

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP**  
**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA – CÓDIGO 02P18**

**TÍTULO:** Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Efeito do tempo de condicionamento ácido e da condição de armazenagem na resistência da união dentina/resina composta”

**PESQUISADOR:** Marcela Rocha de Oliveira Carriho

**ORIENTADORES:** Rosa Helena Miranda Grande  
Ricardo Martins de Carvalho

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

**FINALIDADE DO PROJETO:** Publicação

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE:** Denise Aparecida Botter  
Mônica Carneiro Sandoval  
Marcelo Hiroshi Ogava  
Rosana Francisco Alves

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:**

BOTTER, D. A., SANDOVAL, M. C., OGAVA, M. H. e ALVES, R. F. Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Efeito do tempo de condicionamento ácido e da condição de armazenagem na resistência da união dentina/resina composta”. São Paulo, IME-USP, 2002. (RAE – CEA - 02P18)

## FICHA TÉCNICA

### BIBLIOGRAFIA

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (2002). **Estatística Básica**. 5ed. São Paulo: Saraiva. 526p.

WINER, B. J. (1971). **Statistical Principles in Experimental Design**. 2ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, LTD. 907p.

### PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft Excel for Windows (versão 2000)

Microsoft Word for Windows (versão 2000)

SPSS for Windows (versão 10)

### TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Outros (08:990)

Comparações Múltiplas (08:090)

ÁREA DE APLICAÇÃO: Bioestatística (14:030)

## Índice

<b>Resumo .....</b>	<b>04</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>05</b>
<b>2. Descrição do Estudo .....</b>	<b>05</b>
<b>3. Descrição das Variáveis .....</b>	<b>08</b>
<b>4. Análise Descritiva .....</b>	<b>09</b>
<b>5. Análise Inferencial .....</b>	<b>11</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>12</b>
<b>Apêndice A .....</b>	<b>13</b>
<b>Apêndice B .....</b>	<b>19</b>

## RESUMO

Foram estudados 25 terceiros molares humanos, extraídos por indicação ortodôntica, com o objetivo de verificar se o tipo de adesivo (Single Bond, One Step ou Clearfil), tempo de condicionamento ácido (15 ou 30 segundos, aplicado somente nos adesivos Single Bond e One Step) e a armazenagem (nenhuma, 6 meses em água ou 6 meses em óleo) afetam a média da resistência máxima à tração da união dentina/resina composta.

Os dentes foram agrupados em cinco diferentes grupos definidos segundo o tipo de adesivo e condicionamento ácido ao qual o dente foi submetido. Após estes procedimentos, todos os dentes foram "restaurados" e transformados em palitos. Os palitos provenientes de um mesmo dente foram divididos em três subgrupos, um submetido a 6 meses em óleo, outro a 6 meses em água e outro que não foi armazenado (Controle). Em seguida, todos os palitos passaram por um ensaio mecânico que forneceu o valor da resistência máxima à tração.

A análise estatística sugere que na maioria dos casos a média da resistência máxima à tração é maior quando o sistema adesivo é o Clearfil, quando o tempo de condicionamento é de 15 segundos (quando comparado com o condicionamento de 30 segundos) e quando a armazenagem é em óleo.

## 1. Introdução

Os dentes são compostos por três estruturas principais: esmalte, dentina e polpa. O esmalte, a parte mais externa do dente, é um dos tecidos mais duros e rígidos do corpo humano, constituído basicamente por minerais. Sua função é proteger a dentina e a polpa. A dentina é um tecido poroso e menos rígido, composto por minerais, matéria orgânica e água. A sua função é dar sustentação ao esmalte, impedindo que este se frature durante a aplicação das cargas mastigatórias. A polpa é o tecido do dente que contém os vasos sanguíneos e os nervos, que fazem dele um órgão vivo, sensível à dor.

As bactérias que habitam a cavidade oral fermentam os açúcares dos alimentos, produzindo ácidos que podem provocar a dissolução do esmalte, e depois, rapidamente da dentina, processo conhecido como cárie. Quando essa dissolução ocorre em larga escala forma-se uma cavidade na estrutura do dente, que precisa ser saneada e restaurada.

A primeira etapa para uma restauração é a remoção completa do tecido cariado (que pode ter atingido desde o esmalte até a polpa), seguida em geral, pela aplicação de um condicionamento ácido. Feito isso, um adesivo é aplicado e polimerizado, processo este capaz de endurecê-lo. A última etapa da restauração consiste na aplicação de uma resina composta que, apesar de menos fluída que o adesivo, também precisa ser polimerizada.

O objetivo deste estudo é verificar se o tempo de condicionamento ácido e o contato do adesivo com água após um certo período de tempo, alteram a resistência máxima à tração da união da dentina/resina composta.

## 2. Descrição do Estudo

Foram utilizados 25 terceiros molares humanos, recém extraídos por indicações ortodônticas e mantidos sob refrigeração em solução de ácido de sódio.

Cada um dos dentes foi desgastado até a obtenção de uma superfície plana de dentina, livre de remanescentes de esmalte, sendo polida logo em seguida. A

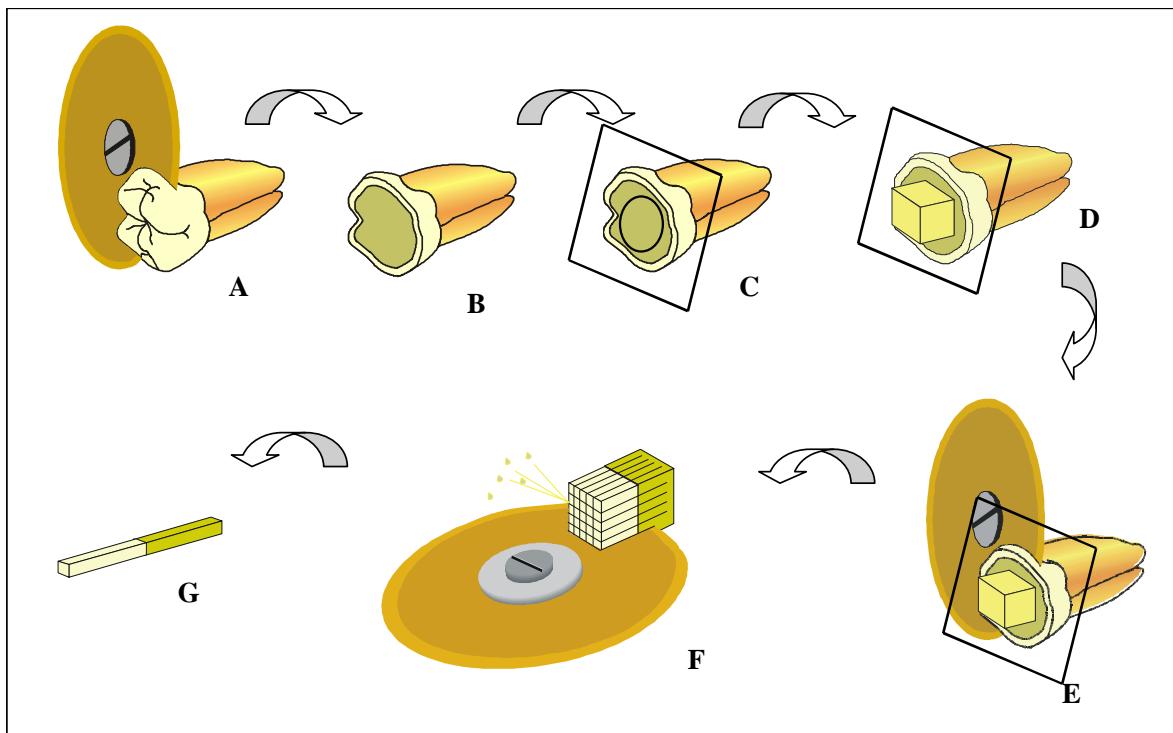
constatação de que o esmalte havia sido completamente removido foi realizada com o auxílio de um microscópio óptico.

Após planificados, os dentes foram divididos em cinco grupos, com cinco dentes cada, submetidos a um dos procedimentos abaixo:

- Grupo 1: As superfícies de dentina de cada dente foram submetidas ao condicionamento ácido por 15 segundos, sendo, em seguida, abundantemente lavadas e o excesso de água removido com papel absorvente antes da aplicação do sistema adesivo. Duas camadas consecutivas do adesivo do sistema Single Bond foram aplicadas às superfícies úmidas e polimerizadas por 10 segundos.
- Grupo 2: Mesmo procedimento do grupo 1, com exceção do tempo de condicionamento ácido que foi de 30 segundos.
- Grupo 3: Mesmo procedimento do grupo 1, com exceção do sistema adesivo que foi o One Step.
- Grupo 4: Mesmo procedimento do grupo 1, com exceção do tempo de condicionamento ácido que foi de 30 segundos e do sistema adesivo que foi o One Step.
- Grupo 5: As superfícies de dentina de cada dente foram lavadas e secas com jato de ar comprimido e receberam aplicação do auto-condicionante do sistema Clearfil. Em seguida o adesivo do sistema Clearfil foi aplicado à superfície e polimerizado por 20 segundos.

Após os procedimentos descritos acima, três camadas de resina composta foram adicionadas a todas as superfícies sendo, em seguida, polimerizadas por 40 segundos cada.

Os dentes “restaurados” permaneceram armazenados em água destilada a 37º C por 24 horas. Ao final deste período, os dentes foram transformados em palitos (ver Figura 1). Cada um dos palitos foi classificado como tendo posição central, se este foi gerado próximo à polpa, ou periférica, caso contrário.



**Figura 1** – Seqüência esquemática da obtenção dos palitos. A - seção da coroa no plano horizontal; B - superfície obtida após o corte; C –superfície preparada para a restauração; D - dente "restaurado" ; E, F - dente sendo submetido às sequências de corte ; G – palito pronto para o ensaio mecânico.

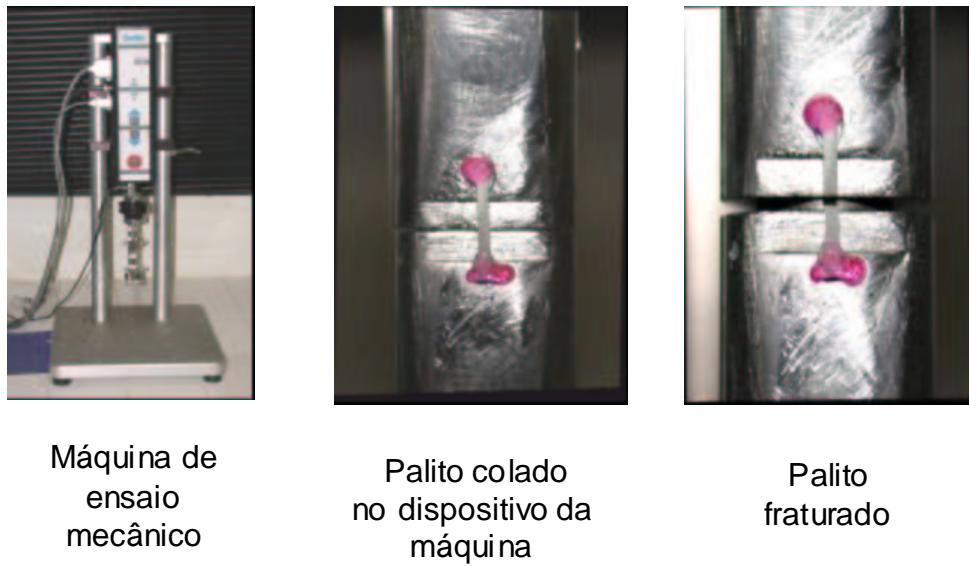
Dentro de cada grupo de estudo, o número total de palitos originados de um mesmo dente foi dividido em três subgrupos. No primeiro deles, os palitos não foram submetidos a qualquer condição de armazenagem e foram imediatamente levados à máquina de ensaios e testados. Esses palitos foram considerados como controle do experimento. Nos demais subgrupos, os palitos foram submetidos a uma das condições de armazenagem descritas abaixo, aplicadas previamente à realização do ensaio mecânico:

- Armazenagem em água destilada: os palitos foram mantidos imersos em água destilada a 37°C por um período de seis meses.
- Armazenagem em óleo mineral: os palitos foram mantidos imersos em óleo mineral por um período de seis meses.

Trinta e sete palitos se descolaram e não foram submetidos ao ensaio mecânico.

### *Ensaio mecânico*

Cada um dos palitos foi fixado por suas extremidades a um dispositivo próprio da máquina de ensaios com o auxílio de uma cola e uma carga de tração foi aplicada num plano perpendicular até a ruptura do palito. Após a fratura, os palitos foram removidos do dispositivo e as superfícies de ambos os fragmentos foram examinadas em microscópio óptico para que fosse determinado o local da fratura (ver Figura 2). A área (em cm<sup>2</sup>) de uma das superfícies foi mensurada com um paquímetro digital. A tensão de ruptura dos palitos foi determinada pela razão entre a carga registrada no momento da ruptura (dada em Kgf) e a área da superfície abrangida pelo plano de fratura. A seguir, esses valores de tensão foram convertidos para Mega Pascal (Mpa) que corresponde ao valor da resistência máxima à tração.



**Figura 2:** Esquema do ensaio mecânico

### **3. Descrição das Variáveis**

**Dente:** Indica o número do dente do qual o palito foi proveniente

**Adesivo-Condicionamento Ácido (Tratamento):** Tipo de adesivo e tempo de condicionamento ácido\*, em segundos, utilizados na união dentina/resina composta

- Single Bond-15 (SB15)
- Single Bond-30 (SB30)
- One Step-15 (OS15)
- One Step-30 (OS30)
- Clearfil (auto-condicionante) (CL)

\* Somente nos sistemas One Step e Single Bond

**Armazenagem:** Tipo de armazenagem à qual o palito foi submetido

- Controle
- Água
- Óleo

**Posição do palito:** Indica de qual parte do dente o palito foi produzido

- Periférica
- Central

**Fratura:** Local da fratura ocorrida no momento da tração

- Adesiva/Mista : quando a fratura ocorre na união da dentina/resina composta
  - Resina
  - Dentina

**RMT:** Resistência máxima à tração dada em Mega Pascal (MPa)

#### 4. Análise Descritiva

Dos palitos que foram submetidos ao ensaio mecânico, 91% apresentaram fratura adesiva/mista (ver Tabela A.1). As Tabelas A.2, A.3 e A.4 apresentam a distribuição de frequências dos palitos que apresentaram fratura na dentina, na resina e dos que descolaram antes do ensaio mecânico, respectivamente, em relação ao tipo de adesivo, condicionamento ácido, armazenagem e posição do palito. Os palitos que se

descolaram ou tiveram fratura na dentina ou resina eram provenientes tanto da região central quanto da periférica e não foram sempre submetidos a um mesmo adesivo e/ou tempo de condicionamento ácido. Notamos, no entanto, que todos os palitos que tiveram fratura na dentina tinham sido armazenados em óleo e dos que tiveram fratura na resina, nenhum foi armazenado em óleo. A partir da planilha de dados observamos que, quando a fratura ocorreu na resina ou na dentina, os valores da resistência máxima à tração foram maiores que os obtidos quando a fratura foi adesiva/mista e que nenhum tipo de fratura ou descolamento ocorreu sempre num mesmo dente.

As Tabelas A.5 e A.6 e o Gráfico B.1 apresentam as medidas descritivas da resistência máxima à tração apenas para a fratura do tipo adesiva/mista, visto que o objetivo principal é o estudo do efeito do tipo de adesivo/tempo de condicionamento ácido e tipo de armazenagem na resistência da união da dentina/resina composta.

Na Tabela A.5 estão os valores das medidas resumo (ver Bussab e Morettin, 2002) por dente da resistência máxima à tração segundo o tipo de adesivo, condicionamento ácido, armazenagem e posição do palito. Como não se controlou o número de palitos centrais e periféricos de cada dente a serem atribuídos a cada tipo de armazenagem, há vários dentes que não apresentam medida resumo na posição central. Salientamos que para o tratamento SB15/água só foi possível obter a medida resumo para um dente. Por esse motivo, a posição do palito não será levada em consideração nas futuras análises.

Por meio da Tabela A.6 e do Gráfico B.1, observamos que os valores da média, da mediana e do desvio padrão da resistência máxima à tração parecem ser menores quando a armazenagem é água, seja qual for o tipo de adesivo ou o tempo de condicionamento ácido utilizados. Além disso, sob o mesmo sistema adesivo (One Step ou Single Bond) observamos que quando o tempo de condicionamento ácido foi de 15 segundos, os valores da média e mediana da resistência máxima à tração foram maiores se comparados com os obtidos quando o tempo de condicionamento foi de 30 segundos, seja no controle ou nos dois tipos de armazenagem.

Comparando os valores de média e mediana da resistência máxima à tração dos sistemas adesivos Clearfil, Single Bond e One Step (considerando apenas o tempo de condicionamento ácido de 15 segundos nos dois últimos), observamos que o sistema

adesivo Clearfil apresentou os maiores valores de resistência máxima à tração no controle e quando a armazenagem foi água. Já, na armazenagem em óleo, os valores da média, mediana e desvio padrão são próximos para os três sistemas adesivos.

## 5. Análise Inferencial

Utilizando uma análise de variância com medidas repetidas com dois fatores (tratamento e armazenagem) e medidas repetidas na armazenagem (ver Winer, 1971) verificamos evidências de efeito de interação entre o tipo de armazenagem e o tratamento, ou seja, o efeito do tipo de armazenagem na média da resistência máxima à tração não é o mesmo em todos os tratamentos ( $p=0,065$ ) (ver Tabela A.7).

Para localizar possíveis diferenças entre as médias da resistência máxima à tração dos três tipos de armazenagem, sob cada tratamento, e entre os tratamentos SB15 e SB30, OS15 e OS30 e SB15, OS15 e CL, sob cada armazenagem, foram feitas comparações múltiplas utilizando o método de Bonferroni com um coeficiente de confiança global de 85% (ver Tabelas A.8 e A.9).

Verificamos que as médias da resistência máxima à tração foram estatisticamente diferentes nos seguintes casos:

### *Fixado o tipo de tratamento*

- Single Bond 15, Single Bond 30, One Step 15 e Clearfil: entre as armazenagens controle e água e entre óleo e água;
- One Step 30: entre as armazenagens óleo e água.

### *Fixado o tipo de Armazenagem*

- Controle: entre os tratamentos One Step 15 e One Step 30, entre Clearfil e Single Bond 15 e entre Clearfil e One Step 15;
- Água: entre os tratamentos Clearfil e Single Bond 15 e entre Clearfil e One Step 15;
- Óleo: entre os tratamentos Single Bond 15 e Single Bond 30 e entre One Step 15 e One Step 30.

## 6. Conclusões

O sistema adesivo Clearfil apresentou os maiores valores médios de resistência máxima à tração quando os dentes foram submetidos às armazenagens controle e água. Com relação ao tempo de condicionamento ácido, verificamos que, nos casos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, a média da resistência máxima à tração foi maior com 15 segundos. Os tratamentos Single Bond 15 e One Step 15 não foram diferentes quanto à média da resistência máxima à tração em nenhuma das armazenagens.

As médias da resistência máxima à tração obtidas no controle e no óleo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em nenhum dos tratamentos. As maiores médias ocorreram no controle e no óleo quando comparados com a água, com exceção do One Step 30 em que as médias não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre o controle e a água.

**Apêndice A**  
**Tabelas**

**Tabela A.1.** Distribuição de freqüências dos palitos por local da fratura

Local da fratura	Número de palitos	%
Dentina	19	7
Resina	5	2
<b>Adesiva Mista</b>	<b>230</b>	<b>91</b>
<b>Total</b>	<b>254</b>	<b>100</b>

\*37 palitos se descolaram antes do ensaio mecânico

**Tabela A.2.** Distribuição de freqüências dos palitos que sofreram fratura na dentina

Adesivo Condic. Ácido	Armazenagem	Posição do palito	
		Periférico	Central
Single Bond-15	Óleo	1	1
Clearfil	Óleo	2	1
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>

**Tabela A.3.** Distribuição de freqüências dos palitos que sofreram fratura na resina

Adesivo Condic. Ácido	Armazenagem	Posição do palito	
		Periférico	Central
Single Bond-15	Controle	1	0
	Água	0	1
Single Bond-30	Controle	1	1
	Água	0	1
One Step-15	Água	1	2
One Step-30	Água	0	2
Clearfil	Controle	3	2
	Água	3	1
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>10</b>

**Tabela A.4.** Distribuição de freqüências dos palitos que se descolaram antes do ensaio mecânico

Adesivo Condic. Ácido	Armazenagem	Posição do palito		Total
		Periférico	Central	
<b>Single Bond-15</b>	Controle	2	0	2
	Água	3	1	4
<b>Single Bond-30</b>	Controle	2	0	2
	Água	4	1	5
	Óleo	3	0	3
<b>One Step-15</b>	Controle	2	0	2
	Água	5	0	5
<b>One Step-30</b>	Controle	2	0	2
	Água	4	0	4
	Óleo	2	0	2
<b>Clearfil</b>	Controle	2	0	2
	Água	3	1	4
<b>Total</b>		34	3	37

**Tabela A.5.** Medidas resumo por dente da resistência máxima à tração para fratura adesiva/mista

Adesivo-Condicionamento	Dente	Controle				Água				Óleo			
		Periférico		Central		Periférico		Central		Periférico		Central	
		N. de palitos	Média										
Single Bond-15	3	3	31,48	0	-	3	24,41	0	-	3	41,32	0	-
	12	1	17,30	2	24,92	3	21,47	0	-	2	43,16	1	36,21
	14	3	25,83	2	44,78	1	29,02	1	18,91	2	48,60	2	39,80
	18	3	46,81	0	-	4	24,19	0	-	3	43,09	0	-
	22	2	35,98	1	40,71	2	19,81	1	16,96	1	48,80	2	51,57
Single Bond-30	4	2	23,04	1	36,13	2	17,34	1	18,01	3	17,88	1	22,23
	8	3	32,11	0	-	2	12,44	1	12,80	1	36,40	1	28,91
	15	3	37,77	1	21,82	3	10,10	0	-	3	22,79	0	-
	19	3	17,37	0	-	2	14,78	1	8,59	2	33,30	1	34,05
	25	0	-	3	19,22	2	20,94	1	17,14	4	40,45	0	-
One Step-15	1	1	26,74	2	25,29	3	18,25	0	-	1	36,47	1	39,66
	5	3	30,88	0	-	3	16,97	0	-	3	33,76	0	-
	9	3	40,43	1	28,79	3	13,21	0	-	3	44,02	0	-
	16	3	26,28	0	-	2	23,91	1	21,35	4	40,56	0	-
	20	2	35,22	1	24,61	3	23,56	0	-	2	44,15	1	52,20
One Step-30	2	2	11,88	0	-	2	11,72	2	17,69	3	27,63	0	-
	6	3	20,82	0	-	1	8,33	1	9,68	2	25,22	1	23,90
	10	3	14,62	2	32,11	3	14,27	0	-	3	19,88	0	-
	17	2	18,86	0	-	3	14,34	0	-	1	26,37	2	31,89
	23	2	19,41	1	15,32	1	13,04	1	15,21	3	27,55	0	-
Clearfil	7	2	40,67	2	43,11	3	36,34	0	-	3	41,04	0	-
	11	2	30,71	1	37,79	3	31,51	1	28,99	1	56,22	2	50,88
	13	2	42,17	1	60,01	3	34,01	0	-	2	39,01	0	-
	21	2	51,03	1	49,59	2	34,30	0	-	2	41,98	1	38,89
	24	1	45,08	1	47,53	1	25,51	2	27,38	3	43,34	1	33,97

**Tabela A.6.** Medidas descritivas da resistência máxima à tração dos dentes que sofreram fratura adesiva/mista

Adesivo Condic. Ácido	Armazenagem	N. de dentes	RMT(MPa)				
			Média	Mediana	Desv.Pad	Mínimo	Máximo
<b>Single Bond-15</b>	Controle	5	34,22	32,24	11,53	17,30	57,32
	Água	5	22,60	21,48	4,26	15,60	29,02
	Óleo	5	44,03	41,89	7,84	34,04	56,88
<b>Single Bond-30</b>	Controle	5	26,47	21,77	9,68	13,04	44,80
	Água	5	14,51	13,77	4,24	8,30	22,21
	Óleo	5	29,50	27,86	9,50	16,09	45,29
<b>One-Step-15</b>	Controle	5	30,87	30,25	7,99	16,64	43,51
	Água	5	19,01	18,74	4,83	11,56	28,65
	Óleo	5	40,81	39,01	6,11	31,30	52,20
<b>One-Step-30</b>	Controle	5	19,07	17,70	7,91	7,85	38,58
	Água	5	13,64	13,16	3,47	8,33	19,23
	Óleo	5	25,98	25,66	5,91	16,87	36,21
<b>Clearfil</b>	Controle	5	43,70	45,08	7,93	30,62	60,01
	Água	5	32,23	30,81	5,44	20,59	42,21
	Óleo	5	43,06	41,68	6,43	33,87	56,22

**Tabela A.7.** Níveis descritivos obtidos na análise de variância com medidas repetidas.

Fonte de Variação	Nível descritivo
Tratamento	<0,001
Armazenagem	<0,001
Tratamento x Armazenagem	0,065

**Tabela A.8.** Intervalos de confiança para a diferença entre as médias da resistência máxima à tração dos três tipos de armazenagem.

Armazenagens	Diferença entre tratamentos	Diferença Média (MPa)	Intervalo de Confiança (85%)	
			Limite Inferior	Limite Superior
<b>Controle</b>	SB15 - SB30	7,75	-1,08	16,58
	OS15 - OS30	11,80*	2,97	20,63
	SB15 - OS15	3,35	-5,48	12,18
	CL - SB15	9,48*	0,65	18,31
	CL - OS15	12,83*	4,00	21,66
<b>Água</b>	SB15 - SB30	8,09	-0,74	16,92
	OS15 - OS30	5,37	-3,46	14,20
	SB15 - OS15	3,59	-5,24	12,42
	CL - SB15	9,63*	0,80	18,43
	CL - OS15	13,22*	4,39	22,05
<b>Óleo</b>	SB15 - SB30	14,98*	6,15	23,81
	OS15 - OS30	14,83*	6,00	23,66
	SB15 - OS15	3,22	-5,61	12,05
	CL - SB15	-0,97	-9,80	7,86
	CL - OS15	2,25	-6,58	11,08

(\*) Diferenças estatisticamente significantes

**Tabela A.9.** Intervalos de confiança para a diferença entre as médias da resistência máxima à tração dos tratamentos.

Tratamento	Diferença entre armazenagens	Diferença Média (MPa)	Intervalo de Confiança (85%)	
			Limite Inferior	Limite Superior
<b>Single Bond-15</b>	Controle-Água	11,62*	1,30	21,94
	Óleo-Controle	9,81	-0,51	20,13
	Óleo-Água	21,43*	11,11	31,75
<b>Single Bond-30</b>	Controle-Água	11,96*	1,64	22,28
	Óleo-Controle	3,03	-7,29	13,35
	Óleo-Água	14,99*	4,67	25,31
<b>One Step-15</b>	Controle-Água	11,86*	1,54	22,18
	Óleo-Controle	9,94	-0,38	20,26
	Óleo-Água	21,80*	11,48	32,12
<b>One Step-30</b>	Controle-Água	5,43	-4,89	15,75
	Óleo-Controle	6,91	-3,41	17,23
	Óleo-Água	12,34*	2,02	22,66
<b>Clearfil</b>	Controle-Água	11,47*	1,15	21,79
	Óleo-Controle	-0,64	-10,96	9,68
	Óleo-Água	10,83*	0,51	21,15

(\*) Diferenças estatisticamente significantes

**Apêndice B  
Gráficos**

**Gráfico B.1.** Médias e erros padrão dos valores da resistência máxima à tração para fratura adesiva/mista.

