
Lâmpada halógena	TC	água	9,97 (±0,95)	1,71 (±0,78)	128,52 (±17,81)
		etanol	19,02 (±2,21)	6,75 (±2,33)	63,09 (±7,67)
	TP I	água	11,29 (±2,66)	3,08 (±2,40)	107,09 (±21,17)
		etanol	18,77 (±0,94)	6,33 (±2,07)	56,43 (±11,29)
	TP II	água	10,76 (±1,88)	1,68 (±1,56)	114,28 (±9,74)
		etanol	18,39 (±2,60)	6,74 (±1,47)	51,76 (±5,88)
LED	TC	água	10,02 (±1,39)	1,68 (±1,48)	106,62 (±24,97)
		etanol	19,98 (±1,46)	6,86 (±1,59)	59,88 (±9,07)
	TP I	água	12,08 (±1,67)	2,04 (±1,64)	119,69 (±18,67)
		etanol	20,23 (±1,96)	8,47 (±1,86)	50,69 (±6,85)
	TP II	água	11,22 (±1,48)	3,01 (±1,45)	122,15 (±15,14)
		etanol	21,54 (±2,56)	10,70 (±2,22)	46,70 (±5,98)

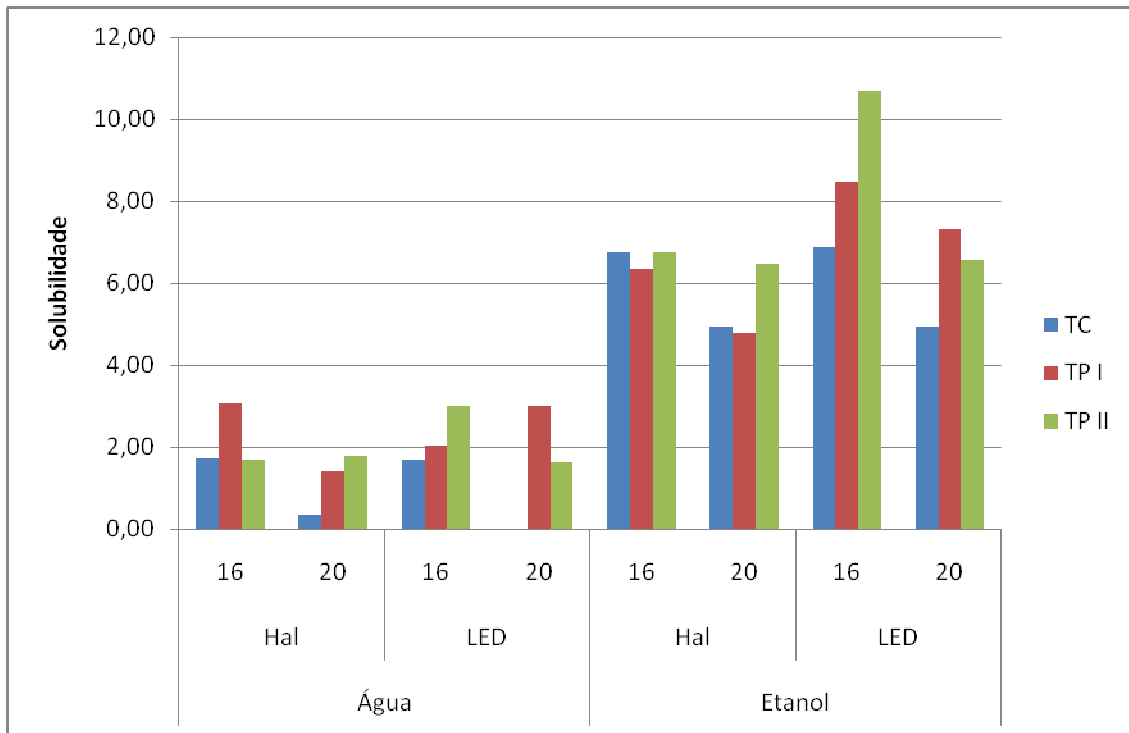
Valores obtidos de sorção, solubilidade e resistência flexural biaxial na densidade de 20 J/cm<sup>2</sup>.

aparelho	técnica	permeante	Sorção	Solubilidade	RFB
			média (±d.p.)	média (±d.p.)	média (±d.p.)
Lâmpada halógena	TC	água	9,96 (±1,53)	0,36 (±0,61)	121,32 (±25,40)
		etanol	16,58 (±2,04)	4,95 (±2,16)	68,36 (±11,44)
	TP I	água	10,49 (±2,34)	1,41 (±1,83)	111,98 (±23,79)
		etanol	18,93 (±2,20)	4,78 (±1,36)	60,13 (±9,36)
	TP II	água	12,15 (±1,71)	1,78 (±1,28)	130,33 (±16,39)
		etanol	19,05 (±1,54)	6,45 (±1,88)	58,21 (±10,13)
LED	TC	água	10,24 (±1,77)	0,01 (±0,00)	118,09 (±28,90)
		etanol	17,89 (±1,19)	4,95 (±1,53)	58,30 (±12,99)
	TP I	água	11,40 (±2,74)	3,02 (±2,71)	118,44 (±9,20)
		etanol	20,52 (±2,53)	7,30 (±2,63)	55,85 (±6,94)
	TP II	água	10,84 (±0,94)	1,63 (±1,49)	111,26 (±15,14)
		etanol	19,59 (±2,15)	6,55 (±2,54)	55,80 (±7,84)

APÊNDICE AF – Gráfico com a média de todos os grupos da medida da sorção e teste de interação com 16 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>.

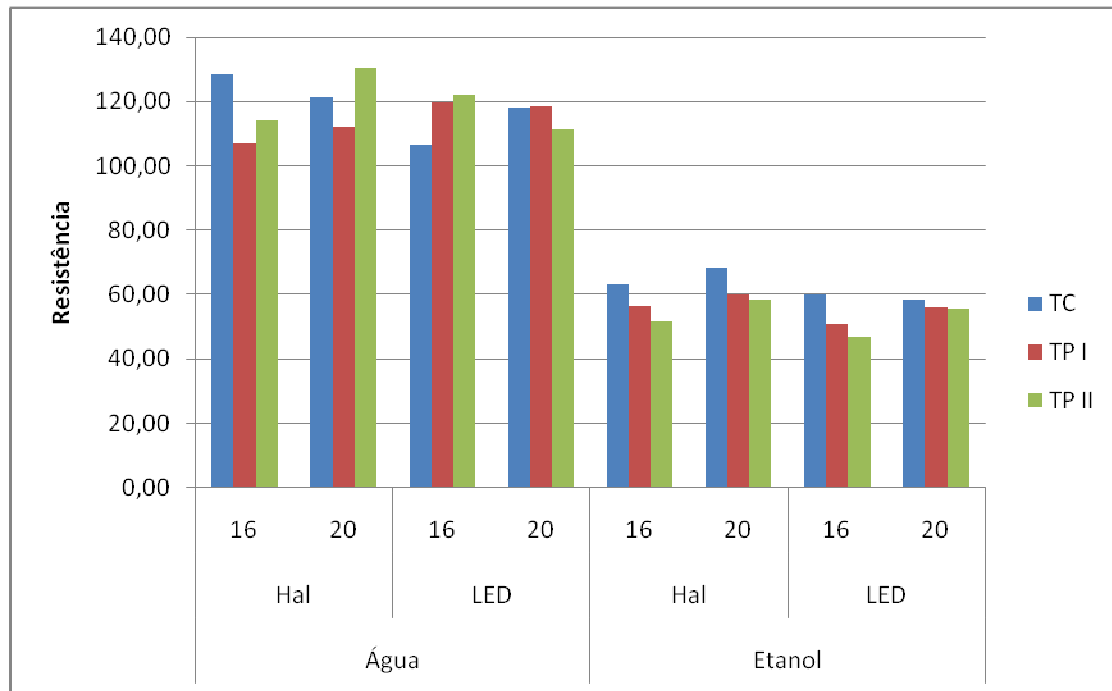


APÊNDICE AG – Gráfico com a média de todos os grupos da medida da solubilidade e teste de interação com 16 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>.





APÊNDICE AH – Gráfico com a média de todos os grupos da medida da resistência flexural biaxial e teste de interação com 16 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)