

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR Júnia Ribeiro de  
Brito E APROVADA  
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 31.10.7.2003  
benedito Zucaglia  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Júnia Ribeiro de Brito

**Análise da Contração Linear de Polimerização  
de Resinas Compostas Fotopolimerizáveis**

Campinas, 2003

Júnia Ribeiro de Brito

# **Análise da Contração Linear de Polimerização de Resinas Compostas Fotopolimerizáveis**

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada ao curso de mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia

Campinas,  
2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

B777a Brito, Júnia Ribeiro de  
Análise da contração linear de polimerização de  
resinas compostas fotopolimerizáveis / Júnia Ribeiro de  
Brito. --Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia.  
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Resinas compostas. 2. Polimerização. 3.  
Medidores de tensão. I. Zavaglia, Cecília Amélia de  
Carvalho. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Analysis of linear shrinkage of photo-activated composite  
resins

Palavras-chave em Inglês: Composite resins, Polymerization, Meters

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Mestrado em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Mário Fernando de Góes, Célia Marina de Alvarenga Freire

Data da defesa: 31/07/2003

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO**

**Análise da Contração Linear de  
Polimerização de Resinas Compostas  
Fotopolimerizáveis**

Autora: Júnia Ribeiro de Brito

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia



---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia, Presidente**

**Instituição : Universidade Estadual de Campinas**



---

**Prof. Dr. Mário Fernando de Góes**

**Instituição : Universidade Estadual de Campinas**



---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Célia Marina de Alvarenga Freire**

**Instituição : Universidade Estadual de Campinas**

Campinas, 31 de julho de 2003

## **Dedicatória**

Ao meu pai João Luz de Brito (*in memoriam*). Suas palavras de incentivo e otimismo, até quase o final deste trabalho, foram fundamentais para que eu vencesse mais essa etapa da vida. Homem fiel e temente a Deus, foi e sempre será um exemplo de coragem, fé, determinação e dignidade. Ao meu pai, a minha homenagem.

## Agradecimentos

À Prof<sup>ª</sup>. Dra<sup>a</sup>. Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia, minha orientadora, pelo apoio, oportunidade, incentivo e amizade durante a execução deste trabalho.

Ao meu marido, engenheiro Flávio, pelo apoio, incentivo, dedicação e pelos conhecimentos que ele me transmitiu durante essa fase.

À minha mãe Maria Aparecida, minha irmã Susana, meu cunhado Edson e meus sobrinhos Marcos, Raquel e Ana Marta, pelo apoio e carinho neste período.

Ao engenheiro elétrico Sérgio Francisco Dela Antonio, chefe do laboratório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP, pelo apoio técnico para realização dos ensaios.

Ao Prof. Dr. Mário Fernando de Góes, pelo incentivo para a elaboração deste trabalho.

Ao Dr. Raul Ernesto Lopez Palacio, químico e pesquisador, responsável pela elaboração da resina composta experimental.

À amiga Emília Tieko Uzumaki, pelo apoio durante a execução do trabalho. Aos colegas Alberto Sérgio Ceroni Filho, Vanessa Petrilli Bavaresco, ao secretário José Daniel Pisoni Cedro e à Claudinete Vieira Leal, técnica da Microscopia Eletrônica de Varredura, pelo apoio e colaboração.

A todos os professores, técnicos e colegas do Departamento de Engenharia de Materiais, pela colaboração durante todas as etapas do trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Acima de tudo, a DEUS, por todas as oportunidades que a vida oferece.

## Resumo

BRITO, Júnia Ribeiro de, *Análise da Contração Linear de Polimerização de Resinas Compostas Fotopolimerizáveis*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003, 70 p. Dissertação (Mestrado)

A resina composta fotopolimerizável é amplamente utilizada como material dental restaurador tanto em dentes anteriores como em dentes posteriores. Porém, como todo material polimérico, a resina composta também sofre contração devido a sua reação de polimerização. A contração de polimerização das resinas compostas dentais tem sido relatada como causa das falhas na interface dente-restauração, resultando em microinfiltrações de bactérias, com conseqüências negativas para o dente restaurado. O objetivo deste estudo é analisar a contração linear de polimerização de duas resinas compostas fotopolimerizáveis, uma experimental e outra comercial. A experimental foi desenvolvida por Palácio (2003) no DEMA/FEM/UNICAMP. A resina composta comercial é a Z-250/3M. A mudança dimensional que ocorreu durante e após a fotopolimerização foi monitorada durante 5 minutos a partir do instante em que a luz foi ligada. Na metodologia utilizada, os valores da contração linear de polimerização das referidas resinas compostas foram quantificados através da utilização de extensômetros elétricos.

*Palavras Chave:* Contração linear, Extensômetro Elétrico, Polimerização, Resina Composta.

## **Abstract**

BRITO, Júnia Ribeiro de, *Analysis of Linear Shrinkage of Photo-Activated Composite Resins*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003, 70 p. Dissertação (Mestrado)

The composite resin is widely used as a material for the restoration of anterior and posterior teeth. However, like any other polymeric material, the composite resin also presents shrinkage due to its polymerization reaction. The polymerization shrinkage of dental composite resins has been reported to cause a marginal gap between the cavity wall and the restoration, resulting in bacterial microleakage, with negative consequence for the tooth. The main goal of this study is to analyse the linear shrinkage of two photo-activated dental composite resins. An experimental one, developed by Palacio (2003), and other commercial (Z-250/3M). The measuring time of linear shrinkage was 5 minutes from the start of photo-activation. The dimensional changes which develop during and after the curing of composite resins, were measured by electrical resistance strain gages.

*Key words:* Composite Resins, Linear Shrinkage, Polymerization, Strain Gages.

## Lista de figuras

|                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1. Estrutura do dente (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995).....                                                                                                                                                           | 4  |
| Figura 2.2. Fotomicrografia do esmalte dental condicionado com ácido fosfórico a 35%,<br>obtida por MEV, com aumento de 3000X.....                                                                                         | 5  |
| Figura 2.3. Fotomicrografias da dentina condicionada com ácido fosfórico a 35%,<br>obtida por MEV: (a) aumento de 1000X; e (b) aumento de 4000X.....                                                                       | 6  |
| Figura 2.4. Bis-GMA (Resina de Bowen) .....                                                                                                                                                                                | 8  |
| Figura 2.5. Molécula de HEMA. ....                                                                                                                                                                                         | 16 |
| Figura 3.1. Fotomicrografia de uma amostra fotopolimerizada do material Z-250/3M,<br>realizada por MEV, permitindo visualizar o tamanho e a forma das partículas<br>de carga, obtida no Laboratório de MEV – UNICAMP. .... | 24 |
| Figura 3.2. Fotomicrografia de uma amostra fotopolimerizada do material experimental<br>realizada por MEV. ....                                                                                                            | 25 |
| Figura 3.3. Resistência à compressão da resina Z-250/3M e da resina experimental. ....                                                                                                                                     | 26 |
| Figura 3.4. Resistência à flexão da resina Z-250/3M e da resina experimental. ....                                                                                                                                         | 27 |
| Figura 3.5 Módulo de flexão da resina Z-250/3M e da resina experimental . ....                                                                                                                                             | 27 |

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.6. Fotografia de extensômetro elétrico (“strain gage”).                                                       | 28 |
| Figura 3.7. Fotopolimerização com luz visível.                                                                         | 29 |
| Figura 3.8. Fotografia do voltímetro e condicionador de sinais modelo 2300<br>(Vishay Instruments).                    | 30 |
| Figura 3.9. Ponte de Wheatstone                                                                                        | 30 |
| Figura 3.10. Fotografia dos equipamentos do IPT/USP necessários para obtenção<br>dos resultados (Laboratório IPT/USP). | 31 |
| Figura 3.11. Fotografia dos equipamentos utilizados na FOP/UNICAMP                                                     | 32 |
| Figura 3.12. Fotografia do amplificador modelo 2100 (Vishay Instruments),<br>utilizado na FOP/UNICAMP.                 | 33 |
| Figura 3.13. Pontos de solda.                                                                                          | 33 |
| Figura 3.14. Fotografia do amplificador e do voltímetro.                                                               | 34 |
| Figura 4.1. Contração linear da resina Z-250/3M (ensaios realizados na<br>FOP/UNICAMP).                                | 39 |
| Figura 4.2. Contração linear da resina experimental (ensaios realizados na<br>FOP/UNICAMP).                            | 39 |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4.3. Contração linear das resinas compostas avaliadas (ensaios realizados na FOP/UNICAMP).....                     | 40 |
| Figura 4.4. Valores médios da contração linear das resinas compostas avaliadas (ensaios realizados na FOP/UNICAMP).....   | 40 |
| Figura 4.5. Contração linear da resina Z250/3M (ensaios realizados no IPT/USP). ....                                      | 41 |
| Figura 4.6. Contração linear da resina experimental (ensaios realizados no IPT/USP). ....                                 | 42 |
| Figura 4.7. Contração linear das duas resinas compostas avaliadas (ensaios realizados no IPT/USP). ....                   | 42 |
| Figura 4.8. Valores médios da contração linear das duas resinas compostas avaliadas (ensaios realizados no IPT/USP). .... | 43 |

## Lista de tabelas

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 3.1. Propriedades físico-mecânicas da resina composta experimental<br>(PALACIO, 2003). .....                                                                | 25 |
| Tabela 3.2. Composição das resinas compostas avaliadas. ....                                                                                                       | 26 |
| Tabela 3.3. Modo, intensidade e tempo de fotopolimerização. ....                                                                                                   | 35 |
| Tabela 4.1. Valores da contração linear lidos no voltímetro, após 40 e 300s, nas amostras<br>do Z-250/3M (FOP/UNICAMP) .....                                       | 37 |
| Tabela 4.2. Valores da contração linear lidos no voltímetro, após 40 e 300s, nas amostras<br>do compósito experimental nos ensaios realizados na FOP/UNICAMP. .... | 37 |
| Tabela 4.3. Média e desvio padrão das amostras dos compósitos avaliados, em função do<br>tempo de polimerização, nos ensaios realizados na FOP/UNICAMP.....        | 38 |

## Nomenclaturas

### Abreviações

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| $\mu\text{g}$      | - micrograma                      |
| $\mu\text{m}$      | - micrômetro                      |
| $\mu\text{Strain}$ | - microstrain                     |
| Bis-GMA            | - Bisfenol glicidil metacrilato   |
| $\text{cm}^2$      | - centímetro quadrado             |
| $\text{cm}^3$      | - centímetro cúbico               |
| DMTTG              | - Dimetacrilato trietileno glicol |
| GPa                | - Giga Pascal                     |
| HEMA               | - 2-hidroxietil metacrilato       |
| Hz                 | - hertz                           |
| mm                 | - milímetro                       |
| MPa                | - Mega Pascal                     |
| Mv                 | - milivolt                        |
| mW                 | - miliwatts                       |
| $^{\circ}\text{C}$ | - Graus Celsius (centígrados).    |
| s                  | - segundos                        |
| TEGDMA             | - Trietilenoglicol dimetacrilato  |
| UDMA               | - Uretano dimetacrilato           |
| Vdc                | - tensão contínua                 |

## **Siglas**

|         |                                                                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------|
| 3M      | - Minnesota, Mining and Manufacturing.                               |
| DEMA    | - Departamento de Engenharia de Materiais.                           |
| FEM     | - Faculdade de Engenharia Mecânica.                                  |
| FOP     | - Faculdade de Odontologia de Piracicaba.                            |
| IPT     | - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.                               |
| ISO     | - International Organization for Standardization.                    |
| MEV     | - Microscopia Eletrônica de Varredura.                               |
| UNICAMP | - Universidade Estadual de Campinas.                                 |
| USP     | - Universidade de São Paulo                                          |
| Z-250   | - Nome comercial de compósito dental fotoativado, fabricado pela 3M. |

# Sumário

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

|      |                  |   |
|------|------------------|---|
| 1.1. | Introdução ..... | 1 |
| 1.2. | Objetivo .....   | 2 |

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

|          |                                                                  |    |
|----------|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.     | Estrutura do Dente .....                                         | 3  |
| 2.1.1.   | Esmalte .....                                                    | 4  |
| 2.1.2.   | Dentina .....                                                    | 5  |
| 2.1.3.   | Causas da Perda da Estrutura Dental .....                        | 6  |
| 2.2.     | Polímeros na Odontologia .....                                   | 7  |
| 2.3.     | Resinas Compostas .....                                          | 9  |
| 2.3.1.   | Composição das Resinas Compostas Fotopolimerizáveis .....        | 11 |
| 2.3.1.1. | Matriz de Resina .....                                           | 11 |
| 2.3.1.2. | Carga Inorgânica .....                                           | 12 |
| 2.4.     | Adesão .....                                                     | 14 |
| 2.5.     | Contração de Polimerização .....                                 | 17 |
| 2.6.     | Métodos utilizados para medir a contração de polimerização ..... | 21 |

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Materiais .....                                      | 23 |
| 3.1.1. Filtek <sup>TM</sup> Z -250/3M .....               | 23 |
| 3.1.2. Resina Composta Experimental .....                 | 24 |
| 3.2. Equipamentos utilizados na metodologia aplicada..... | 28 |
| 3.2.1. Extensômetros Elétricos .....                      | 28 |
| 3.2.2. Condicionador de Sinais.....                       | 29 |
| 3.2.3. Ponte de Wheatstone .....                          | 30 |
| 3.2.4. Sistema de Aquisição de Dados.....                 | 31 |
| 3.3. Metodologia Aplicada .....                           | 32 |

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 4.1. Resultados do Primeiro Experimento ..... | 36 |
| 4.2. Resultados do Segundo Experimento .....  | 41 |

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 5.1. Conclusões.....                        | 44 |
| 5.2. Sugestões para trabalhos futuros ..... | 45 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 46 |
|----------------------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| ANEXOS ..... | 53 |
|--------------|----|

# **Capítulo 1**

## **Introdução**

### **1.1. Introdução**

Durante muitos anos o amálgama dental foi o material de escolha dos dentistas para restaurações de dentes posteriores devido a sua grande resistência e durabilidade. Mas por ser um material não adesivo, há necessidade de remoção de tecido sadio com a finalidade de promover maior retenção da restauração final. Porém, as exigências quanto à estética, prevenção e biocompatibilidade criaram novas necessidades.

Hoje através da Odontologia conservadora associada ao desenvolvimento das resinas compostas, novas técnicas e novos instrumentos, foi possível eliminar-se a execução de preparos extensos nas cavidades com perda de estrutura dental. A Odontologia adesiva significou uma mudança conceitual em termos de preparos cavitários, com maior preservação da estrutura dental sadia. O substrato dentário remanescente é valorizado não se considerando apenas a questão biológica, mas também a questão mecânica da qual depende a funcionalidade do dente. Entretanto a adesão às estruturas dentárias apresenta complexidades decorrentes da presença de tecidos com diferentes constituições minerais e estruturais. Diante disso um dos grandes objetivos da Odontologia restauradora, através de pesquisadores da área, tem sido encontrar um material ideal que apresente adesão às estruturas dentárias.

As resinas compostas são empregadas tanto em dentes anteriores como posteriores. Nos últimos anos este material tem sofrido uma grande evolução no que diz respeito à estética, resistência ao desgaste, resistência à compressão e outras propriedades físicas. São materiais que permitem a reconstituição da forma dentária perdida, com exatidão e

detalhes, reforçando a estrutura dental e fazendo com que o dente restaurado volte a se situar próximo ao dente hígido.

Mas como todo material polimérico, a resina composta também sofre contração devido a sua reação de polimerização, podendo resultar em falhas na interface dente-restauração, com conseqüências negativas para o dente restaurado. Sendo assim, a contração de polimerização ainda representa um fator de insucesso em restaurações diretas de resina composta. Este aspecto crítico da Odontologia adesiva tem sido reduzido com o melhoramento do material, sendo que o controle desta contração também pode ser feito através de métodos de fotoativação e técnicas que promovam melhor adaptação marginal da restauração.

## **1.2. Objetivo**

Sendo a contração de polimerização uma característica da resina composta que atrapalha seu desempenho, o objetivo deste trabalho é analisar a contração linear de polimerização de duas resinas compostas fotopolimerizáveis. Uma é a resina composta experimental fotoativada desenvolvida por PALACIO (2003), no DEMA/FEM/UNICAMP. A outra é um produto comercial (Z-250/3M). Na metodologia utilizada, os valores da contração linear de polimerização foram obtidos com a utilização de extensômetros elétricos.

## **Capítulo 2**

### **Revisão da Literatura**

A ciência dos materiais dentários deve incluir o conhecimento de algumas considerações biológicas associadas ao emprego dos biomateriais destinados à cavidade bucal, para assegurar que a saúde dos tecidos bucais seja preservada ou restaurada.

Com o atual sucesso das restaurações em resina composta fotopolimerizável, a durabilidade destas está diretamente relacionada à combinação do conhecimento da sua composição e propriedades físico-químico-mecânicas, associada à técnica de inserção do material na cavidade dental e à correta utilização da fotoativação. Desse modo, a união entre o material restaurador e o remanescente dental resultará na formação de uma estrutura com as características biomecânicas e estéticas do dente íntegro.

#### **2.1. Estrutura do Dente**

Cada dente é formado por uma coroa e uma ou mais raízes dentro do osso (Fig. 2.1). São formados por uma porção calcificada, esmalte e dentina e, uma porção não calcificada, a polpa. O dente tem uma cavidade central, denominada cavidade pulpar, cuja forma é semelhante à do próprio dente. Dentro das raízes esta cavidade é alongada e termina por um orifício chamado forame apical, pelo qual passam os nervos e vasos sanguíneos. A polpa, um tecido ricamente innervado e vascularizado, é a porção do dente que ocupa a cavidade pulpar. Circundando a polpa e separando-a da dentina, observam-se grandes células colunares, os odontoblastos. Envolvendo as raízes existe uma estrutura fibrosa denominada ligamento periodontal, que fixa a raiz ao seu alvéolo. O cemento, a membrana periodontal e o osso alveolar são as estruturas responsáveis pela fixação dos dentes na maxila e na mandíbula (JUNQUEIRA & CARNEIRO,1995).

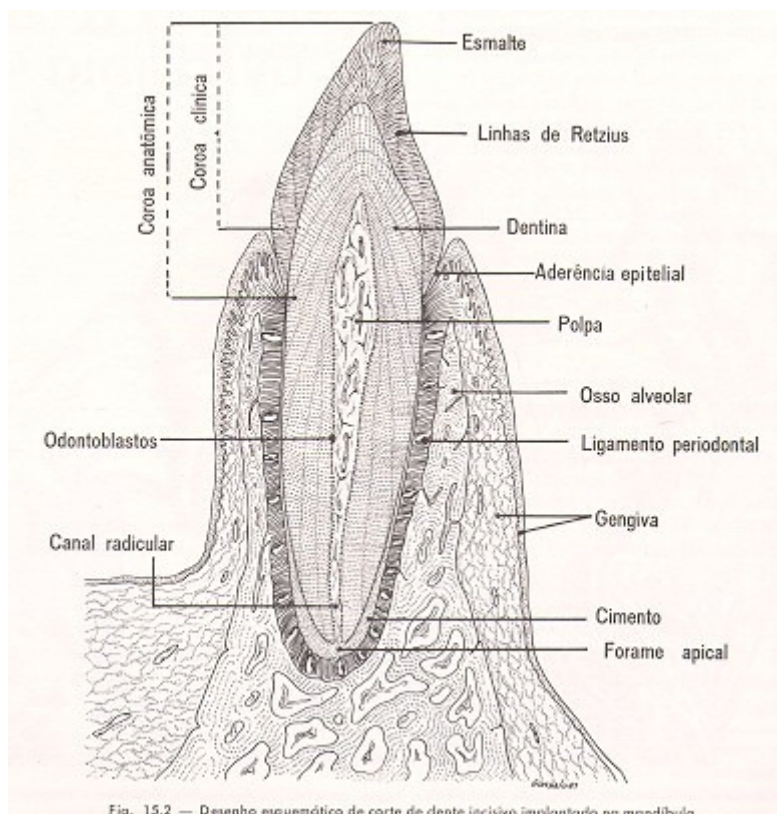


Figura 2.1. Estrutura do Dente (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995)

### 2.1.1. Esmalte

O esmalte é o tecido calcificado mais duro do organismo humano. Forma uma capa protetora resistente, tornando o dente adequado para mastigação. O esmalte consiste principalmente de material inorgânico, tendo aproximadamente 96% de seu volume total ocupado por cristais de hidroxiapatita densamente contidos e somente 4% de água e substância orgânica, aparecendo esta como uma fina rede entre os cristais. Apresenta estrutura basicamente prismática (Fig 2.2). Os prismas do esmalte têm um aspecto cristalino claro, permitindo que a luz passe através deles. Durante muito tempo foi considerado impermeável. Hoje se sabe que esse é um tecido metabolicamente ativo, fazendo trocas iônicas com o meio bucal através de microporos (BHASKAR,1989; JUNQUEIRA & CARNEIRO,1995).

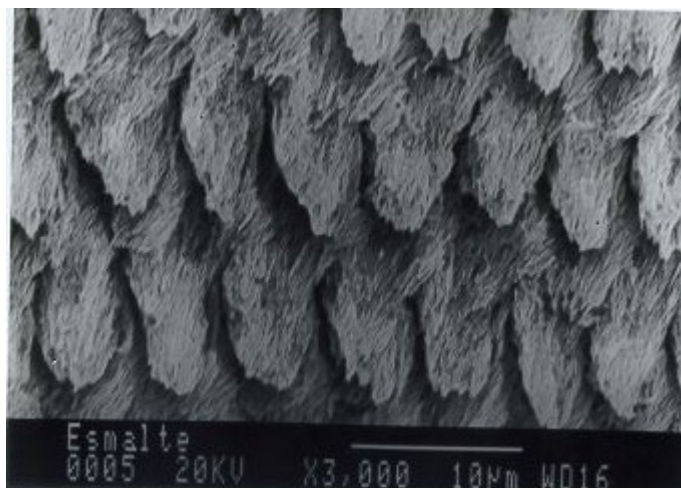


Figura 2.2. Fotomicrografia do esmalte dental condicionado com ácido fosfórico a 35%, obtida por MEV, com aumento de 3000X.

### 2.1.2. Dentina

A dentina consiste de 30% de matéria orgânica e 70% de material inorgânico. Como no osso, cimento e esmalte o componente inorgânico principal consiste de hidroxiapatita. Também contém pequenas quantidades de fosfatos, carbonatos e sulfatos. O seu conteúdo orgânico é constituído por fibrilas colágenas e mucopolissacarídeos. Contém em seus microtúbulos células semelhantes aos osteoblastos. Estas células, os odontoblastos, revestem a superfície interna da dentina, separando a dentina da cavidade pulpar. A dentina constitui a massa principal do dente e lhe dá a forma geral. Forma-se um pouco antes do esmalte, determinando a forma da coroa dentária, o número e tamanho das raízes dos dentes. Apresenta estrutura tubular. É um tecido naturalmente úmido, o qual é penetrado por uma densa rede de canais denominados túbulos dentinários (Fig. 2.3). Estes túbulos apresentam número e tamanho variáveis. Na dentina profunda existe maior quantidade de túbulos por unidade de área do que na dentina superficial (BHASKAR, 1982; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995).

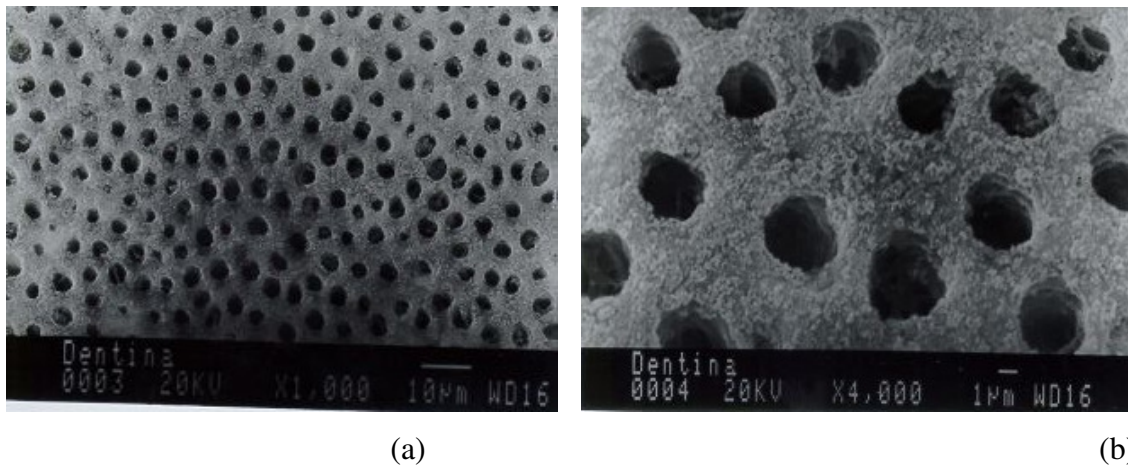


Figura 2.3. Fotomicrografia da dentina condicionada com ácido fosfórico a 35%, obtida por MEV: (a) aumento de 1000X; (b) aumento de 4000X.

### 2.1.3. Causas da Perda da Estrutura Dental

Uma das causas da perda da estrutura dental é a cárie. Este é um dos mais graves problemas que acometem o ser humano. Tem origem multifatorial, fortemente influenciada pelos carboidratos da dieta, pela ação dos componentes salivares e microorganismos. Manifesta-se clinicamente através de perdas minerais localizadas (BARATIERI et al, 2001).

Os traumas causados por acidentes são outro fator de perda de estrutura dental. As fraturas coronárias atingem prioritariamente crianças em fase escolar, predispostas ao traumatismo dentário devido a algumas características peculiares à idade, entre outras, a protusão fisiológica dos incisivos centrais superiores por ocasião da erupção dos caninos permanentes.

Outro causa é a erosão dental, que é um processo de descalcificação que se manifesta lentamente, destruindo os tecidos duros da coroa dos dentes. Pode ser causada por ácidos de origem interna ou externa ao corpo humano. A erosão extrínseca, associada a fatores externos,

pode ser de origem industrial ou alimentar, entre outras. A erosão intrínseca é causada pela acidez estomacal em pacientes com transtornos alimentares que regurgitam com frequência, por exemplo, pacientes com anorexia nervosa ou bulimia (LAZARCHICK & FILLER, 1997).

## **2.2. Polímeros na Odontologia**

Polímero é uma macromolécula constituída de unidades repetitivas covalentemente ligadas. É constituído por um grande número de moléculas unitárias conhecidas como monômeros. Polimerização é a reação pela qual polímeros são obtidos e o grau de polimerização pode ser definido como o número de unidades repetidas, ou meros, que formam uma cadeia polimérica. De forma geral existem polímeros naturais orgânicos (borracha natural, algodão, madeira, polissacarídeos, etc.), polímeros naturais inorgânicos (diamante, sílica, etc.), sintéticos orgânicos (polietileno, poli(metacrilato de metila), nylon, etc.) e os sintéticos inorgânicos, como por exemplo os polisiloxanos (DUEK, MALMONGE & ZAVAGLIA, 1996).

A partir da primeira metade do século XX muitos objetos utilizados pelo ser humano passaram a apresentar uma ou algumas partes construídas com algum tipo de plástico. A primeira hipótese sobre a existência de macromoléculas surgiu em 1877. Na década de 30 e principalmente nos anos que antecederam a II Guerra Mundial, houve um rápido desenvolvimento de muitos plásticos de importância industrial. Após a guerra observou-se um desenvolvimento acelerado dos materiais poliméricos.

Os plásticos sintéticos, compostos não metálicos, têm grande influência na vida moderna. Eles estão presentes em todas as áreas da vida do ser humano, seja como material de uso doméstico ou utilizados na área industrial e, atualmente, são empregados como biomateriais na Medicina e na Odontologia. Esses materiais, por serem compostos de polímeros ou moléculas complexas de alto peso molecular, apresentam algumas

semelhanças químicas. A forma e a morfologia da molécula determinam se o plástico é uma fibra, um produto borrachóide ou uma resina (PHILLIPS, 1984).

Os primeiros polímeros utilizados com sucesso na Odontologia foram os acrílicos, em 1937, após seis anos de sua descoberta. A fórmula mais simples do acrílico é o poli (metil metacrilato), formado pela polimerização de pequenas moléculas de metil metacrilato. Nesse processo de polimerização ocorre uma aproximação das moléculas, resultando em uma contração da resina de 21% (PHILLIPS, 1984).

Com o avanço na ciência dos polímeros e com a evolução tecnológica na formulação das resinas, estas passaram a ser usadas em larga escala nas restaurações dentárias, sendo isto de impacto significativo na prática odontológica. As resinas sintéticas dentárias foram desenvolvidas para esse fim devido principalmente às suas propriedades estéticas. A restauração direta dos dentes com resina foi possível devido ao desenvolvimento do acrílico auto-curado no final dos anos 40. A combinação de monômero e polímero resultou em um gel que, inserido na cavidade preparada, se polimerizava. Porém, como apresentavam propriedades físico-mecânicas deficientes, tiveram seu uso limitado (PHILLIPS, 1984).

Bowen, em 1962, desenvolveu um polímero reforçado com sílica, tendo assim transformado as resinas acrílicas usadas em restaurações diretas nas décadas de 40-50, em resinas compostas. O monômero de dimetacrilato desenvolvido por Bowen. (Fig. 2.4), comumente conhecido por Bis-GMA, é obtido pela reação do éter diglicídico de bisfenol-A com o ácido metacrílico (FIG. 2.4).

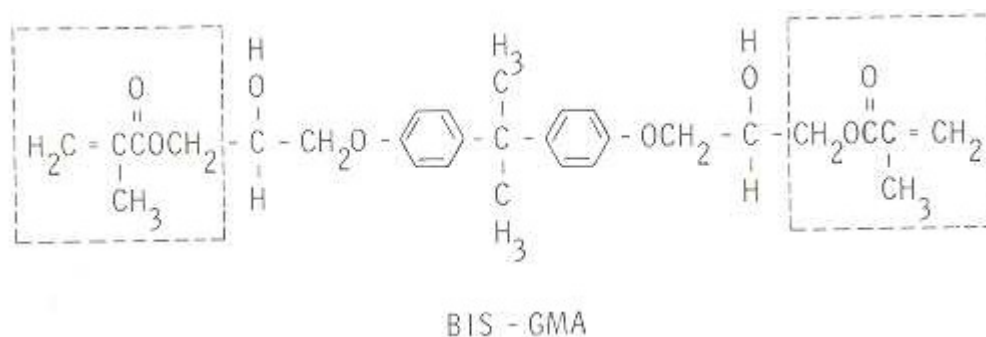


Figura 2.4. Bis-GMA (Resina de Bowen).

Os monômeros de metilmetacrilatos e dimetilmetacrilatos polimerizam por uma reação de adição, iniciada por radicais livres. Estes radicais livres podem ser gerados por ativação de energia externa. Neste tipo de polimerização a estrutura do monômero é repetida muitas vezes no polímero. Este método de polimerização é dependente da formação de radicais livres. Radical livre é um composto com um elétron sem par. Este elétron sem par se torna muito reativo, tornando-se o próprio monômero um radical livre (COMBE, BURKE & DOUGLAS, 1999).

A reação de polimerização ocorre em quatro estágios: ativação, iniciação, propagação e terminação. A iniciação é o período durante o qual as moléculas do iniciador se tornam ativadas, iniciando a transferência de suas energias para o monômero. O iniciador mais comumente utilizado para gerar radicais livres é o peróxido de benzoíla. No caso das resinas compostas um sistema de luz visível é utilizado para iniciar a formação de radicais livres (PHILLIPS, 1984).

### **2.3. Resinas Compostas**

Desde os anos 60 as resinas compostas são utilizadas como restauradores de dentes anteriores. A habilidade que as resinas compostas possuem em aderir aos tecidos dentários, assim como a falta de mercúrio na sua formulação, fez deste material uma alternativa para o uso do amálgama nos dentes posteriores. Inicialmente não eram bastante resistentes para suportar a compressão e o desgaste gerado pelos dentes posteriores. Esses materiais eram restritos aos dentes anteriores. Mas como hoje se apresentam significativamente melhoradas, têm seu uso indicado tanto para dentes anteriores como posteriores.

Atualmente, além de serem utilizadas para substituir tecidos cariados, reconstruir dentes fraturados e restaurar defeitos erosivos na região cervical de dentes, as resinas compostas são também utilizadas para alterar forma, cor e comprimento de dentes, assim como para fechar diastemas. De fácil manipulação, tem no seu resultado estético uma das

suas grandes vantagens. A resina composta é um material restaurador, geralmente na forma de pasta, contendo algum tipo de carga, a qual está envolta por uma matriz de resina, incorporados a um sistema que induza à polimerização.

### **2.3.1. Composição das Resinas Compostas Fotopolimerizáveis**

Atualmente a formulação básica das resinas compostas inclui os seguintes componentes principais: a matriz de resina, uma carga de partículas inorgânicas, agente de união e aditivos. Para promover a adesão entre a carga inorgânica e a matriz de resina, é incorporado um agente de união (silano). Em pequenas concentrações, além do monômero, outros aditivos são misturados à matriz de resina. Esses componentes incluem um sistema ativador-iniciador, um inibidor, pigmentos e opacificadores (ANUSAVICE, 1998).

#### **2.3.1.1. Matriz de Resina**

O Bis-GMA, o UEDMA e o TEGDMA são os dimetacrilatos mais comumente utilizados como matriz nas resinas compostas. O alto peso molecular do Bis-GMA faz com que a resina seja altamente viscosa. Para se produzir uma consistência de pasta contendo uma grande quantidade de carga, é necessária a utilização de um diluente. Os diluentes podem ser monômeros de metacrilato, porém, são geralmente empregados monômeros de dimetacrilato, como o TEGDMA. Este apresenta baixo peso molecular e conseqüentemente apresenta baixa viscosidade, permitindo maior incorporação de carga do que o sistema Bis-GMA sozinho. Aumentando-se a quantidade de monômeros diluentes, diminui-se a viscosidade dos compósitos, mas isso aumenta a contração de polimerização (COMBE, BURKE & DOUGLAS, 1999).

Quando se incorpora carga à matriz de resina, as propriedades desta matriz são melhoradas se as cargas forem bem unidas a ela. Portanto o emprego de um agente de união é muito importante para o sucesso de uma resina composta. Podem ser empregados titanatos, zirconatos e organosilanos. O mais comumente utilizado é o silano (PHILLIPS, 1984).

A diferença de propriedades físicas e químicas entre os produtos comerciais é determinada pela utilização de diferentes misturas de monômeros pelos fabricantes.

Pesquisadores da área têm desenvolvido formulações contendo componentes diferentes, na expectativa de diminuir a contração de polimerização (PALACIO, 2003).

### **2.3.1.2. Carga Inorgânica**

A incorporação de carga à resina diminui a contração de polimerização. As partículas de carga, obtidas a partir da moagem de quartzo ou vidros, apresentam grãos variando entre 0,1 a 100  $\mu\text{m}$ . As micropartículas, como são comumente denominadas as partículas de sílica de tamanho coloidal, apresentam tamanho de aproximadamente 0,04  $\mu\text{m}$  (ANUSAVICE, 1998).

A resistência ao desgaste de muitas resinas compostas utilizadas atualmente se aproxima à do esmalte dental. Para se obter esta propriedade física, é necessário aumentar a porcentagem das partículas de carga. Quanto maior a quantidade de carga, maior a resistência à compressão. Quanto menor a partícula de carga, maior é a resistência ao desgaste.

As resinas compostas são comumente classificadas com base no tamanho médio de suas partículas de carga. Partículas de carga geralmente constituem 30 a 70% em volume ou de 50 a 85% de peso de uma resina composta. Os produtos comerciais mais recentes usam partículas de carga de tamanho médio entre 0,6 e 1,0  $\mu\text{m}$  (ANUSAVICE, 1998).

A evolução das resinas compostas até a década de 90 se deu em sua fase inorgânica, uma vez que a fase orgânica à base de Bis-GMA, conhecida como resina de Bowen, continuou a mesma. De acordo com o tipo das partículas da sua carga inorgânica, as resinas compostas podem ser classificadas como de macropartículas, micropartículas ou híbridas.

As resinas compostas com macropartículas apresentam em sua matriz inorgânica partículas de quartzo, sílica, silicato duplo de alumínio e lítio, com tamanho variando de 1 a 40  $\mu\text{m}$ , contendo 78% em peso e 55% em volume de partículas de carga. Apresentam

como desvantagens porosidade superficial após polimento e acabamento. Devido à grande quantidade de carga orgânica, a resistência ao desgaste é baixa (JORDAN, 1992).

A obtenção de micropartículas acontece através do aquecimento da sílica a temperaturas muito altas e o seu esfriamento a temperaturas muito baixas, resultando na explosão da sílica (sílica pirolítica). As partículas inorgânicas tem tamanho variando entre 0,02 e 0,04  $\mu\text{m}$ . A grande vantagem deste tipo de resina é o seu acabamento e brilho, muito superiores às demais.

Para superar as deficiências das resinas macroparticuladas e microparticuladas, foram idealizadas as resinas compostas híbridas. A fase inorgânica apresenta os dois tipos de partículas, com tamanho entre 0,04 e 3  $\mu\text{m}$  e com tamanho médio de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$ . Apresentam resistência à abrasão maior que as resinas de micropartículas e opacidade melhorada. Para melhorar o desempenho das resinas nos dentes posteriores, foram desenvolvidas as resinas microhíbridas. O tamanho médio das partículas está entre 0,6 a 0,7  $\mu\text{m}$ . As partículas nessas resinas são mais uniformes no tamanho do que as híbridas. Apresentam excelentes propriedades físicas, são menos viscosas, com bom acabamento e polimento (JORDAN, 1992).

As resinas compostas fotopolimerizáveis são fornecidas em pasta única contidas em seringas. Esta pasta contém um sistema iniciador que consiste de uma molécula de fotoiniciador e uma amina ativadora. Quando estes componentes são expostos a uma luz com um comprimento de onda correto, o fotoinibidor é excitado e há uma interação com a amina para formar os radicais livres que iniciam a polimerização. O fotoiniciador geralmente utilizado é a canforoquinona (PHILLIPS, 1984). A fonte de luz mais comumente utilizada é uma luz halógena de tungstênio. No compósito desenvolvido por Palacio (2003) o fotoiniciador utilizado foi a fenilpropanodiona.

Além do conhecimento da composição das resinas compostas é importante o conhecimento das propriedades físico-mecânicas da dentina para se entender como as

forças de mastigação são distribuídas por todo o dente e quais são as alterações que ocorrem durante os procedimentos restaurativos. Quando uma restauração dentária absorve energia, ela é deformada. A quantidade de energia absorvida por uma estrutura quando sofre tensão é chamada resiliência. O material restaurador deve apresentar um tipo de resiliência que permita tensões com pouca deformação. O tamanho da deformação é determinado pela tensão induzida. A relação entre tensão e deformação é chamada módulo de elasticidade. Quanto menor a deformação para uma dada tensão, maior será o módulo de elasticidade. É importante que as resinas compostas apresentem um alto módulo de elasticidade, para que a estrutura destas retorne à sua forma original após ser submetida a tensões. O módulo de elasticidade da resina composta é muito parecido com o da dentina. A dentina apresenta um módulo de elasticidade menor que o do esmalte. Sendo a dentina menos mineralizada que o esmalte dental, ela possui a habilidade de deformar-se elasticamente, absorvendo a carga recebida pelo esmalte que, sendo uma estrutura frágil, apresenta comparativamente um módulo de elasticidade alto (PHILLIPS, 1984).

## **2.4. Adesão**

Buonocore, em 1955, propôs e realizou a técnica do condicionamento ácido do esmalte dental. Segundo o autor, o aumento da área de superfície resultante do condicionamento ácido, tornava favorável a adesão do material restaurador à estrutura do dente. Hoje o ácido universalmente utilizado é o ácido fosfórico a uma concentração entre 30 e 50%, sendo mais comumente utilizada a concentração a 37% (ANUSAVICE, 1998), aplicado de 15 a 30 segundos, de acordo com a indicação do fabricante. Com o advento da técnica do condicionamento ácido do esmalte e posterior surgimento da resina composta e sistemas adesivos, as estruturas remanescentes de dentes passaram a ser restauradas de uma forma mais conservadora.

A retenção das resinas compostas ao esmalte, que apresenta uma estrutura homogênea, é um procedimento eficiente devido ao uso de condicionamento ácido e adesivos, que favorecem o embricamento micromecânico. O mesmo não acontece com a

dentina em função de suas características. A estrutura heterogênea da dentina contribui para que este substrato apresente dificuldades de ligação com o material resinoso. Como os túbulos dentinários apresentam número e tamanho variáveis, dependendo da região e da profundidade da dentina consideradas, essas variações interferem na permeabilidade das diversas regiões, podendo comprometer a adesividade (PASHLEY & CARVALHO, 1997).

Os componentes essenciais de um sistema adesivo para a dentina são os condicionadores e os adesivos. O condicionamento ácido do esmalte resulta na obtenção de uma união entre este tecido duro dentário e materiais resinosos. Esse condicionamento transforma a superfície lisa do esmalte numa superfície irregular, aumentando a sua energia de superfície. Quando um material restaurador resinoso é aplicado na superfície do esmalte previamente condicionado, os monômeros são levados para dentro das irregularidades por atração capilar e copolimerizam-se entre si, estabelecendo a adesão (BARATIERI et al, 2001). O fato de a dentina ser um tecido úmido, com uma estrutura heterogênea, faz com que este substrato represente um grande desafio com relação à adesão. Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, observa-se uma eficiente adesão entre o material restaurador e o substrato, promovendo melhor selamento marginal.

Durante a fase do preparo cavitário há a formação de uma camada, composta de restos de matéria orgânica e inorgânica, contendo principalmente partículas de esmalte, dentina, componentes salivares e bactérias. Esta camada, conhecida como lama dentinária, é fracamente aderida ao substrato dentinário. Forma-se na superfície da dentina, ocluindo os túbulos dentinários e diminuindo a permeabilidade da dentina. Através do condicionamento ácido esta camada é tratada, sendo possível remover restos de matéria orgânica que possam interferir na adesão do material restaurador ao substrato. Segundo Asmussen (1992), para uma segura adesão entre restauração de resina composta e dentina, a lama dentinária deve ser removida ou modificada, o que é feito através do condicionamento ácido. Segue-se a este tratamento a aplicação de resina fluída de baixa viscosidade sobre a dentina.

Os sistemas adesivos são fornecidos geralmente na forma de líquidos. Possuem composição igual ao da matriz de seu compósito, porém, diluída com outros monômeros. Apresentam baixa viscosidade, umedecendo a superfície tratada do dente e assim penetrando nos microporos produzidos pelo ataque ácido, onde se polimeriza.

O promotor da adesão da dentina consiste numa solução de monômeros dissolvidos em solventes orgânicos. O solvente pode ser acetona ou etanol, que por apresentarem característica volátil têm a capacidade de deslocar a água presente na superfície dentinária e na rede colágena, reidratando as fibras colágenas após a remoção do ácido. A dentina consiste de um substrato de alta energia de superfície (hidroxiapatita) e um substrato de baixa energia de superfície (colágeno). Ao aplicar um ácido na dentina, remove-se a hidroxiapatita e expõe-se o colágeno, obtendo-se assim um substrato de baixa energia que é desfavorável para a adesão. O condicionador ácido remove a lama dentinária, abrindo os túbulos dentinários e descalcificando a dentina. Para restaurar a energia de superfície perdida da dentina é aplicado um promotor de adesão contendo monômeros hidrofílicos, que umedece e penetra a rede colágena, alterando positivamente a energia de superfície da dentina. O componente mais utilizado nos promotores de adesão atualmente é a molécula HEMA (Fig. 2.5), que é uma molécula hidrofílica (NAKABAYASHI & TAKARADA, 1992). O solvente pode ser acetona ou etanol. Após a evaporação do solvente, uma fina película de monômeros fica firmemente aderida ao substrato.

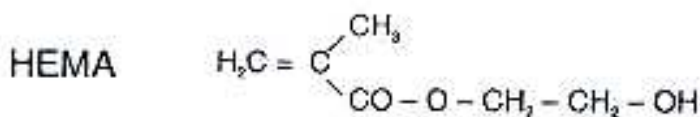


Figura 2.5. Molécula de HEMA.

Depois da restauração da energia de superfície da dentina através da aplicação do promotor de adesão, é aplicado o adesivo. Este consiste de uma resina líquida, que solidifica entre dois substratos, sendo capaz de transferir uma carga de um substrato para o outro. A resina fluída contém moléculas essencialmente hidrófobas, como o Bis-GMA. O principal papel da resina fluída é penetrar os espaços deixados pelo condicionamento

ácido. A dentina úmida é essencial para a efetividade dos adesivos hidrofílicos. Porém, o excesso de água deve ser removido para não comprometer a adesão. O adesivo é o componente fotopolimerizável do sistema. Ele se une ao esmalte e à dentina depois do condicionamento do com o ácido e aplicação do promotor de adesão. O adesivo copolimeriza-se com este, formando uma camada que agrega uma mistura de colágeno e resina, denominada camada híbrida (NAKABAYASHI, NAKAMURA & YASUDA, 1991). A obtenção da camada híbrida é indispensável para a retenção micromecânica, e conseqüente diminuição da contração de polimerização.

O tratamento da superfície da dentina é considerado um passo fundamental para se conseguir um controle adequado da microinfiltração, uma vez que a aplicação de um agente adesivo melhora consideravelmente o desempenho das restaurações estéticas com resinas compostas.

## **2.5. Contração de Polimerização**

Um dos problemas mais significativos da resina composta se relaciona à contração deste material durante a polimerização dentro da cavidade dentária. A cura deste material é o resultado das reações de polimerização que envolvem os monômeros do dimetacrilato. Quando o monômero polimeriza, ocorre uma redução no volume. O valor da contração tem relação com a extensão da reação de polimerização e também com a natureza dos monômeros.

Durante a cinética da polimerização os compósitos passam por três fases: fase inicial de polimerização, fase de polimerização e fase pós-polimerização (COMBE, BURKE & DOUGLAS, 1999). Somente na primeira fase a resina está num estado visco-elástico capaz de se deformar. Isto reduz parcialmente as tensões de contração geradas pela polimerização. Na fase de polimerização as macromoléculas são formadas e a movimentação molecular da matriz orgânica é inibida. Nesta fase a resina tende a não mais se deformar. Na fase de pós-polimerização a resina está num estado rígido, mas ainda se contrai.

Materiais resinosos com alto módulo de elasticidade produzem grande estresse na contração de polimerização devido à dificuldade de escoamento durante a contração. A contração de polimerização das resinas compostas impede uma perfeita adaptação marginal. Na restauração de um dente com resina composta é gerada uma tensão interna nas paredes da cavidade dentária, induzida pela contração de polimerização, sendo esse fato considerado um dos principais responsáveis pela falha de adesão entre a parede do dente e o material resinoso. As fendas nas margens da restauração podem resultar em infiltração de fluídos orais e microorganismos presentes na cavidade bucal, com comprometimento da polpa (BRANNSTRÖM, 1984). A contração de polimerização também pode ser causa da sensibilidade pós-operatória (BAUSCH et al, 1982).

Feilzer, De Gee & Davidson (1987), sugeriram que a importância da tensão de contração depende da configuração tridimensional da restauração, e introduziram o conceito do fator de configuração da cavidade (fator-C). Segundo os autores, fator-C é o coeficiente entre o número de superfícies aderidas e o número de superfícies livres.

A inserção e fotopolimerização da resina composta em incrementos também está associada à contração de polimerização, visto que essa contração é proporcional ao volume do material (DAVIDSON & DE GEE, 1984). A técnica incremental de inserção do material na cavidade dental é a mais empregada, pois reduz a contração de polimerização, favorecendo a maior profundidade de cura da resina composta. Com esta técnica consegue-se a redução do fator-C, diminuindo-se o estresse gerado nas paredes da cavidade dental durante a contração de polimerização. A inserção da resina composta de uma única vez, preenchendo toda a cavidade, deve ser evitada, pois a contração volumétrica pode causar o rompimento da união adesiva (CARVALHO et al, 1996, VERSLUIS, TANTBIROJN & DOUGLAS, 1998).

O grau de polimerização da resina composta muitas vezes é avaliado pela microdureza e esta está associada à intensidade de luz dos aparelhos fotopolimerizadores (SANTOS et al, 2000). O controle da velocidade da reação de polimerização pode favorecer um melhor escoamento da resina composta, permitindo a diminuição das tensões provocadas pela contração de polimerização. Segundo Carvalho et al (1996), o fator que

determina o estresse é a perda da capacidade de escoamento da resina durante a reação de polimerização. Teoricamente, quanto menor a capacidade de escoamento de uma resina durante a reação de polimerização, maior será a tensão provocada pela contração de polimerização. Nas reações fotoativadas a reação de polimerização ocorre quase que instantaneamente, aumentando de forma rápida o grau de conversão e a contração de polimerização (SAKAGUCHI et al, 1992).

Feilzer, De Gee & Davidson (1987), estudando o estresse das resinas compostas fotopolimerizáveis, concluíram que o uso de uma intensidade de luz inferior a  $180 \text{ mW/cm}^2$  não resulta em uma polimerização satisfatória. Com o uso da intensidade de luz entre 350 e  $700 \text{ mW/cm}^2$ , há elevação da temperatura desses materiais. Os autores concluíram que uma polimerização satisfatória não pode ser obtida de uma mesma maneira para todos os materiais e que o uso de uma unidade fotoativadora de alta intensidade não produz o resultado desejado.

Rueggeberg, Caughman & Curtis (1994), estudaram o efeito da intensidade de luz e a profundidade de polimerização da resina composta. Ficou demonstrado que se deve aplicar a luz com intensidade de  $400 \text{ mW/cm}^2$  durante 60 segundos, não sendo recomendável o uso de aparelhos com intensidade de luz inferior a  $233 \text{ mW/cm}^2$  devido às suas características de desempenho deficientes. Afirmaram também que a espessura das camadas de resina composta não deve exceder a 2mm, sendo o ideal 1 mm.

Comprovadamente existe uma relação direta entre a contração e a intensidade de fotoativação (SAKAGUCHI & BERGE, 1998). Segundo alguns fabricantes, seus produtos apresentam polimerização adequada de 4 a 5 mm utilizando-se uma exposição de 40 segundos. Porém, estudos mostram que não há uma polimerização adequada em profundidades superiores a 2 mm (YAP, SOH & SIOW, 2000). As resinas compostas de cores escuras absorvem mais luz, então requerem tempo de cura mais longo para que se possa obter a mesma profundidade de cura que os materiais de cores mais claras (COMBE, BURKE & DOUGLAS, 1999).

OBICI et al (2002), através de estudo da contração de polimerização de compósitos com composições e viscosidades diferentes, utilizando três técnicas de fotoativação, verificaram que a contração dos compósitos depende do método de fotoativação, assim como da composição dos mesmos.

As forças geradas durante a polimerização das resinas compostas podem ser influenciadas pela fonte de luz utilizada com a finalidade de cura. O controle da intensidade de luz dos fotopolimerizadores pode ser feito através dos aparelhos radiômetros. A luz halógena tem sido a mais comumente utilizada para a fotopolimerização de resinas compostas. Recentemente tem sido relatada luz de alta intensidade derivada da tecnologia do plasma, para cura da resina composta em menos de 5 segundos. Entretanto os efeitos da cura rápida sobre o estresse associado com a contração de polimerização, não estão totalmente quantificados (COMBE, BURKE & DOUGLAS, 1999).

A contração de cura nas resinas compostas pode variar de 1 a 5% do volume, dependendo da composição do material (FEILZER, DE GEE & DAVIDSON, 1988). Dependendo do método de determinação, tem sido registrada contração pós-gel entre 0,2 a 2% do volume para resinas compostas (WATTS & CASH, 1991; SAKAGUCHI et al, 1991).

O controle desta contração tem sido feito através do melhoramento deste material com a introdução de uma série de modificações, tais como o aumento da quantidade de carga e a redução do tamanho das partículas, além do uso de agentes de silanização mais eficientes que permitem uma melhor união entre as partículas de carga e a matriz orgânica. Este controle também pode ser feito através de métodos de fotoativação, além de técnicas que promovam melhor adaptação marginal da restauração.

## **2.6. Métodos Utilizados Para Medir a Contração de Polimerização de Resinas Compostas Fotopolimerizáveis**

A contração pós-gel é a alteração dimensional que ocorre depois do material entrar na fase de gel. Na fase pós-gel o material perde a sua capacidade de escoamento. Na fase pré-gel as tensões de contração podem ser liberadas, enquanto na fase pós-gel isto não acontece, permanecendo as tensões dentro do material, podendo as forças geradas pela tensão promover falhas na interface dente-material. Portanto, a contração pós-gel é um problema muito importante no uso clínico das resinas compostas.

Na literatura dental têm sido relatados vários métodos e equipamentos utilizados para medir a contração de polimerização das resinas compostas. A maioria dos métodos é baseada na mudança volumétrica do material, obtida através do uso de dilatômetros de mercúrio (DE GEE, DAVIDSON & SMITH, 1981; PENN, 1986). O uso de extensômetros elétricos (SAKAGUCHI et al, 1991) e “linômetros” (DE GEE, FEILZER & DAVIDSON, 1993) também são relatados. Fogleman, Kelly & Krubs (2002), descreveram um novo método para monitorar a contração linear, utilizando a interferometria. Segundo os autores, este método oferece mais precisão que nos resultados de contração obtidos através do dilatômetro de mercúrio e extensômetros elétricos.

Inicialmente somente dilatômetros de mercúrio eram utilizados. A desvantagem dos dilatômetros é que eles são muito sensíveis a variações de temperatura. Flutuações na temperatura ambiente, assim como a proporção de luz da foto-ativação, têm efeito sobre o líquido no dilatômetro, influenciando a leitura dos resultados. De Gee, Feilzer & Davidson (1993) introduziram um “linômetro” modificado, que não depende de mudanças de temperatura e produz resultados constantes. Este equipamento não mede a contração volumétrica, mas apenas a mudança linear durante a polimerização dos materiais.

O método desenvolvido por Watts & Cash (1991) é utilizado pelos fabricantes para medir a contração linear de polimerização de resinas compostas. Nesse método, uma

amostra do compósito é intercalado entre duas lâminas. A lâmina superior é de um material flexível e a inferior rígida. Através da lâmina inferior é realizada a fotopolimerização. Há uma deflexão da lâmina superior durante a contração de polimerização. Quanto menor a deflexão, menor a contração. A deflexão é medida em função do tempo, obtendo-se o valor da contração linear e volumétrica (Filtek™ Z-250 – 3M).

Segundo SAKAGUCHI et al (1991), a metodologia utilizando extensômetros elétricos permite medir a contração em tempo real, durante todo tempo do processo de cura do material. Neste método fica evidente que uma rápida contração inicia-se assim que a luz é desligada. Mensurações através de extensômetros elétricos têm sido mostradas como um método efetivo para indicar a tensão de contração de polimerização linear pós-gel dos compósitos (Filtek™ Z-250 – 3M).

A polimerização das resinas compostas dentais é acompanhada de contração. Este fenômeno é bem conhecido e citado em vários textos. Clinicamente, representa um fator de insucesso nas restaurações diretas de resina composta. Vários métodos têm sido usados para determinar a contração de polimerização. Os valores de contração obtidos por vários pesquisadores são variáveis (ENSAFF, O'HERTY & JACOBSEN, 2001). Na tentativa de se determinar com precisão o valor da contração das resinas compostas existentes no mercado, os pesquisadores da área, juntamente com a Engenharia de Materiais, procuram solucionar esse importante problema.

## **Capítulo 3**

### **Materiais e Métodos**

#### **3.1. Materiais**

##### **3.1.1. Filtek™ Z-250 – 3M**

O restaurador Z-250/3M é um material fotopolimerizável, recomendado para restaurações diretas em dentes anteriores e posteriores. A parte orgânica desta resina composta é constituída por três componentes principais: Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA. Estes dois últimos monômeros apresentam um alto peso molecular, modificando a viscosidade do material, tornando-a menor. O alto peso molecular da resina resulta em menor contração.

A carga inorgânica do material é a Zircônia/Sílica, que é um material sintético, não preparado através de vidro fundido. Apresenta partículas de carga com tamanho entre 0,01 µm e 3,50 µm, sendo o tamanho médio de 0,6 µm (Fig. 3.1). A polimerização do material inicia-se pela exposição à luz visível, especificamente na faixa de 400 a 500 nanômetros do espectro visível. A profundidade de cura para este material, na cor C3, é de 2,5 mm por incremento (Filtek™ Z-250 – 3M).

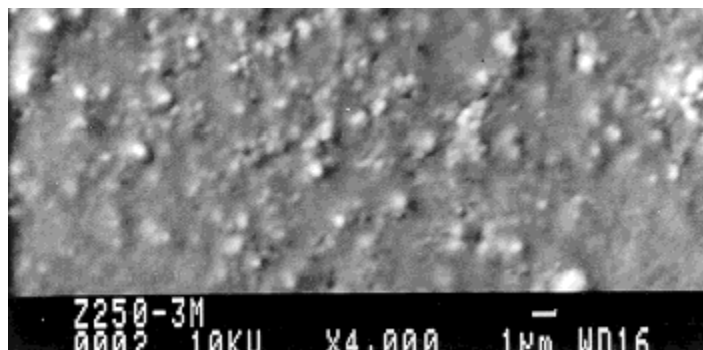


Figura 3.1. Fotomicrografia de uma amostra fotopolimerizada do material Z-250/3M, realizada por MEV, permitindo visualizar o tamanho e a forma das partículas de carga, obtida no Laboratório de MEV – UNICAMP.

### 3.1.2. Resina Composta Experimental

É um material restaurador fotopolimerizável, para ser utilizado em restaurações diretas de dentes anteriores e posteriores, desenvolvido por Palácio (2003) no DEMA/FEM/UNICAMP. A parte orgânica desta resina composta é constituída por dois componentes principais: Bis-GMA, e DMTTG (Tabela 3.2). A carga inorgânica do material é o Flúor Alumino-Silicato de Cálcio. Apresenta partículas de carga com tamanho entre 0,1  $\mu\text{m}$  e  $> 20 \mu\text{m}$  (Fig. 3.2). A polimerização do material inicia-se pela exposição à luz visível. O fotoiniciador é a fenilpropadiona. A Tabela 3.1 mostra as propriedades físico-mecânicas deste material.

A resina composta experimental foi desenvolvida totalmente no laboratório do DEMA – UNICAMP, desde a obtenção das partículas de carga inorgânica até a preparação da carga orgânica. As partículas foram desenvolvidas pelo sistema sol-gel e a parte orgânica preparada a partir das matérias primas iniciais (monômeros). A resina composta comercial (Z-250 / 3M), como todas as outras encontradas no mercado nacional, são elaboradas no exterior, não sendo fornecidos detalhes sobre a manufatura dos produtos.

A resina composta experimental utilizada nesse trabalho (PALACIO, 2003) atendeu todos os requisitos da norma ISO 4049 (1988), que é o protocolo geral aplicado para os compósitos.

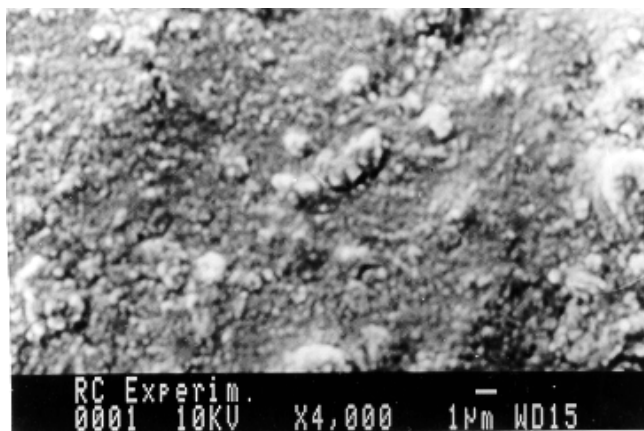


Figura 3.2. Fotomicrografia eletrônica de uma amostra fotopolimerizada do material experimental, realizada por MEV.

Tabela 3.1. Propriedades físico-mecânicas da resina composta experimental (PALACIO, 2003).

| Propriedades da Resina Composta Experimental         |          |
|------------------------------------------------------|----------|
| Resistência à compressão (MPa)                       | 390±18   |
| Módulo de elasticidade (GPa)                         | 10±0,8   |
| Resistência à flexão (MPa)                           | 125±12   |
| Módulo de flexão (GPa)                               | 11,9±0,5 |
| Dureza (Vickers)                                     | 83±7     |
| Profundidade da cura (mm)                            | >3       |
| Absorção de água ( $\mu\text{g} / \text{mm}^3$ )     | 9,5±0,7  |
| Solubilidade em água ( $\mu\text{g} / \text{mm}^3$ ) | 1,3±0,2  |

Tabela 3.2. Composição das resinas compostas avaliadas.

| Material               | Z-250/3M*                 | Resina Experimental.**               |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Matriz orgânica        | Bis-GMA, UDMA,<br>Bis-EMA | Bis-GMA, DMTTEG                      |
| Carga inorgânica       | Zircônia/Sílica           | Flúor Alumínio-Silicato de<br>Cálcio |
| Tamanho das partículas | 0,01 - 3,50 µm            | 0,1 - 20 µm                          |
| % em volume de carga   | 60                        | 70                                   |

\* Dados fornecidos pelo fabricante.

\*\* Dados fornecidos pelo pesquisador.

Nas figuras 3.3, 3.4 e 3.5, são mostradas as diferenças entre as propriedades físicas de cada resina composta avaliada. Os valores apresentados são próximos.

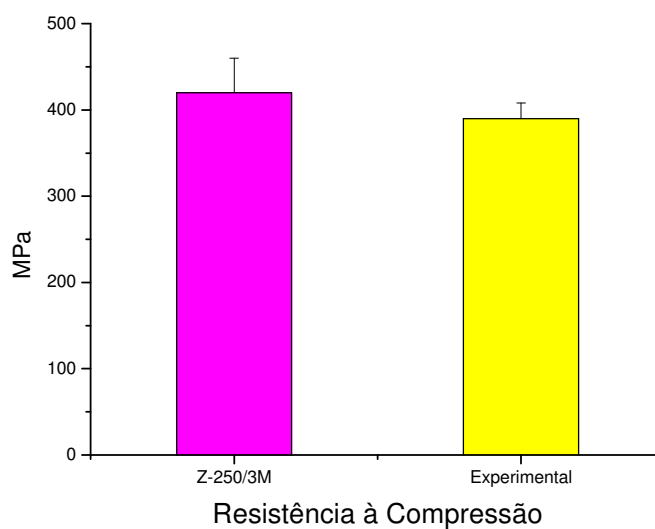


Figura 3.3 Resistência à compressão da resina Z-250/3M e da resina experimental.

A resistência à compressão é particularmente importante por causa das forças mastigatórias. A resistência à compressão da resina experimental é menor que a Z-250/3M.

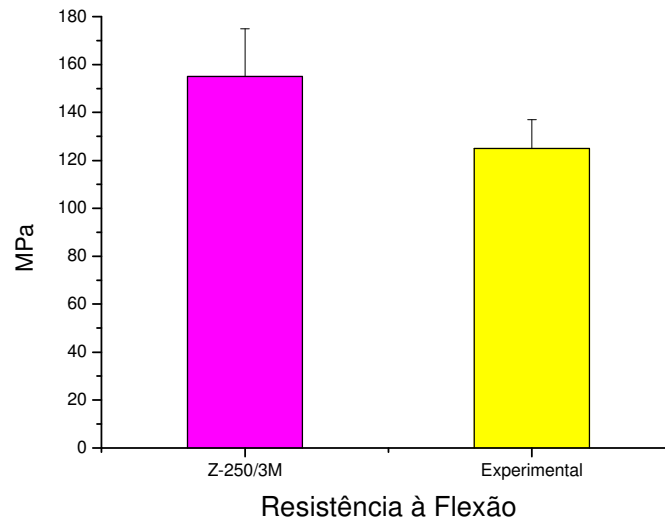


Figura 3.4. Resistência à flexão da Z-250/3M e resina experimental.

A resina experimental apresenta resistência à flexão menor que a Z-250 / 3M.

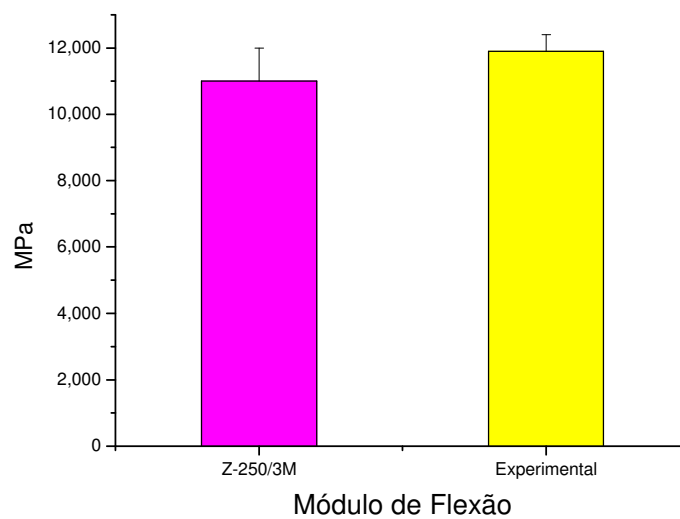


Figura 3.5. Módulo de flexão da Z-250/3M e resina experimental.

O módulo de flexão é um método usado para definir a dureza de um material. Quando comparados, o módulo de flexão para a resina composta experimental foi maior que o da Z-250/3M.

## **3.2. Equipamentos Utilizados na Metodologia Aplicada**

### **3.2.1. Extensômetros Elétricos**

O extensômetro elétrico, também chamados de “strain gage”, é constituído de uma resistência elétrica delgada, geralmente em forma de lâmina (“foil gages”), aplicada a uma base isolante e flexível. Este conjunto quando colado a uma superfície, transforma a deformação desta superfície em uma variação de resistência elétrica.

O extensômetro elétrico utilizado na metodologia aplicada neste trabalho é do tipo uniaxial, auto-compensado. O material da base é elaborado em poliamida (Fig. 3.6).

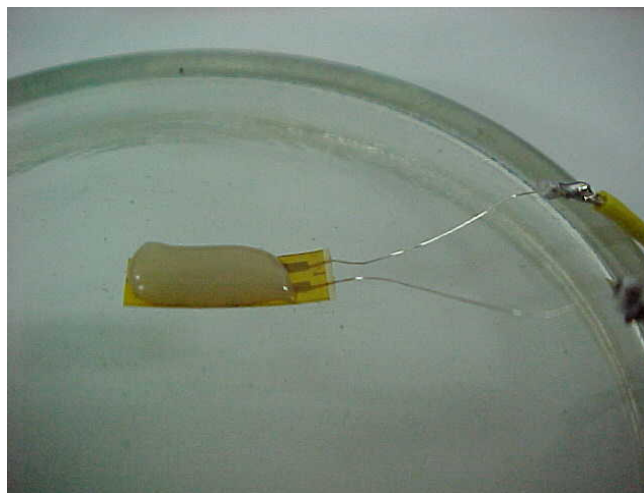


Figura 3.6. Fotografia de extensômetro elétrico (“strain gage”).

Neste método uma amostra da resina composta é colocada sobre a parte superior do extensômetro. A fotopolimerização é feita com luz visível a uma intensidade de luz de 400 W/cm<sup>2</sup>.



Figura 3.7. Fotopolimerização com luz visível.

### 3.2.2. Condicionador de Sinais

A função do condicionador de sinais (Fig. 3.8) é fornecer excitação para a ponte de Wheatstone e amplificar o sinal vindo da ponte. Este sinal é da ordem de milivolts. Neste experimento a ponte de Wheatstone é de 120 ohms, trabalhando com a ponte completa, ou seja, três resistores internos do equipamento de 120 ohms cada um, mais o extensômetro elétrico de ensaio. Estes quatro formam a ponte completa. Foi utilizada uma excitação de 5Vdc e o ganho do condicionador foi ajustado para que a tensão de saída do condicionador ficasse com a seguinte relação: 1mv = 1  $\mu$ strain.

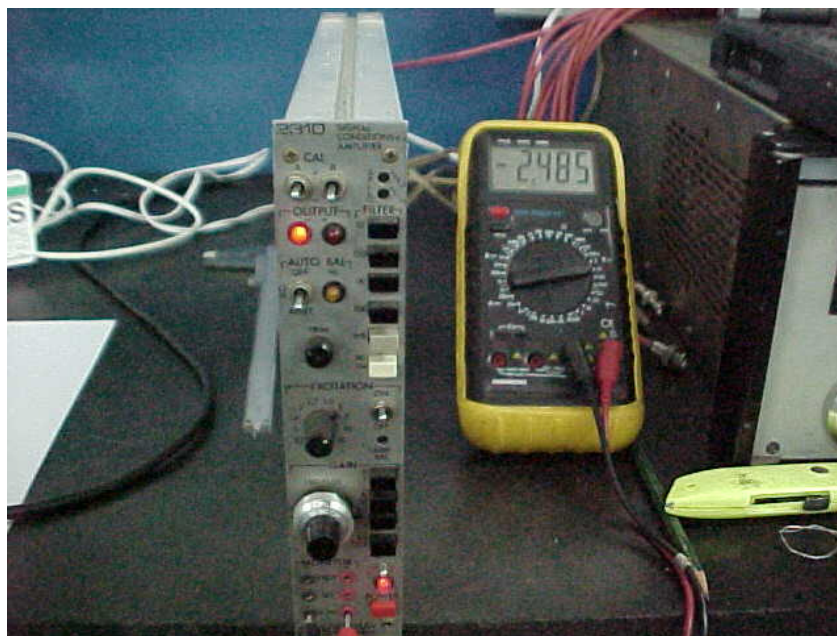


Figura 3.8. Fotografia do voltímetro e condicionador de sinais modelo 2300 (Vishay Instruments).

### 3.2.3 Ponte de Wheatstone:

A ponte de Wheatstone trata-se de um circuito elétrico resistivo (fig. 3.9), que excitado por uma diferença de potencial entre os pontos B e D pode fornecer uma diferença de potencial entre os pontos A e C, proporcional ao desequilíbrio de tensão entre os resistores  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ . Uma variação em qualquer dos resistores provocará um desequilíbrio da ponte, gerando uma diferença de potencial.

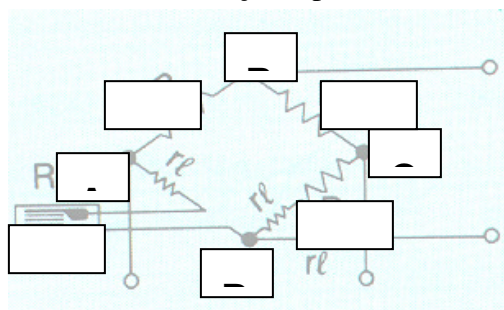


Figura 3.9. Ponte de Wheatstone.

Inicialmente não há diferença de potencial no voltímetro (fig. 3.8). Em seguida altera-se o valor resistivo de um dos resistores (extensômetro), através de uma fonte à parte, no caso através da luz de um aparelho fotopolimerizador (Fig. 3.7).

### 3.2.4. Sistema de Aquisição de Dados

Um computador (“notebook”) ligado à saída do condicionador (Fig. 3.10) tem a função de colher dados vindo da ponte de Wheatstone, caracterizada pela utilização de uma taxa de aquisição de 10 Hz. Isto significa que foram feitas 10 leituras por segundo. Portanto, como foi estabelecido o tempo de 5 minutos, nestes 300 segundos obteve-se um total de 3000 pontos em cada ensaio.



Figura 3.10. Fotografia dos equipamentos necessários para a obtenção dos resultados (Laboratório IPT / USP).

### 3.3. METODOLOGIA APLICADA

Foram realizados dois experimentos para análise comparativa de contração linear das duas resinas compostas. Em cada experimento foram analisadas quatro amostras de cada material, totalizando oito resultados que foram comparados.

O primeiro experimento foi realizado no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP. Foram selecionados para este primeiro ensaio, uma resina composta comercial (Z-250/3M) na cor C-3, um aparelho fotopolimerizador de luz contínua (Elipar/ESPE) com intensidade de luz de 450 mW/cm<sup>2</sup> (Fig. 3.11).



Figura 3.11. Fotografia dos equipamentos utilizados na FOP/UNICAMP.

Cada amostra apresenta 10 mm de comprimento por 2 mm de espessura. Isto significa que a amostra cobriu todo o comprimento do extensômetro elétrico, que é de 5 mm. O condicionador de sinais utilizado neste experimento foi o modelo 2100 da Vishay Instruments (Fig. 3.12).



Figura 3.12. Fotografia do Amplificador modelo 2100 (Vishay Instruments) utilizado na FOP/UNICAMP.

A medição da contração linear de polimerização pós-gel das resinas foi feita através de extensômetros elétricos específicos para compósitos (KFRP-5-120-C1-9, KYOWA, Japan). Estes foram conectados ao condicionador de sinais através de pontos de solda (Fig. 3.13) nas extremidades das hastes metálicas do extensômetro.

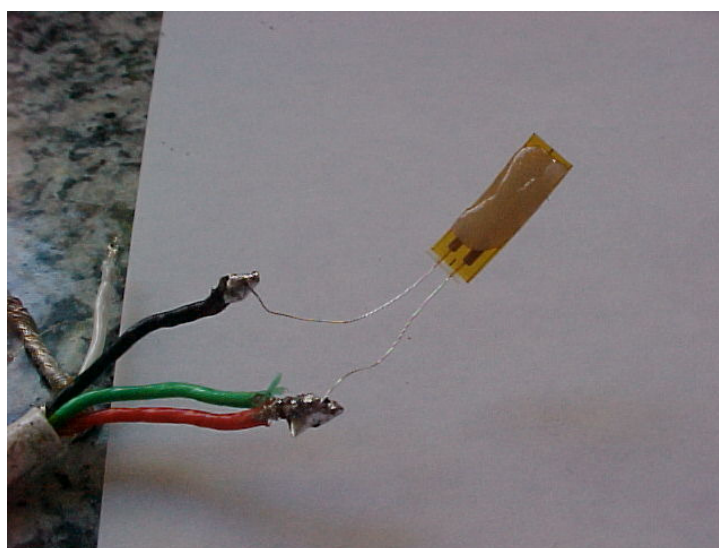


Figura 3.13. Pontos de solda.



Figura 3.14. Fotografia do amplificador e do voltímetro.

Foi utilizado um extensômetro para cada amostra. Cada uma foi colocada sobre o mesmo. Por ser um material viscoso, não houve problema de adesão das amostras ao extensômetro. As amostras dos compósitos foram fotopolimerizadas com luz contínua. A contração linear de polimerização foi monitorada durante e após a fotopolimerização a uma temperatura ambiente de  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados foram adquiridos a partir do instante em que a luz foi desligada. Após o período de 40s para Z-250 e 40/80s para a resina experimental. A contração de ambas foi monitorada por 300s após o início da polimerização.

No segundo ensaio, realizado no IPT/USP, repetiram-se os experimentos. Foram utilizadas amostras dos mesmos materiais e o mesmo tipo de extensômetro elétrico. O aparelho fotopolimerizador foi substituído por outro de marca diferente (Australis/VIVADENT), luz contínua, com intensidade de aproximadamente  $400 \text{ mw/cm}^2$  (Tabela 3.3). O aparelho condicionador de sinais utilizado neste experimento foi o modelo 2300 da Vishay Instruments (Fig. 3.8).

A intensidade da luz foi medida em um radiômetro. Cada amostra apresenta comprimento de 10 mm, com espessura de 2 mm. O extensômetro foi conectado ao condicionador de sinais através de pontos de solda (Figura 3.13) feitos nas hastes metálicas do extensômetro. Iniciou-se a medição da diferença de potencial no voltímetro

a partir de zero (Fig.3.14). O valor resistivo do extensômetro foi alterado assim que a luz foi ligada. O voltímetro apresentou uma indicação positiva e em seguida negativa, simulando expansão e contração do material, respectivamente.

Como no ensaio anterior, foi utilizado um extensômetro para cada amostra. Cada uma foi colocada sobre o mesmo. As amostras dos compósitos foram fotopolimerizadas com luz contínua. A contração linear de polimerização foi monitorada durante e após a fotopolimerização a uma temperatura ambiente de  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados foram adquiridos a partir do instante em que a luz foi ligada, durante o tempo de 40s para Z-250 e 80 s para a resina experimental. Os resultados foram monitorados por 300s desde o início da polimerização.

Neste ensaio realizado no IPT/USP (Fig. 3.10), foi utilizado um computador para aquisição de dados. Ligado à saída do condicionador de sinais, os dados vindos da ponte de Wheatstone, foram lidos com precisão em tempo real. Foi utilizada uma taxa de aquisição de 10 Hz. O tempo estabelecido para a aquisição de dados foi 300 segundos. Portanto, obteve-se um total de 3000 pontos lidos em cada ensaio.

Tabela 3.3. Modo, intensidade e tempo de fotopolimerização.

| Aparelho Fotopolimerizador             | Tipo de Fotoativação | Temperatura ambiente     | IntensidadeXTempo<br>$\text{mW}/\text{cm}^2 \times \text{s}$ | Material     |
|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|
| Elipar Trilight (ESPE)<br>(Ensaio/FOP) | Contínua             | $22 \pm 1^\circ\text{C}$ | 450 X 40                                                     | Z-250/3M     |
|                                        |                      |                          | 450 X 40                                                     | Experimental |
|                                        |                      |                          | 450 X 80                                                     |              |
| Australis (VIVADENT)<br>(Ensaio/USP)   | Contínua             | $23 \pm 1^\circ\text{C}$ | 450 X 40                                                     | Z-250/3M     |
|                                        |                      |                          | 450 X 40                                                     | Experimental |
|                                        |                      |                          | 450 X 80                                                     |              |

## Capítulo 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados dois experimentos para análise comparativa de contração linear das duas resinas compostas. Em cada experimento foram avaliadas quatro amostras de cada material, totalizando oito resultados, os quais foram comparados e analisados. Os resultados obtidos no Laboratório do IPT/USP foram mais precisos porque a leitura dos mesmos foi feita em tempo real pelo computador. A leitura da deformação foi feita, em tempo real, a partir do momento em que a luz visível foi ligada, acusando a deformação antes e depois do início da polimerização (contração e expansão). As diferenças entre os resultados obtidos na comparação entre os dois compósitos podem ter sido produzidas pela utilização de diferentes componentes do compósito (carga, tamanho da partícula e outros) e principalmente pelo fotoiniciador da resina composta experimental (a fenilpropanodiona) e pelo fotoiniciador da resina composta comercial (a canforoquinona). Cada um destes fotoiniciadores requer diferentes comprimentos de onda para a fotopolimerização.

#### 4.1. Resultados do primeiro experimento

O primeiro experimento foi realizado no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Foram realizados quatro ensaios de cada uma das duas resinas compostas selecionadas para este estudo. Seguindo a metodologia anteriormente descrita, obteve-se os resultados da contração linear depois de 5 minutos, após a cura dos materiais com luz visível.

A resina Z-250/3M, foi fotoativada durante 40s, com intensidade de luz  $\geq 400 \text{ mW/cm}^2$ , com leitura feita aos 40 e 300s (Fig. 4.1). A leitura da contração linear da resina

experimental foi efetuada em 40, 80 e 300s. Esta também foi fotoativada durante 40s, com intensidade de luz  $\geq 400 \text{ mW/cm}^2$  (Fig.4.3).

Os quatro resultados obtidos são mostrados na Tabela 4.1 e Tabela 4.2. A média e desvio padrão são mostrados na Tabela 4.3 e na Figura 4.4.

Tabela 4.1. Valores da contração linear lidos no voltímetro, após 40 e 300s, nas amostras do Z-250/3M (FOP/UNICAMP).

| <b>Amostras<br/>Z-250/3M</b> | 1°     | 2°     | 3°     | 4°     |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 40 s                         | -0,472 | -0,416 | -0,573 | -0,524 |
| 300 s                        | -0,870 | -0,849 | -0,947 | -0,943 |
| Peso (g)<br>pós -gel         | 0,1830 | 0,1663 | 0,1996 | 0,2130 |

Tabela 4.2. Valores da contração linear lidos no voltímetro, após 40 e 300s, nas amostras do compósito experimental nos ensaios realizados na FOP/UNICAMP.

| <b>Compósito<br/>Experimental</b> | 1°      | 2°      | 3°      | 4°      |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 40 s                              | - 0,244 | - 0,547 | - 0,481 | - 0,210 |
| 80 s                              | - 0,946 | - 0,985 | - 1,119 | - 0,970 |
| 300 s                             | - 2,36  | - 2,27  | - 2,39  | - 2,12  |
| Peso (g)<br>pós-gel               | 0,2116  | 0,1315  | 0,1491  | 0,1707  |

Tabela 4.3. Média e desvio padrão das amostras dos compósitos avaliados, em função do tempo de polimerização, nos ensaios realizados na FOP/UNICAMP.

| <b>Compósito</b> | Número de Amostras | Tempo (s) | média    | dp     |
|------------------|--------------------|-----------|----------|--------|
| Z-250/3M         | 4                  | 40        | - 0,4963 | 0,0675 |
|                  |                    | 300       | - 0,9023 | 0,0501 |
| Experimental     | 4                  | 40        | - 0,3705 | 0,684  |
|                  |                    | 80        | - 1,005  | 0,0777 |
|                  |                    | 300       | - 2,285  | 0,1212 |

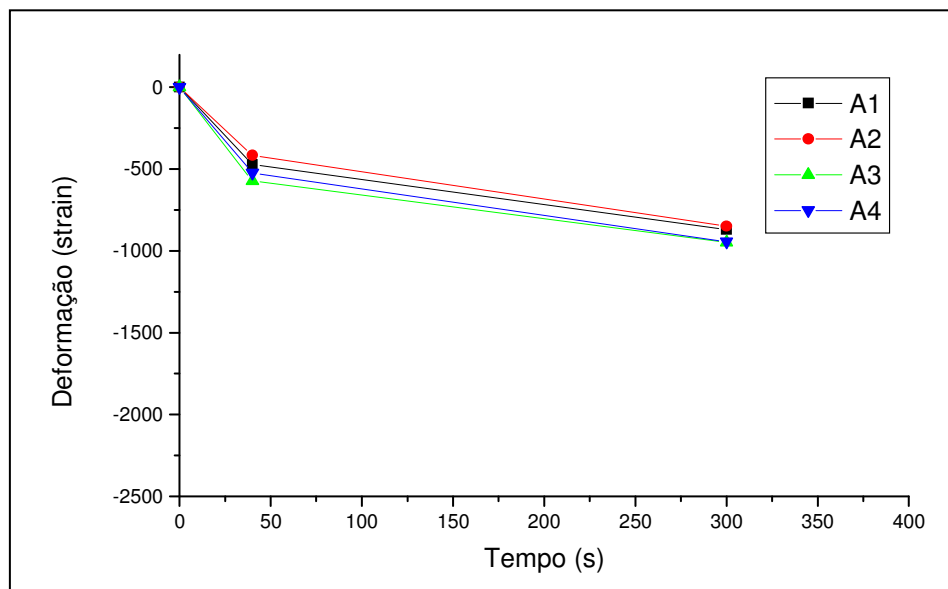


Figura 4.1. Contração linear do compósito Z-250/3M (ensaios realizados na FOP/UNICAMP).

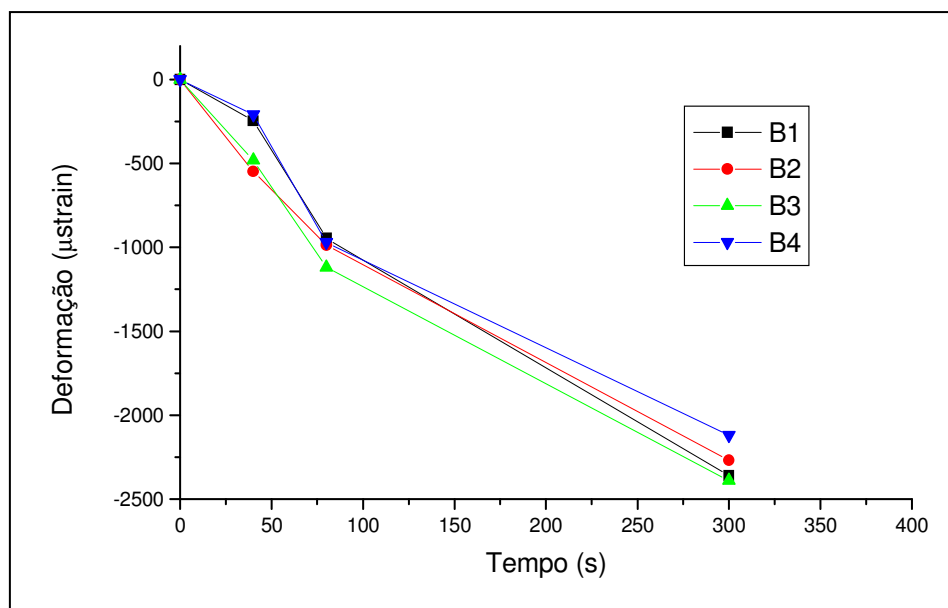


Figura 4.2. Contração linear do compósito experimental (ensaios realizados na FOP/UNICAMP).

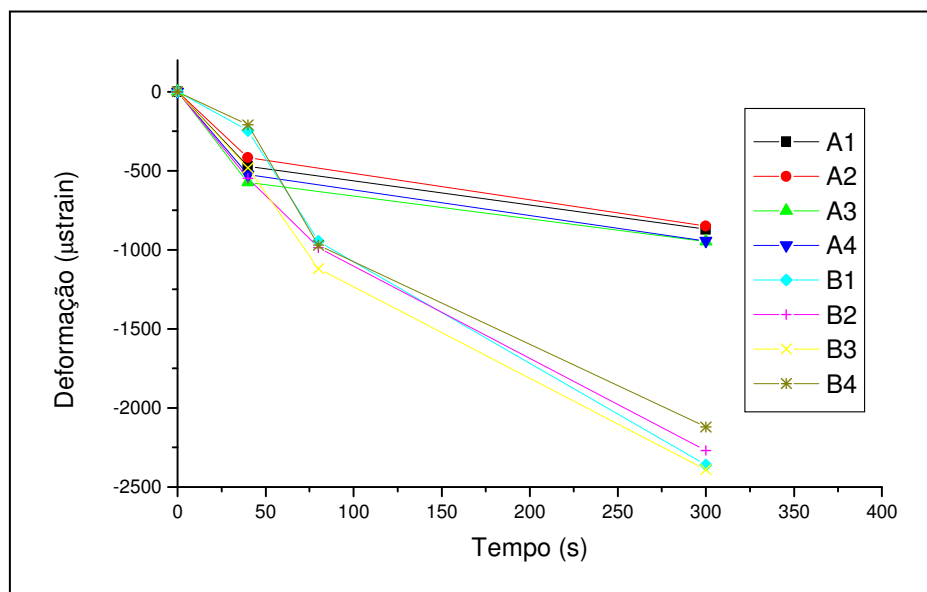


Figura 4.3. Contração linear das resinas compostas avaliadas (ensaios realizados na FOP/UNICAMP) .

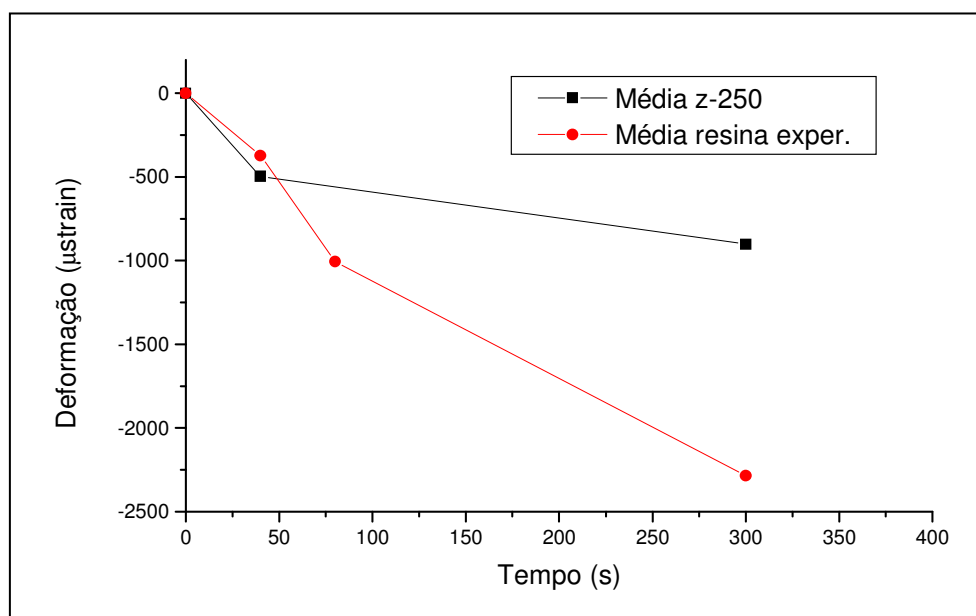


Figura 4.4. Valores médios da contração linear das resinas compostas avaliadas (ensaios realizados na FOP/UNICAMP).

## 4.2. Resultados do segundo experimento

O segundo experimento foi realizado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo. Foram realizados quatro ensaios de cada uma das duas resinas compostas selecionadas para este estudo. Seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior, obteve-se os resultados da contração linear, após a cura dos materiais com luz visível. Estes resultados foram mais precisos, porque a leitura foi feita em tempo real pelo computador. Os resultados, em  $\mu$  strain, foram obtidos em função do tempo de polimerização de cada compósito analisado.

Foram realizados 4 ensaios com o compósito Z-250/3M e 4 com a resina experimental. Cada amostra foi fotopolimerizada durante 40s. A leitura da deformação foi feita em tempo real a partir do momento em que a luz foi ligada, acusando a deformação antes e depois do início da polimerização, como pode ser verificado nas Figuras 4.5 e 4.6. A resina Z-250/3M foi fotoativada durante 40s e a resina experimental foi fotoativada durante 80s, ambas com intensidade de luz  $\geq 400$  mW/cm<sup>2</sup>. Foram monitoradas por 300s (Fig.4.7). Os valores médios da contração linear das duas resinas estão apresentados na Figura 4.8.

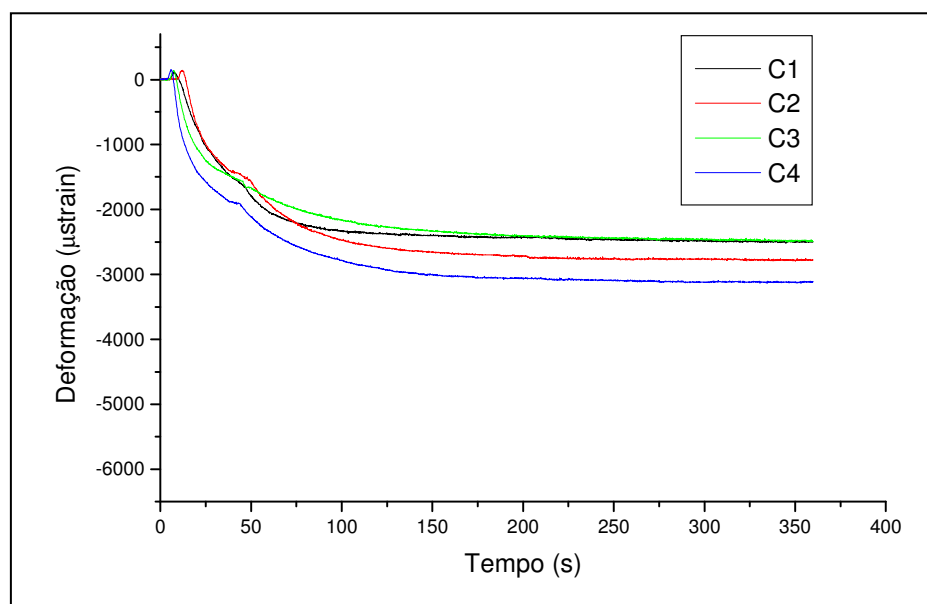


Figura 4.5. Contração linear da resina Z-250/3M (ensaios realizados no IPT/USP).

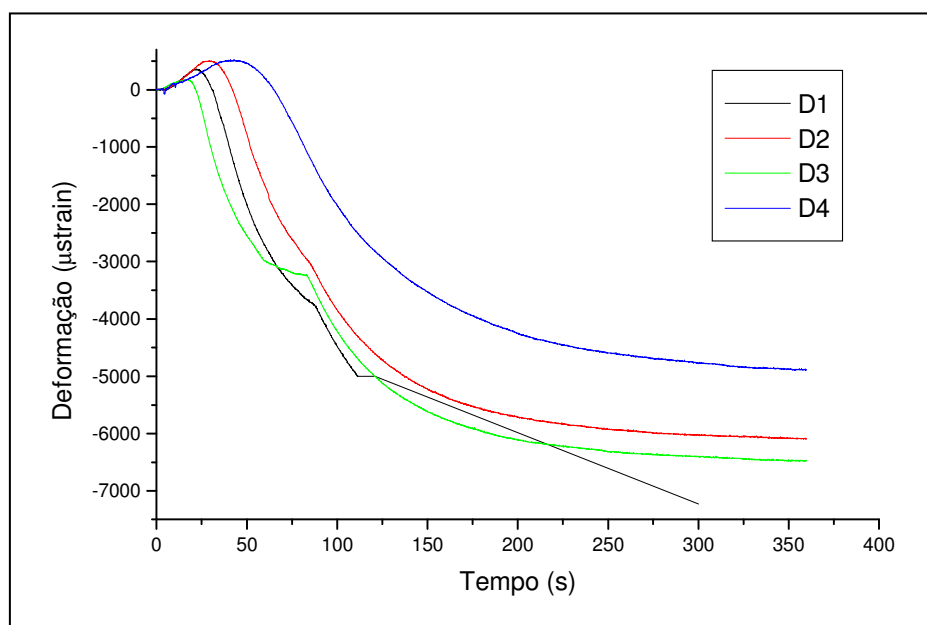


Figura 4.6. Contração linear da resina experimental (ensaios realizados no IPT/USP).

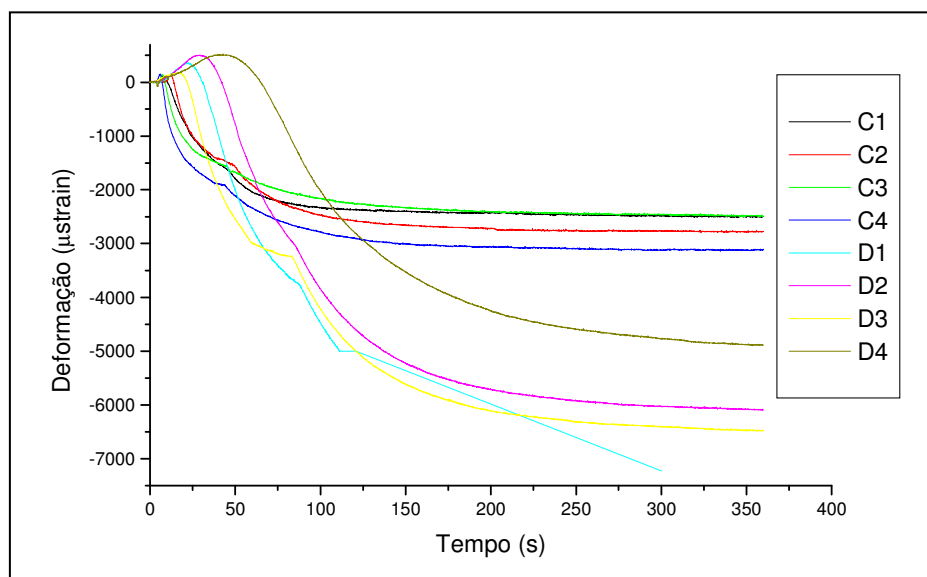


Figura 4.7. Contração linear das resina Z-250/3M e da resina experimental (ensaios realizados no IPT/USP).

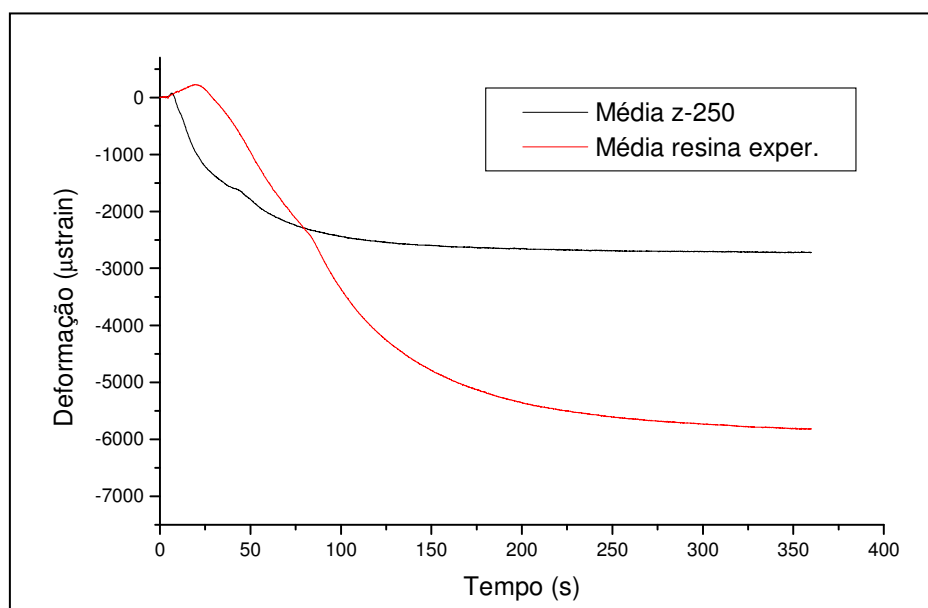


Figura 4.8. Valores médios da contração linear das duas resinas compostas avaliadas (ensaios realizados no IPT/USP).

## **Capítulo 5**

### **Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros**

#### **5.1. Conclusões**

Através da metodologia utilizada para se quantificar os valores de contração de polimerização linear das duas resinas compostas, pode-se concluir que existe diferença de contração de polimerização entre as duas, tendo a resina composta experimental apresentado um valor de contração significativamente maior que a Z-250/3M. A resina composta experimental pode ser melhorada alterando-se o tamanho e volume da partícula de carga, assim como o comprimento de onda da luz visível.

Comparando-se os dois compósitos selecionados para este estudo verificou-se que o compósito experimental apresentou uma contração linear 12% maior que o compósito comercial.

Os resultados indicam que a proporção de contração linear após a luz ser desligada torna-se quase constante até os 300 segundos.

As duas resinas mostraram expansões diferentes quando a luz foi ligada, indicando a alteração através da mudança de temperatura. O compósito experimental mostrou maior expansão que o compósito comercial.

Deve-se considerar que as diferenças entre os resultados obtidos nos dois experimentos podem ser produzidas pelos diferentes componentes dos dois compósitos.

O tempo de cura maior para a resina experimental pode estar relacionado com a cor mais escura da mesma, quando comparada à cor C3 da resina Z-250/3M. A resina experimental apresenta cor mais escura que o compósito comercial.

A resina composta experimental pode ser melhorada alterando-se o tamanho e volume da partícula de carga, assim como o comprimento de onda da luz visível.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

- Otimização do compósito experimental através de um pesquisador da área, visando diminuir a contração de polimerização.
- Estudo *in vitro* e *in vivo* do compósito experimental.
- Estudo da contração volumétrica do compósito experimental.

## **Referências Bibliográficas \***

ANUSAVICE, K. J **Phillips-Materiais Dentários**. 10ª ed., ed. Guanabara Koogan, 1998.

ASMUSSEN, E; UNO, S. Adhesion of restorative resins to dentin: chemical and physicochemical aspects. **Operative Dentistry**, v. 5, p. 68-74, 1992.

BARATIERI, L. N. et al. **Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades**. 1ª ed., Livraria Santos Editora, 2001.

BAUSCH, J. R; DE LANGE, K; DAVIDSON, C. L., PETERS, A; DE GEE, A. J. Clinical significance of polymerization of composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 48, p. 59-67, 1982.

BHASKAR, S. N. **Histologia e Embriologia Oral de Orban**. Artes Médicas, 8ª ed., 1978.

BHASKAR, S. N. **Histologia e Embriologia Oral de Orban**. Artes Médicas, 10ª ed., 1989.

BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **The Journal of The American Dental Association**, v. 66, p. 57-61, 1963.

\* Normas da ABNT: NBR 6023 (ago. 2000) e NBR 10520 (jul.2001), respectivamente.

BRANNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. **Operative Dentistry**, v. 9, p. 57-68, 1984.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v. 34, n. 6 p. 849-853, 1955.

BYOUNG, I.S; WANG, Y. Determining the direction of shrinkage in dental composites by changes in surface contour for different bonding configurations. **American Journal of Dentistry**, v.14, n. 2, 2001.

CARVALHO, R. M.; PEREIRA, J. C; YOSHIYAMA, M.; PASHLEY, D. H. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. **Operative Dentistry**, v. 21, p. 17-24, 1996.

CHEN, H.Y.; MANHART, J.; HICKE, L. R.; KUNZELMANN, K. H. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. **Dental Materials**, v.17, p. 253-259, 2001.

COMBE, E. C.; BURKE, F. J. T.; DOUGLAS, W. H. **Dental Biomaterials**. Kluwer Academic Publishers, USA, 1999.

COOK, W. D.; FO RREST, M.; GOODWIN, A. A. A simple method for the measurement of polymerization shrinkage in dental. **Dental Materials**, v.15, p. 447-449, 1999.

DAVIDSON, C. L.; FEILZER, A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. **Journal of Dentistry**, v. 25, n. 6, p.435-440, 1997.

DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L.; SMITH, A. A modified dilatometer for continuous recording of volumetric polymerization shrinkage of composite restorative materials. **J Dent**, v.9, p. 36-42, 1981.

DE GEE, A. F.; FEILZER, A. J.; DAVIDSON, C. L. True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. **Dental Material**, v. 9, p. 11-14, 1993.

DUEK, E. A. R.; MALMONGE, S.M.; ZAVAGLIA, C. A. C. Introdução à Tecnologia de Materiais Poliméricos **Apostila de Engenharia de Materiais**, Programa de Cursos de Extensão da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, 1996.

ENSAFF, H.; O'DOHERTY, D. M.; JACOBSEN, P. H. Polymerization shrinkage of dental composite resins. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine**, v. 215, n. H4, p. 367-375, 2001.

FANO, V.; ORTALLI, I.; PIZZI S., BONANINI, M. Polymerization shrinkage of microfilled composites determined by laser beam scanning. **Biomaterials**, v. 18, p. 467-470, 1997.

FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration **Journal of Dental Research**, v. 66, n. 11, p. 1636-1639, 1987.

FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 59, p. 297-300, 1988.

Filtek™ Z-250 – Restaurador Universal para Dentes Anteriores e Posteriores. **Perfil Técnico do Produto**, 3M do Brasil.

FOGLEMAN E. A.; KELLY, M.T.; GRUBBS, W. T. Laser interferometric method for measuring linear polymerization shrinkage in light cured dental restoratives. **Dental Materials**, v. 18, p. 324-330, 2002.

HALL, A. F.; BUCHANAN, C. A.; MILLETT, D. T.; CREANOR, S. L.; STRANG, R.; FOYE R. H. The effect of saliva on enamel and dentine erosion. **Journal of Dentistry**, v. 27, p. 333-339, 1999.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION, **I.S.O. 4049**, Dentistry – Resin Based filling materials, 1988.

JORDAN, R. E. **Estética com Resinas Compostas (Técnicas e Materiais)**. 1ªed., Livraria Santos, 1992.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 8ª ed., Guanabara Koogan, 1995.

KINOMOTO, Y.; TORII, M. Photoelastic analysis of polymerization contraction stresses in resin composite restorations. **Journal of Dentistry**, v. 26, n. 2, p. 165-171, 1998.

KYOWA STRAIN GAGES **Cat. No. 101D-U1** Kyowa Eletronic Instruments Co., LTD., Japan.

LAZARCHICK, D. A.; FILLER, S. J. Effects of Gastroesophageal Reflux on the Oral cavity. **The American Journal of Medicine**, v.103, p. 107-113, 1997.

MARSHALL JR G. W.; MARSHALL, S. J.; KINNEY, J .H.; BALOOCH, M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **Journal of Dentistry**, v 25, n. 6, p. 441-458, 1997.

NAKABAYASHI, N.; NAKAMURA, M; YASUDA, N. Hybrid layer as dentin bonding mechanism. **Journal of . Esthetic Dentistry**, v. 3, p.133-138, July/Aug.1991.

NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dental Materials**, v. 8, p. 135-141, Feb. 1992.

OBERHOLZER, T. G.; GROBLER, S. R.; PAMEIJER, C. H.; ROSSOUW, R. J. A modified dilatometer for determining volumetric polymerization shrinkage of dental materials. **Measurement Science and Technology**, v. 13, p. 78-83, 2002.

OBICI, A. C.; SINHORETI, M. A.; DE GOES, M. F.; CONSANI, S.; SOBRINHO, L. C. Effect of the photo-activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. **Operative Dentistry**, v. 27, p. 192-198, 2002.

PALACIO, R. E. L.; Biomateriais Compósitos de Alto Desempenho para Odontologia – Obtenção e Caracterização Físico-Mecânica-Biológica. **Tese de Doutorado**, FEM-DEMA-UNICAMP, 2003.

PARK, S. H.; KREJCI, I.; LUTZ, F. Consistency in the amount of linear polymerization shrinkage in syringe-type composites. **Dental Materials**, v. 15, n. 6, p. 442-446, nov., 1999.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent**, v. 25, p. 355-372, sept. 1997.

PENN, R. W. A recording dilatometer for measuring polymerization shrinkage. **Dental Materials**, v. 2, p. 78-79, 1986.

PHILLIPS, R. W. **Materiais Dentários de Skinner**. 8ª ed., Editora Interamericana, 1984.

PUCKETT, A. D.; SMITH, R. Method to measure the polymerization shrinkage of light-cured composites. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 68, p. 56-58, 1992.

RATNER, B. D.; HOFFMAN, A. S.; SCHOEN, F. J.; LEMONS, J. E. **Biomaterials Science** c.2, p. 319-327, p. 50-60, c. 7, p. 319-327, Academic Press, USA, 1996.

RUEGGERBERG, F. A.; CAUGHMAN, W. F.; CURTIS, J. W. Effects of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Operative Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 26-32, 1994.

SAKAGUCHI, R.L.; SASIK, C.T.; BUNCZACK, M. A.; DOUGLAS, W. H. Strain gauge method for measuring polymerization contraction of composite restoratives. **J. Dent.**, v. 19, p. 312-316, 1991.

SAKAGUCHI, R. L.; VERSLUIS, A.; DOUGLAS, W. H. Analysis of strain gage method for measurement of post-gel shrinkage in resin composites. **Dental Materials**, v. 13, p. 233-239, 1997.

SAKAGUCHI, R.L.; BERGE, H. X. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. **Journal of Dentistry**, v. 26, n. 8, p. 695-700, 1998.

SAKAGUCHI, R. L.; PETERS, M. C.; NELSON, S.R.; DOUGLAS, W. H.; POORT, H. W. Effects of polymerization contraction stress of composite restorations. **Journal of Dentistry**, v. 20, p. 178-182, 1992.

SANTOS, L. A.; TURBINO, M. L., YOUSSEF, M. N.; MATSON, E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 65-70, Jan./ Mar. 2000.

SONG Y. X.; INOUE, K. Linear shrinkage of photo-activated composite resins during setting. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, p. 335-341, 2001.

STRAIN GAGE CONDITIONER AND AMPLIFIER SYSTEM MODEL 2100. **Instruction Manual**. Measurements Group, Inc., USA, 1988.

TSURUTA, T.; HAYASHI, T.; ISHIHARA, K.; KATAOKA, K.; KIMURA, Y. **Biomedical Applications of Polymeric Material**, c. 4, p. 225-233.

VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W. H. Do dental composites always shrink toward the light?. **Journal of Dental Research**, v.77, n.6, p. 1435-1445, 1998.

WATTS, D.C.; MARIUF, A. S.; AL-HINDI, A. M. Photo-polymerization shrinkage-stress kinetics in resin-composites: methods development. **Dental Materials**, v. 19, p. 1-11, january, 2003.

WATTS, D. C.; CASH, A. J. Determination of polymerization shrinkage in visible-light-cure materials: methods development **Dental Materials**, v. 7, p. 281-287, 1991.

YAP, A. U. J.; SOH, M. S.; SIOW, K. S. Post-gel Shrinkage with Pulse Activation and Soft-start polymerization. **Operative Dentistry**, v. 27, p. 81-87, 2002.

## **Anexos**

Os dados da tabela a seguir foram coletados do aquisitor de sinais do computador, no segundo experimento, realizado no IPT/USP. Estes dados geraram os gráficos referentes às figuras: 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8.

A taxa de aquisição de dados foi na frequência de 10 Hz, que corresponde a 10 leituras por segundo, portanto, em 300s foram lidos 3000 pontos.

Na primeira tabela o Ensaio1C1, Ensaio2C2, Ensaio3C3, Ensaio12C4, correspondem, respectivamente, a C1, C2, C3, C4 da Figura 4.5.

Na segunda tabela, o Ensaio4D1, Ensaio6D2, Ensaio8D3, Ensaio9D4 correspondem, respectivamente, a D1, D2, D3 e D4 da Figura 4.6.

A seguir, amostra parcial da tabela de aquisição de dados realizado no IPT/USP.

Tabela 1. Tabela de aquisição de dados realizado no IPT/USP: Filtek™ Z-250 – 3M

Obs: Impressão das primeiras 10 páginas, de um total de 73 páginas.

| z250<br>Tempo(s) | Microstrain<br>Ensaio1C1 | MicroStrain<br>Ensaio2C2 | MicroStrain<br>Ensaio3C3 | MicroStrain<br>Ensaio12C4 | MicroStrain<br>Ensaio 13 | Microstrain<br>Ensaio 14 |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,00             | -0,61                    | -9,16                    | 14,65                    | 8,54                      | 10,99                    | -9,77                    |
| 0,10             | 4,27                     | 6,10                     | 0,61                     | 9,77                      | 8,54                     | 1,22                     |
| 0,20             | -3,66                    | 9,16                     | -3,66                    | 4,88                      | 10,99                    | -15,87                   |
| 0,30             | -3,05                    | 3,66                     | 5,49                     | 3,66                      | 7,32                     | 0,00                     |
| 0,40             | 0,00                     | 12,82                    | 1,83                     | 3,66                      | 8,54                     | 3,66                     |
| 0,50             | -1,83                    | 1,83                     | 0,00                     | 9,77                      | 0,00                     | 2,44                     |
| 0,60             | 4,88                     | 8,54                     | 1,22                     | 9,77                      | 14,65                    | -3,66                    |
| 0,70             | 1,83                     | 1,22                     | 4,27                     | 4,88                      | 4,88                     | 3,66                     |
| 0,80             | -1,22                    | 11,60                    | -3,05                    | 4,88                      | 4,88                     | 2,44                     |
| 0,90             | 5,49                     | -3,05                    | 3,66                     | 7,32                      | 10,99                    | -1,22                    |
| 1,00             | 10,99                    | 9,16                     | -1,22                    | 6,10                      | 10,99                    | 10,99                    |
| 1,10             | 7,32                     | 6,10                     | -1,83                    | 4,88                      | 10,99                    | 2,44                     |
| 1,20             | -1,22                    | 10,38                    | 1,83                     | 3,66                      | 9,77                     | -2,44                    |
| 1,30             | 1,22                     | 17,09                    | 3,66                     | 10,99                     | 9,77                     | 8,54                     |
| 1,40             | -1,22                    | 9,77                     | -0,61                    | 6,10                      | 9,77                     | 4,88                     |
| 1,50             | 6,71                     | 6,71                     | -1,22                    | -1,22                     | 7,32                     | 10,99                    |
| 1,60             | -4,27                    | 9,77                     | 4,88                     | 14,65                     | 9,77                     | -8,54                    |
| 1,70             | 2,44                     | 7,32                     | -4,27                    | 9,77                      | 7,32                     | 7,32                     |
| 1,80             | -0,61                    | 6,71                     | -3,05                    | 1,22                      | 17,09                    | -2,44                    |
| 1,90             | -3,05                    | 3,66                     | -6,71                    | 2,44                      | 6,10                     | 12,21                    |
| 2,00             | 1,22                     | 0,00                     | 3,66                     | 8,54                      | 9,77                     | 32,96                    |
| 2,10             | 0,00                     | 0,61                     | -3,05                    | 3,66                      | 3,66                     | 10,99                    |
| 2,20             | -7,32                    | -0,61                    | -2,44                    | 1,22                      | 13,43                    | 18,31                    |
| 2,30             | 0,61                     | 12,82                    | -3,66                    | 7,32                      | 13,43                    | 7,32                     |
| 2,40             | 3,05                     | 21,36                    | 0,61                     | 6,10                      | 9,77                     | 8,54                     |
| 2,50             | 3,66                     | 3,05                     | -0,61                    | 8,54                      | 10,99                    | 7,32                     |
| 2,60             | 1,83                     | 0,61                     | -1,22                    | 6,10                      | 14,65                    | 12,21                    |
| 2,70             | 4,27                     | 14,65                    | -0,61                    | 7,32                      | 2,44                     | 1,22                     |
| 2,80             | 6,71                     | 8,54                     | -10,38                   | 13,43                     | 10,99                    | 7,32                     |
| 2,90             | 7,32                     | 0,00                     | 4,27                     | 6,10                      | 10,99                    | 10,99                    |
| 3,00             | 4,27                     | 4,27                     | -0,61                    | 6,10                      | 10,99                    | 23,19                    |
| 3,10             | 3,66                     | 3,05                     | 4,88                     | 2,44                      | 8,54                     | 3,66                     |
| 3,20             | -8,54                    | 0,61                     | -12,82                   | 2,44                      | 10,99                    | 25,64                    |
| 3,30             | 9,16                     | 10,99                    | -3,05                    | 7,32                      | 6,10                     | 7,32                     |
| 3,40             | 12,21                    | 7,32                     | 1,22                     | 3,66                      | 14,65                    | 15,87                    |
| 3,50             | 1,83                     | 9,77                     | -8,54                    | 19,53                     | 9,77                     | -2,44                    |
| 3,60             | -1,22                    | 6,10                     | 0,00                     | 4,88                      | 18,31                    | 6,10                     |
| 3,70             | 3,05                     | 16,48                    | -2,44                    | 2,44                      | 13,43                    | -8,54                    |
| 3,80             | -0,61                    | -3,05                    | -6,10                    | 4,88                      | 17,09                    | 2,44                     |
| 3,90             | 2,44                     | -9,77                    | 0,00                     | 17,09                     | 13,43                    | 23,19                    |
| 4,00             | 2,44                     | 10,99                    | -1,22                    | 10,99                     | 20,75                    | 25,64                    |
| 4,10             | 0,00                     | 7,93                     | -7,32                    | 23,19                     | 10,99                    | 2,44                     |
| 4,20             | 7,93                     | 6,10                     | 9,16                     | 21,97                     | 7,32                     | 4,88                     |
| 4,30             | 1,83                     | 4,88                     | 4,27                     | 32,96                     | 13,43                    | 8,54                     |
| 4,40             | 0,61                     | 14,04                    | -3,05                    | 32,96                     | 12,21                    | 43,95                    |

|      |        |         |        |         |         |        |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 4,50 | 0,61   | 5,49    | -1,22  | 40,28   | 15,87   | 3,66   |
| 4,60 | 1,83   | 8,54    | -6,71  | 47,61   | 6,10    | 2,44   |
| 4,70 | 3,66   | 11,60   | 3,05   | 57,37   | 8,54    | 0,00   |
| 4,80 | 0,00   | -3,66   | 1,22   | 69,58   | 13,43   | 1,22   |
| 4,90 | -1,22  | 3,66    | -8,54  | 75,68   | 8,54    | 24,41  |
| 5,00 | 7,93   | -1,83   | 1,83   | 84,23   | 4,88    | 4,88   |
| 5,10 | 4,88   | 4,27    | 10,99  | 98,88   | 6,10    | 3,66   |
| 5,20 | 2,44   | -4,88   | 4,27   | 100,10  | 12,21   | -10,99 |
| 5,30 | 6,71   | 8,54    | 10,38  | 112,30  | 3,66    | 4,88   |
| 5,40 | 17,70  | 7,93    | 10,99  | 120,85  | 6,10    | -3,66  |
| 5,50 | 7,32   | 12,21   | 12,82  | 129,39  | 6,10    | 0,00   |
| 5,60 | 12,82  | 8,54    | 26,25  | 144,04  | 6,10    | 1,22   |
| 5,70 | 16,48  | 7,93    | 29,91  | 134,28  | 4,88    | 6,10   |
| 5,80 | 22,58  | 5,49    | 38,45  | 148,93  | #VALOR! | -2,44  |
| 5,90 | 23,19  | 7,32    | 48,83  | 135,50  | 13,43   | -1,22  |
| 6,00 | 31,74  | 36,62   | 58,59  | 145,26  | 4,88    | 0,00   |
| 6,10 | 40,89  | 15,87   | 69,58  | 147,71  | 8,54    | -2,44  |
| 6,20 | 50,05  | 10,38   | 75,07  | 139,16  | 8,54    | 2,44   |
| 6,30 | 54,93  | 7,93    | 103,15 | 134,28  | 13,43   | -3,66  |
| 6,40 | 56,15  | 8,54    | 100,71 | 128,17  | 9,77    | 0,00   |
| 6,50 | 64,70  | 3,66    | 105,59 | 114,75  | 8,54    | 4,88   |
| 6,60 | 67,75  | 2,44    | 109,25 | 111,08  | 10,99   | 1,22   |
| 6,70 | 73,85  | 8,54    | 125,12 | 89,11   | 6,10    | 2,44   |
| 6,80 | 78,74  | #VALOR! | 129,39 | 76,90   | 7,32    | 1,22   |
| 6,90 | 90,94  | -3,05   | 133,06 | 61,04   | -3,66   | -4,88  |
| 7,00 | 89,11  | 9,16    | 133,67 | 42,73   | 21,97   | 19,53  |
| 7,10 | 97,66  | 7,32    | 135,50 | 14,65   | 17,09   | -1,22  |
| 7,20 | 103,15 | 25,02   | 136,72 | -6,10   | 17,09   | -2,44  |
| 7,30 | 103,76 | 6,10    | 139,77 | -24,41  | 2,44    | 4,88   |
| 7,40 | 108,03 | 3,05    | 136,72 | -52,49  | 17,09   | 2,44   |
| 7,50 | 107,42 | 7,32    | 137,94 | -63,48  | 10,99   | -3,66  |
| 7,60 | 116,58 | 6,71    | 131,23 | -92,77  | 8,54    | 2,44   |
| 7,70 | 103,76 | 12,21   | 122,07 | -117,19 | 14,65   | 13,43  |
| 7,80 | 110,47 | 11,60   | 119,02 | -139,16 | 17,09   | 3,66   |
| 7,90 | 108,03 | 3,66    | 116,58 | -156,25 | 13,43   | 8,54   |
| 8,00 | 98,27  | 10,99   | 99,49  | -180,66 | 12,21   | 8,54   |
| 8,10 | 100,10 | 9,77    | 97,05  | -203,86 | 17,09   | 4,88   |
| 8,20 | 101,93 | 7,93    | 79,35  | -230,71 | 20,75   | -4,88  |
| 8,30 | 94,60  | 8,54    | 69,58  | -252,69 | 14,65   | 4,88   |
| 8,40 | 92,16  | -4,27   | 56,15  | -271,00 | 19,53   | -4,88  |
| 8,50 | 86,06  | 16,48   | 42,73  | -301,51 | 17,09   | 0,00   |
| 8,60 | 79,96  | 12,82   | 28,69  | -323,49 | 20,75   | 6,10   |
| 8,70 | 84,84  | 7,32    | 22,58  | -349,12 | 41,50   | 6,10   |
| 8,80 | 73,85  | 10,99   | -1,22  | -378,42 | 15,87   | 3,66   |
| 8,90 | 68,97  | 6,71    | -12,21 | -394,29 | 15,87   | 8,54   |
| 9,00 | 65,92  | 14,65   | -29,30 | -415,04 | 18,31   | 2,44   |
| 9,10 | 50,66  | 6,10    | -43,95 | -435,79 | 20,75   | 8,54   |
| 9,20 | 53,10  | 18,31   | -59,81 | -461,43 | 29,30   | 10,99  |
| 9,30 | 48,83  | 27,47   | -70,80 | -477,29 | 28,08   | 21,97  |
| 9,40 | 39,67  | 8,54    | -92,16 | -498,05 | 17,09   | 4,88   |

|       |         |        |         |          |       |       |
|-------|---------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 9,50  | 39,06   | 8,54   | -105,59 | -516,36  | 31,74 | 13,43 |
| 9,60  | 32,35   | 16,48  | -118,41 | -548,10  | 37,84 | 7,32  |
| 9,70  | 26,25   | 16,48  | -137,94 | -554,20  | 35,40 | 20,75 |
| 9,80  | 19,53   | 17,09  | -153,81 | -577,39  | 35,40 | 9,77  |
| 9,90  | 17,70   | 17,09  | -164,79 | -587,16  | 35,40 | 2,44  |
| 10,00 | 20,75   | 37,23  | -183,11 | -611,57  | 36,62 | 13,43 |
| 10,10 | 10,99   | 30,52  | -196,53 | -622,56  | 34,18 | 2,44  |
| 10,20 | -3,66   | 29,30  | -210,57 | -643,31  | 39,06 | 10,99 |
| 10,30 | -8,54   | 45,78  | -225,22 | -666,50  | 31,74 | 7,32  |
| 10,40 | -13,43  | 57,98  | -237,43 | -681,15  | 41,50 | 7,32  |
| 10,50 | -15,87  | 59,81  | -258,18 | -692,14  | 39,06 | 3,66  |
| 10,60 | -21,97  | 70,80  | -272,83 | -710,45  | 48,83 | 21,97 |
| 10,70 | -24,41  | 85,45  | -288,09 | -720,21  | 42,73 | 12,21 |
| 10,80 | -42,11  | 83,01  | -299,07 | -734,86  | 42,73 | 8,54  |
| 10,90 | -41,50  | 100,71 | -313,11 | -744,63  | 40,28 | 13,43 |
| 11,00 | -35,40  | 120,24 | -325,93 | -754,39  | 43,95 | 10,99 |
| 11,10 | -51,88  | 104,98 | -352,78 | -767,82  | 40,28 | 21,97 |
| 11,20 | -56,76  | 126,34 | -353,39 | -781,25  | 42,73 | 20,75 |
| 11,30 | -64,70  | 128,17 | -365,60 | -786,13  | 42,73 | 17,09 |
| 11,40 | -67,75  | 129,39 | -384,52 | -806,88  | 41,50 | 4,88  |
| 11,50 | -73,85  | 136,11 | -394,90 | -810,55  | 41,50 | 23,19 |
| 11,60 | -81,18  | 132,45 | -405,27 | -823,97  | 46,39 | -3,66 |
| 11,70 | -97,05  | 138,55 | -415,04 | -836,18  | 48,83 | 12,21 |
| 11,80 | -99,49  | 138,55 | -432,74 | -848,39  | 45,17 | 18,31 |
| 11,90 | -106,20 | 138,55 | -436,40 | -858,15  | 47,61 | 18,31 |
| 12,00 | -116,58 | 137,33 | -447,39 | -875,24  | 40,28 | 13,43 |
| 12,10 | -122,68 | 142,21 | -471,80 | -878,91  | 48,83 | 9,77  |
| 12,20 | -131,23 | 133,67 | -476,07 | -898,44  | 47,61 | 7,32  |
| 12,30 | -127,56 | 130,00 | -491,94 | -904,54  | 51,27 | 14,65 |
| 12,40 | -152,59 | 131,23 | -505,98 | -914,31  | 54,93 | 19,53 |
| 12,50 | -164,79 | 134,89 | -510,25 | -924,07  | 56,15 | 19,53 |
| 12,60 | -152,59 | 117,19 | -527,95 | -933,84  | 51,27 | 20,75 |
| 12,70 | -175,78 | 122,07 | -534,67 | -944,82  | 50,05 | 26,86 |
| 12,80 | -196,53 | 132,45 | -544,43 | -950,93  | 48,83 | 14,65 |
| 12,90 | -203,25 | 104,37 | -554,20 | -957,03  | 57,37 | 20,75 |
| 13,00 | -209,35 | 97,05  | -571,29 | -964,36  | 56,15 | 15,87 |
| 13,10 | -228,88 | 89,72  | -581,67 | -970,46  | 58,59 | 20,75 |
| 13,20 | -227,05 | 72,02  | -592,65 | -983,89  | 61,04 | 19,53 |
| 13,30 | -238,65 | 71,41  | -612,18 | -987,55  | 64,70 | 20,75 |
| 13,40 | -249,63 | 70,19  | -612,18 | -1001,00 | 65,92 | 9,77  |
| 13,50 | -254,52 | 49,44  | -626,22 | -1001,00 | 72,02 | 25,64 |
| 13,60 | -264,28 | 40,89  | -630,49 | -1021,70 | 73,24 | 34,18 |
| 13,70 | -280,76 | 31,13  | -632,93 | -1018,10 | 64,70 | 29,30 |
| 13,80 | -284,42 | 32,96  | -651,86 | -1030,30 | 69,58 | 39,06 |
| 13,90 | -293,58 | 6,10   | -659,18 | -1031,50 | 79,35 | 31,74 |
| 14,00 | -307,62 | -21,36 | -669,56 | -1048,60 | 81,79 | 39,06 |
| 14,10 | -308,84 | -17,09 | -676,88 | -1053,50 | 93,99 | 30,52 |
| 14,20 | -318,60 | -27,47 | -682,37 | -1065,70 | 85,45 | 39,06 |
| 14,30 | -331,42 | -40,28 | -698,24 | -1069,30 | 85,45 | 41,50 |
| 14,40 | -340,58 | -61,65 | -701,29 | -1080,30 | 92,77 | 35,40 |

|       |         |         |          |          |        |        |
|-------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|
| 14,50 | -350,34 | -71,41  | -703,13  | -1087,60 | 107,42 | 43,95  |
| 14,60 | -341,80 | -89,72  | -723,88  | -1093,80 | 98,88  | 40,28  |
| 14,70 | -370,48 | -104,98 | -734,86  | -1095,00 | 96,44  | 45,17  |
| 14,80 | -374,15 | -113,53 | -726,32  | -1106,00 | 98,88  | 47,61  |
| 14,90 | -383,30 | -122,68 | -749,51  | -1119,40 | 102,54 | 50,05  |
| 15,00 | -379,64 | -139,77 | -764,77  | -1121,80 | 109,86 | 50,05  |
| 15,10 | -401,61 | -144,04 | -771,48  | -1129,20 | 102,54 | 48,83  |
| 15,20 | -410,77 | -167,24 | -775,76  | -1131,60 | 104,98 | 74,46  |
| 15,30 | -421,14 | -172,12 | -784,30  | -1145,00 | 104,98 | 51,27  |
| 15,40 | -416,87 | -192,87 | -782,47  | -1148,70 | 106,20 | 51,27  |
| 15,50 | -430,30 | -184,94 | -798,34  | -1153,60 | 112,30 | 52,49  |
| 15,60 | -438,84 | -219,12 | -804,44  | -1157,20 | 109,86 | 52,49  |
| 15,70 | -443,12 | -227,66 | -809,94  | -1165,80 | 86,67  | 45,17  |
| 15,80 | -447,39 | -250,85 | -814,82  | -1176,80 | 86,67  | 45,17  |
| 15,90 | -458,98 | -257,57 | -819,70  | -1180,40 | 101,32 | 57,37  |
| 16,00 | -474,85 | -250,85 | -833,74  | -1187,70 | 108,64 | 47,61  |
| 16,10 | -483,40 | -281,98 | -838,01  | -1192,60 | 111,08 | 78,13  |
| 16,20 | -491,33 | -301,51 | -844,73  | -1207,30 | 107,42 | 72,02  |
| 16,30 | -493,77 | -306,40 | -845,34  | -1207,30 | 119,63 | 67,14  |
| 16,40 | -497,44 | -323,49 | -858,15  | -1219,50 | 108,64 | 74,46  |
| 16,50 | -514,53 | -342,41 | -861,82  | -1218,30 | 107,42 | 65,92  |
| 16,60 | -513,31 | -345,46 | -866,70  | -1223,10 | 104,98 | 70,80  |
| 16,70 | -531,01 | -350,95 | -880,74  | -1228,00 | 108,64 | 68,36  |
| 16,80 | -536,50 | -371,70 | -879,52  | -1234,10 | 104,98 | 100,10 |
| 16,90 | -535,89 | -374,76 | -886,84  | -1240,20 | 107,42 | 80,57  |
| 17,00 | -543,82 | -397,34 | -892,94  | -1242,70 | 112,30 | 65,92  |
| 17,10 | -556,64 | -398,56 | -894,17  | -1251,20 | 103,76 | 74,46  |
| 17,20 | -558,47 | -415,65 | -906,98  | -1262,20 | 100,10 | 78,13  |
| 17,30 | -572,51 | -429,08 | -910,03  | -1263,40 | 101,32 | 78,13  |
| 17,40 | -574,34 | -427,86 | -919,19  | -1272,00 | 112,30 | 56,15  |
| 17,50 | -584,11 | -449,83 | -919,19  | -1273,20 | 108,64 | 80,57  |
| 17,60 | -595,70 | -454,10 | -927,12  | -1287,80 | 102,54 | 79,35  |
| 17,70 | -596,92 | -471,80 | -941,16  | -1287,80 | 106,20 | 80,57  |
| 17,80 | -615,23 | -488,28 | -943,60  | -1293,90 | 114,75 | 84,23  |
| 17,90 | -616,46 | -500,49 | -944,21  | -1291,50 | 111,08 | 76,90  |
| 18,00 | -622,56 | -510,86 | -949,71  | -1306,20 | 112,30 | 86,67  |
| 18,10 | -626,22 | -512,70 | -965,58  | -1309,80 | 111,08 | 89,11  |
| 18,20 | -635,38 | -532,84 | -968,02  | -1315,90 | 102,54 | 83,01  |
| 18,30 | -643,92 | -541,38 | -968,63  | -1320,80 | 104,98 | 80,57  |
| 18,40 | -646,36 | -569,46 | -975,95  | -1326,90 | 101,32 | 90,33  |
| 18,50 | -653,69 | -554,20 | -976,56  | -1328,10 | 100,10 | 84,23  |
| 18,60 | -664,06 | -568,85 | -988,77  | -1336,70 | 103,76 | 80,57  |
| 18,70 | -667,11 | -587,16 | -993,65  | -1340,30 | 101,32 | 93,99  |
| 18,80 | -665,89 | -593,87 | -999,15  | -1355,00 | 102,54 | 89,11  |
| 18,90 | -679,32 | -603,64 | -1002,20 | -1346,40 | 111,08 | 86,67  |
| 19,00 | -685,42 | -615,84 | -1002,20 | -1356,20 | 101,32 | 80,57  |
| 19,10 | -697,63 | -625,00 | -1008,30 | -1363,50 | 100,10 | 93,99  |
| 19,20 | -692,14 | -634,77 | -1008,90 | -1370,80 | 96,44  | 80,57  |
| 19,30 | -700,07 | -640,26 | -1021,70 | -1378,20 | 96,44  | 83,01  |
| 19,40 | -708,62 | -645,75 | -1026,00 | -1379,40 | 93,99  | 76,90  |

|       |          |         |          |          |       |        |
|-------|----------|---------|----------|----------|-------|--------|
| 19,50 | -711,67  | -656,13 | -1029,10 | -1383,10 | 95,22 | 78,13  |
| 19,60 | -718,99  | -662,84 | -1035,80 | -1392,80 | 96,44 | 80,57  |
| 19,70 | -724,49  | -672,61 | -1038,80 | -1394,00 | 95,22 | 91,55  |
| 19,80 | -724,49  | -682,37 | -1043,70 | -1407,50 | 93,99 | 100,10 |
| 19,90 | -733,03  | -686,65 | -1048,00 | -1406,30 | 90,33 | 91,55  |
| 20,00 | -740,97  | -684,81 | -1046,80 | -1407,50 | 98,88 | 93,99  |
| 20,10 | -739,75  | -709,23 | -1056,50 | -1408,70 | 90,33 | 95,22  |
| 20,20 | -739,14  | -712,89 | -1060,80 | -1420,90 | 93,99 | 89,11  |
| 20,30 | -745,24  | -717,77 | -1069,30 | -1424,60 | 92,77 | 85,45  |
| 20,40 | -757,45  | -720,21 | -1060,20 | -1420,90 | 98,88 | 80,57  |
| 20,50 | -758,06  | -737,30 | -1074,80 | -1429,40 | 84,23 | 76,90  |
| 20,60 | -767,82  | -727,54 | -1079,70 | -1425,80 | 86,67 | 89,11  |
| 20,70 | -775,76  | -744,63 | -1080,90 | -1438,00 | 85,45 | 83,01  |
| 20,80 | -783,08  | -734,25 | -1084,00 | -1441,70 | 90,33 | 80,57  |
| 20,90 | -795,29  | -753,78 | -1086,40 | -1441,70 | 83,01 | 87,89  |
| 21,00 | -788,57  | -762,33 | -1088,90 | -1449,00 | 84,23 | 81,79  |
| 21,10 | -800,78  | -770,26 | -1098,60 | -1445,30 | 78,13 | 87,89  |
| 21,20 | -795,29  | -781,25 | -1088,30 | -1458,70 | 76,90 | 81,79  |
| 21,30 | -802,61  | -783,69 | -1099,20 | -1452,60 | 74,46 | 96,44  |
| 21,40 | -791,63  | -794,68 | -1115,10 | -1458,70 | 73,24 | 87,89  |
| 21,50 | -810,55  | -796,51 | -1109,00 | -1464,80 | 74,46 | 89,11  |
| 21,60 | -825,81  | -806,88 | -1109,00 | -1468,50 | 68,36 | 90,33  |
| 21,70 | -828,25  | -809,33 | -1115,70 | -1468,50 | 73,24 | 98,88  |
| 21,80 | -839,84  | -798,95 | -1120,60 | -1469,70 | 61,04 | 106,20 |
| 21,90 | -844,73  | -826,42 | -1127,30 | -1473,40 | 69,58 | 98,88  |
| 22,00 | -858,15  | -831,91 | -1127,30 | -1477,10 | 69,58 | 97,66  |
| 22,10 | -864,87  | -841,06 | -1129,80 | -1481,90 | 62,26 | 95,22  |
| 22,20 | -859,99  | -837,40 | -1137,70 | -1489,30 | 63,48 | 98,88  |
| 22,30 | -876,46  | -844,73 | -1140,10 | -1489,30 | 54,93 | 104,98 |
| 22,40 | -884,40  | -858,15 | -1145,00 | -1491,70 | 57,37 | 101,32 |
| 22,50 | -882,57  | -863,65 | -1146,20 | -1495,40 | 58,59 | 86,67  |
| 22,60 | -903,32  | -867,92 | -1154,20 | -1500,20 | 47,61 | 108,64 |
| 22,70 | -906,98  | -875,24 | -1153,00 | -1496,60 | 51,27 | 100,10 |
| 22,80 | -912,48  | -876,46 | -1163,30 | -1506,30 | 51,27 | 90,33  |
| 22,90 | -914,31  | -899,66 | -1159,70 | -1506,30 | 43,95 | 83,01  |
| 23,00 | -928,34  | -895,39 | -1167,00 | -1514,90 | 43,95 | 92,77  |
| 23,10 | -940,55  | -905,76 | -1170,70 | -1516,10 | 43,95 | 98,88  |
| 23,20 | -940,55  | -902,71 | -1177,40 | -1519,80 | 39,06 | 90,33  |
| 23,30 | -956,42  | -913,09 | -1182,90 | -1521,00 | 36,62 | 103,76 |
| 23,40 | -956,42  | -911,87 | -1182,90 | -1525,90 | 35,40 | 98,88  |
| 23,50 | -957,64  | -919,80 | -1188,40 | -1514,90 | 32,96 | 86,67  |
| 23,60 | -964,97  | -926,51 | -1193,20 | -1536,90 | 25,64 | 78,13  |
| 23,70 | -968,02  | -936,28 | -1198,10 | -1534,40 | 34,18 | 92,77  |
| 23,80 | -976,56  | -936,89 | -1203,60 | -1535,60 | 28,08 | 100,10 |
| 23,90 | -983,28  | -926,51 | -1205,40 | -1540,50 | 29,30 | 104,98 |
| 24,00 | -988,77  | -950,32 | -1214,00 | -1544,20 | 32,96 | 91,55  |
| 24,10 | -984,50  | -947,88 | -1206,70 | -1545,40 | 26,86 | 101,32 |
| 24,20 | -994,26  | -958,86 | -1214,00 | -1540,50 | 20,75 | 102,54 |
| 24,30 | -998,54  | -941,16 | -1223,10 | -1547,90 | 15,87 | 97,66  |
| 24,40 | -1001,00 | -957,64 | -1224,40 | -1554,00 | 19,53 | 97,66  |

|       |          |          |          |          |         |        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| 24,50 | -1002,80 | -964,97  | -1228,60 | -1557,60 | 8,54    | 90,33  |
| 24,60 | -1009,50 | -976,56  | -1234,10 | -1558,80 | 10,99   | 87,89  |
| 24,70 | -1008,30 | -986,33  | -1234,10 | -1562,50 | 9,77    | 96,44  |
| 24,80 | -1017,50 | -983,28  | -1238,40 | -1564,90 | 14,65   | 97,66  |
| 24,90 | -1022,30 | -988,16  | -1253,70 | -1569,80 | 9,77    | 96,44  |
| 25,00 | -1029,70 | -994,87  | -1246,90 | -1572,30 | -3,66   | 91,55  |
| 25,10 | -1029,70 | -999,15  | -1249,40 | -1578,40 | 1,22    | 98,88  |
| 25,20 | -1032,70 | -1006,50 | -1256,70 | -1582,00 | 3,66    | 111,08 |
| 25,30 | -1037,60 | -1008,90 | -1254,30 | -1582,00 | -2,44   | 102,54 |
| 25,40 | -1043,10 | -1013,20 | -1252,40 | -1584,50 | 1,22    | 92,77  |
| 25,50 | -1046,10 | -1018,70 | -1258,50 | -1589,40 | #VALOR! | 123,29 |
| 25,60 | -1054,70 | -1024,80 | -1268,30 | -1596,70 | -10,99  | 100,10 |
| 25,70 | -1060,80 | -1026,60 | -1263,40 | -1591,80 | -6,10   | 91,55  |
| 25,80 | -1052,90 | -1026,60 | -1270,10 | -1579,60 | -7,32   | 102,54 |
| 25,90 | -1067,50 | -1035,20 | -1267,70 | -1597,90 | -21,97  | 93,99  |
| 26,00 | -1069,30 | -1035,80 | -1276,20 | -1601,60 | -62,26  | 92,77  |
| 26,10 | -1076,70 | -1036,40 | -1278,10 | -1604,00 | -69,58  | 98,88  |
| 26,20 | -1075,40 | -1051,60 | -1264,60 | -1615,00 | -45,17  | 101,32 |
| 26,30 | -1082,80 | -1063,20 | -1282,30 | -1612,50 | -65,92  | 95,22  |
| 26,40 | -1080,30 | -1072,40 | -1281,70 | -1616,20 | -46,39  | 102,54 |
| 26,50 | -1086,40 | -1062,00 | -1287,80 | -1618,70 | -47,61  | 96,44  |
| 26,60 | -1092,50 | -1069,30 | -1296,40 | -1623,50 | -64,70  | 104,98 |
| 26,70 | -1091,90 | -1069,90 | -1297,60 | -1632,10 | -67,14  | 108,64 |
| 26,80 | -1092,50 | -1077,90 | -1294,60 | -1624,80 | -63,48  | 102,54 |
| 26,90 | -1090,70 | -1080,30 | -1299,40 | -1634,50 | -70,80  | 93,99  |
| 27,00 | -1095,00 | -1078,50 | -1305,50 | -1630,90 | -63,48  | 98,88  |
| 27,10 | -1096,80 | -1087,60 | -1301,30 | -1638,20 | -74,46  | 101,32 |
| 27,20 | -1099,90 | -1085,20 | -1309,20 | -1640,60 | -83,01  | 97,66  |
| 27,30 | -1113,30 | -1089,50 | -1304,30 | -1639,40 | -83,01  | 74,46  |
| 27,40 | -1106,60 | -1099,90 | -1304,30 | -1640,60 | -81,79  | 93,99  |
| 27,50 | -1105,30 | -1090,70 | -1310,40 | -1647,90 | -80,57  | 97,66  |
| 27,60 | -1115,70 | -1106,00 | -1303,70 | -1644,30 | -95,22  | 90,33  |
| 27,70 | -1120,00 | -1110,20 | -1314,70 | -1652,80 | -95,22  | 84,23  |
| 27,80 | -1121,80 | -1107,80 | -1315,90 | -1652,80 | -97,66  | 107,42 |
| 27,90 | -1124,90 | -1120,60 | -1317,70 | -1657,70 | -97,66  | 133,06 |
| 28,00 | -1132,80 | -1117,60 | -1321,40 | -1654,10 | -104,98 | 100,10 |
| 28,10 | -1141,40 | -1123,70 | -1323,20 | -1660,20 | -103,76 | 98,88  |
| 28,20 | -1153,60 | -1113,30 | -1320,80 | -1666,30 | -106,20 | 111,08 |
| 28,30 | -1142,00 | -1119,40 | -1330,60 | -1658,90 | -106,20 | 102,54 |
| 28,40 | -1156,00 | -1131,00 | -1333,00 | -1661,40 | -104,98 | 102,54 |
| 28,50 | -1154,20 | -1138,90 | -1334,20 | -1661,40 | -107,42 | 93,99  |
| 28,60 | -1153,00 | -1138,30 | -1338,50 | -1678,50 | -120,85 | 98,88  |
| 28,70 | -1163,30 | -1141,40 | -1334,20 | -1679,70 | -118,41 | 106,20 |
| 28,80 | -1166,40 | -1142,60 | -1336,10 | -1685,80 | -129,39 | 96,44  |
| 28,90 | -1165,20 | -1157,80 | -1345,20 | -1685,80 | -129,39 | 102,54 |
| 29,00 | -1179,20 | -1146,90 | -1347,00 | -1685,80 | -134,28 | 96,44  |
| 29,10 | -1182,90 | -1151,70 | -1351,30 | -1684,60 | -135,50 | 91,55  |
| 29,20 | -1182,30 | -1156,00 | -1340,30 | -1688,20 | -136,72 | 107,42 |
| 29,30 | -1191,40 | -1157,20 | -1350,70 | -1691,90 | -137,94 | 100,10 |
| 29,40 | -1191,40 | -1165,80 | -1346,40 | -1693,10 | -157,47 | 91,55  |

|       |          |          |          |          |         |        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| 29,50 | -1189,00 | -1170,70 | -1353,80 | -1699,20 | -150,15 | 91,55  |
| 29,60 | -1194,50 | -1170,70 | -1357,40 | -1699,20 | -151,37 | 98,88  |
| 29,70 | -1208,50 | -1169,40 | -1352,50 | -1696,80 | -152,59 | 107,42 |
| 29,80 | -1217,70 | -1176,10 | -1346,40 | -1700,40 | -157,47 | 93,99  |
| 29,90 | -1216,40 | -1176,80 | -1358,60 | -1705,30 | -159,91 | 98,88  |
| 30,00 | -1217,00 | -1180,40 | -1358,60 | -1705,30 | -157,47 | 89,11  |
| 30,10 | -1218,90 | -1183,50 | -1367,80 | -1711,40 | -167,24 | 83,01  |
| 30,20 | -1220,10 | -1187,10 | -1360,50 | -1706,50 | -158,69 | 101,32 |
| 30,30 | -1224,40 | -1190,80 | -1376,30 | -1716,30 | -153,81 | 95,22  |
| 30,40 | -1229,20 | -1200,60 | -1359,90 | -1711,40 | -167,24 | 97,66  |
| 30,50 | -1241,50 | -1203,60 | -1366,60 | -1720,00 | -174,56 | 90,33  |
| 30,60 | -1239,00 | -1205,40 | -1374,50 | -1711,40 | -177,00 | 103,76 |
| 30,70 | -1247,60 | -1207,90 | -1370,80 | -1721,20 | -173,34 | 96,44  |
| 30,80 | -1241,50 | -1203,00 | -1381,20 | -1724,90 | -179,44 | 100,10 |
| 30,90 | -1259,20 | -1210,90 | -1380,00 | -1724,90 | -189,21 | 96,44  |
| 31,00 | -1247,60 | -1210,30 | -1389,80 | -1729,70 | -195,31 | 93,99  |
| 31,10 | -1257,90 | -1211,50 | -1380,60 | -1727,30 | -207,52 | 100,10 |
| 31,20 | -1253,70 | -1193,80 | -1387,90 | -1732,20 | -205,08 | 93,99  |
| 31,30 | -1261,00 | -1227,40 | -1388,50 | -1724,90 | -206,30 | 92,77  |
| 31,40 | -1272,00 | -1227,40 | -1387,30 | -1729,70 | -217,29 | 107,42 |
| 31,50 | -1271,40 | -1231,70 | -1390,40 | -1737,10 | -227,05 | 102,54 |
| 31,60 | -1259,20 | -1232,30 | -1384,90 | -1740,70 | -227,05 | 98,88  |
| 31,70 | -1279,90 | -1234,70 | -1391,60 | -1741,90 | -231,93 | 95,22  |
| 31,80 | -1284,20 | -1242,70 | -1387,30 | -1748,00 | -234,38 | 97,66  |
| 31,90 | -1286,60 | -1247,60 | -1391,00 | -1749,30 | -236,82 | 100,10 |
| 32,00 | -1286,00 | -1239,00 | -1387,30 | -1749,30 | -246,58 | 98,88  |
| 32,10 | -1284,20 | -1248,20 | -1398,90 | -1754,20 | -245,36 | 98,88  |
| 32,20 | -1293,90 | -1241,50 | -1393,40 | -1752,90 | -251,46 | 114,75 |
| 32,30 | -1300,00 | -1254,30 | -1392,80 | -1756,60 | -258,79 | 97,66  |
| 32,40 | -1297,60 | -1248,80 | -1394,70 | -1757,80 | -257,57 | 96,44  |
| 32,50 | -1296,40 | -1254,90 | -1397,70 | -1760,30 | -268,55 | 90,33  |
| 32,60 | -1310,40 | -1273,80 | -1395,90 | -1768,80 | -275,88 | 90,33  |
| 32,70 | -1308,60 | -1261,60 | -1407,50 | -1763,90 | -271,00 | 74,46  |
| 32,80 | -1310,40 | -1267,70 | -1398,90 | -1770,00 | -277,10 | 78,13  |
| 32,90 | -1309,20 | -1264,00 | -1399,50 | -1766,40 | -288,09 | 130,62 |
| 33,00 | -1315,90 | -1275,00 | -1399,50 | -1771,20 | -288,09 | 84,23  |
| 33,10 | -1319,00 | -1272,60 | -1404,40 | -1778,60 | -288,09 | 96,44  |
| 33,20 | -1320,20 | -1278,10 | -1395,90 | -1776,10 | -299,07 | 93,99  |
| 33,30 | -1329,30 | -1285,40 | -1419,10 | -1776,10 | -301,51 | 95,22  |
| 33,40 | -1322,60 | -1291,50 | -1408,10 | -1785,90 | -307,62 | 126,95 |
| 33,50 | -1334,20 | -1293,30 | -1412,40 | -1778,60 | -311,28 | 91,55  |
| 33,60 | -1332,40 | -1290,90 | -1415,40 | -1784,70 | -321,04 | 89,11  |
| 33,70 | -1344,60 | -1282,30 | -1418,50 | -1790,80 | -333,25 | 69,58  |
| 33,80 | -1344,00 | -1298,20 | -1416,00 | -1787,10 | -330,81 | 83,01  |
| 33,90 | -1349,50 | -1289,70 | -1420,30 | -1790,80 | -328,37 | 87,89  |
| 34,00 | -1350,70 | -1304,90 | -1419,10 | -1798,10 | -338,13 | 81,79  |
| 34,10 | -1361,10 | -1308,60 | -1419,10 | -1795,70 | -340,58 | 89,11  |
| 34,20 | -1341,60 | -1300,00 | -1424,60 | -1795,70 | -345,46 | 61,04  |
| 34,30 | -1354,40 | -1300,70 | -1419,70 | -1795,70 | -352,78 | 86,67  |
| 34,40 | -1359,30 | -1309,20 | -1425,80 | -1800,50 | -352,78 | 90,33  |

|       |          |          |          |          |         |        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| 34,50 | -1364,10 | -1319,60 | -1427,60 | -1805,40 | -355,22 | 81,79  |
| 34,60 | -1369,60 | -1314,10 | -1428,80 | -1803,00 | -352,78 | 73,24  |
| 34,70 | -1377,60 | -1317,70 | -1432,50 | -1809,10 | -366,21 | 92,77  |
| 34,80 | -1377,00 | -1322,00 | -1431,90 | -1809,10 | -363,77 | 100,10 |
| 34,90 | -1378,80 | -1314,70 | -1434,30 | -1812,70 | -373,54 | 92,77  |
| 35,00 | -1379,40 | -1323,90 | -1428,80 | -1816,40 | -378,42 | 90,33  |
| 35,10 | -1380,60 | -1320,80 | -1434,90 | -1818,80 | -379,64 | 92,77  |
| 35,20 | -1391,60 | -1314,10 | -1444,10 | -1816,40 | -383,30 | 90,33  |
| 35,30 | -1386,70 | -1323,90 | -1442,30 | -1820,10 | -394,29 | 98,88  |
| 35,40 | -1394,70 | -1333,60 | -1444,70 | -1825,00 | -397,95 | 86,67  |
| 35,50 | -1392,80 | -1339,10 | -1442,90 | -1828,60 | -406,49 | 93,99  |
| 35,60 | -1397,10 | -1337,90 | -1447,10 | -1829,80 | -424,80 | 109,86 |
| 35,70 | -1407,50 | -1346,40 | -1450,80 | -1828,60 | -438,23 | 79,35  |
| 35,80 | -1409,30 | -1354,40 | -1445,90 | -1832,30 | -456,54 | 80,57  |
| 35,90 | -1410,50 | -1351,30 | -1451,40 | -1839,60 | -463,87 | 101,32 |
| 36,00 | -1415,40 | -1349,50 | -1451,40 | -1835,90 | -467,53 | 83,01  |
| 36,10 | -1420,90 | -1353,80 | -1457,50 | -1837,20 | -478,52 | 83,01  |
| 36,20 | -1424,60 | -1353,10 | -1433,10 | -1843,30 | -490,72 | 87,89  |
| 36,30 | -1426,40 | -1359,90 | -1452,60 | -1840,80 | -505,37 | 78,13  |
| 36,40 | -1431,30 | -1347,70 | -1459,40 | -1843,30 | -506,59 | 76,90  |
| 36,50 | -1438,00 | -1361,70 | -1463,00 | -1853,00 | -512,70 | 83,01  |
| 36,60 | -1440,40 | -1366,00 | -1461,80 | -1850,60 | -513,92 | 109,86 |
| 36,70 | -1430,70 | -1372,70 | -1464,20 | -1850,60 | -513,92 | 80,57  |
| 36,80 | -1438,00 | -1377,60 | -1463,60 | -1853,00 | -520,02 | 75,68  |
| 36,90 | -1449,60 | -1375,70 | -1466,70 | -1865,20 | -528,56 | 80,57  |
| 37,00 | -1445,30 | -1374,50 | -1472,20 | -1853,00 | -527,34 | 70,80  |
| 37,10 | -1440,40 | -1378,20 | -1466,70 | -1864,00 | -534,67 | 75,68  |
| 37,20 | -1448,40 | -1380,00 | -1470,30 | -1864,00 | -545,65 | 84,23  |
| 37,30 | -1452,00 | -1387,30 | -1474,00 | -1872,60 | -539,55 | 68,36  |
| 37,40 | -1451,40 | -1389,20 | -1472,20 | -1871,30 | -540,77 | 80,57  |
| 37,50 | -1459,40 | -1389,80 | -1467,30 | -1867,70 | -543,21 | 72,02  |
| 37,60 | -1447,80 | -1397,70 | -1473,40 | -1871,30 | -552,98 | 74,46  |
| 37,70 | -1460,00 | -1398,30 | -1474,00 | -1866,50 | -549,32 | 64,70  |
| 37,80 | -1461,20 | -1395,90 | -1474,00 | -1876,20 | -549,32 | 64,70  |
| 37,90 | -1474,60 | -1400,10 | -1478,90 | -1886,00 | -562,74 | 61,04  |
| 38,00 | -1463,00 | -1405,00 | -1481,90 | -1877,40 | -559,08 | 69,58  |
| 38,10 | -1474,60 | -1404,40 | -1481,30 | -1878,70 | -557,86 | 58,59  |
| 38,20 | -1470,90 | -1404,40 | -1483,20 | -1882,30 | -567,63 | 70,80  |
| 38,30 | -1488,00 | -1405,60 | -1486,20 | -1882,30 | -563,96 | 57,37  |
| 38,40 | -1480,70 | -1403,20 | -1479,50 | -1878,70 | -574,95 | 52,49  |
| 38,50 | -1489,90 | -1409,90 | -1488,00 | -1879,90 | -567,63 | 58,59  |
| 38,60 | -1477,70 | -1409,30 | -1483,80 | -1878,70 | -577,39 | 52,49  |
| 38,70 | -1480,10 | -1401,40 | -1483,20 | -1873,80 | -577,39 | 65,92  |
| 38,80 | -1481,90 | -1411,10 | -1485,00 | -1878,70 | -576,17 | 47,61  |
| 38,90 | -1487,40 | -1407,50 | -1488,00 | -1879,90 | -589,60 | 37,84  |
| 39,00 | -1489,90 | -1409,30 | -1491,70 | -1873,80 | -578,61 | 54,93  |
| 39,10 | -1489,90 | -1416,00 | -1496,00 | -1879,90 | -599,37 | 57,37  |
| 39,20 | -1495,40 | -1420,90 | -1496,00 | -1879,90 | -596,92 | 45,17  |
| 39,30 | -1496,60 | -1428,80 | -1493,50 | -1884,80 | -606,69 | 51,27  |
| 39,40 | -1497,20 | -1419,10 | -1499,00 | -1882,30 | -601,81 | 43,95  |

|       |          |          |          |          |         |         |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 39,50 | -1507,00 | -1425,80 | -1502,10 | -1882,30 | -614,01 | 47,61   |
| 39,60 | -1503,90 | -1431,90 | -1497,20 | -1892,10 | -626,22 | 45,17   |
| 39,70 | -1508,20 | -1430,10 | -1501,50 | -1887,20 | -629,88 | 43,95   |
| 39,80 | -1513,10 | -1420,90 | -1498,40 | -1881,10 | -617,68 | 39,06   |
| 39,90 | -1514,90 | -1402,00 | -1503,90 | -1893,30 | -639,65 | 46,39   |
| 40,00 | -1519,80 | -1405,00 | -1505,70 | -1889,60 | -651,86 | 37,84   |
| 40,10 | -1509,40 | -1402,60 | -1509,40 | -1893,30 | -655,52 | 39,06   |
| 40,20 | -1525,30 | -1419,70 | -1500,90 | -1887,20 | -660,40 | 41,50   |
| 40,30 | -1513,70 | -1431,30 | -1513,70 | -1889,60 | -661,62 | 37,84   |
| 40,40 | -1519,80 | -1439,20 | -1514,30 | -1898,20 | -664,06 | 35,40   |
| 40,50 | -1524,70 | -1437,40 | -1504,50 | -1897,00 | -671,39 | 35,40   |
| 40,60 | -1533,20 | -1418,50 | -1510,60 | -1892,10 | -672,61 | 39,06   |
| 40,70 | -1530,20 | -1413,60 | -1522,20 | -1899,40 | -670,17 | 36,62   |
| 40,80 | -1535,60 | -1415,40 | -1519,20 | -1895,80 | -681,15 | 30,52   |
| 40,90 | -1536,30 | -1427,00 | -1517,90 | -1897,00 | -687,26 | 21,97   |
| 41,00 | -1517,90 | -1442,30 | -1521,00 | -1897,00 | -684,81 | 35,40   |
| 41,10 | -1536,90 | -1425,80 | -1523,40 | -1903,10 | -690,92 | 9,77    |
| 41,20 | -1530,20 | -1432,50 | -1527,70 | -1903,10 | -687,26 | 18,31   |
| 41,30 | -1543,60 | -1428,80 | -1532,00 | -1906,70 | -703,13 | 19,53   |
| 41,40 | -1541,10 | -1431,90 | -1524,70 | -1897,00 | -693,36 | 30,52   |
| 41,50 | -1539,30 | -1433,70 | -1523,40 | -1900,60 | -698,24 | 25,64   |
| 41,60 | -1544,20 | -1430,70 | -1528,90 | -1894,50 | -701,90 | 12,21   |
| 41,70 | -1535,60 | -1437,40 | -1524,70 | -1889,60 | -710,45 | 6,10    |
| 41,80 | -1547,90 | -1434,30 | -1528,90 | -1906,70 | -717,77 | 20,75   |
| 41,90 | -1543,00 | -1441,00 | -1531,40 | -1895,80 | -727,54 | 9,77    |
| 42,00 | -1544,20 | -1434,90 | -1530,80 | -1906,70 | -721,44 | 6,10    |
| 42,10 | -1546,00 | -1436,80 | -1530,80 | -1914,10 | -716,55 | 10,99   |
| 42,20 | -1552,70 | -1435,50 | -1541,70 | -1916,50 | -727,54 | 10,99   |
| 42,30 | -1549,10 | -1433,70 | -1532,00 | -1903,10 | -734,86 | 15,87   |
| 42,40 | -1551,50 | -1437,40 | -1541,10 | -1909,20 | -733,64 | 1,22    |
| 42,50 | -1558,20 | -1439,20 | -1533,80 | -1911,60 | -733,64 | 13,43   |
| 42,60 | -1555,20 | -1441,00 | -1538,10 | -1905,50 | -733,64 | 39,06   |
| 42,70 | -1560,70 | -1441,00 | -1541,70 | -1908,00 | -739,75 | 3,66    |
| 42,80 | -1564,90 | -1444,70 | -1552,70 | -1899,40 | -749,51 | 4,88    |
| 42,90 | -1564,90 | -1445,30 | -1537,50 | -1905,50 | -756,84 | 2,44    |
| 43,00 | -1573,50 | -1449,00 | -1541,10 | -1903,10 | -765,38 | -7,32   |
| 43,10 | -1580,20 | -1446,50 | -1547,90 | -1909,20 | -765,38 | -9,77   |
| 43,20 | -1572,30 | -1442,90 | -1542,40 | -1905,50 | -767,82 | 8,54    |
| 43,30 | -1574,70 | -1447,10 | -1553,30 | -1906,70 | -751,95 | -12,21  |
| 43,40 | -1573,50 | -1448,40 | -1553,30 | -1904,30 | -776,37 | -2,44   |
| 43,50 | -1576,50 | -1450,20 | -1550,30 | -1906,70 | -771,48 | -10,99  |
| 43,60 | -1592,40 | -1453,90 | -1549,70 | -1911,60 | -791,02 | -4,88   |
| 43,70 | -1593,00 | -1452,00 | -1544,80 | -1911,60 | -803,22 | -12,21  |
| 43,80 | -1588,10 | -1466,70 | -1560,70 | -1910,40 | -799,56 | #VALOR! |
| 43,90 | -1591,20 | -1450,80 | -1556,40 | -1909,20 | -798,34 | -9,77   |
| 44,00 | -1593,00 | -1457,50 | -1547,90 | -1908,00 | -802,00 | -30,52  |
| 44,10 | -1588,70 | -1449,00 | -1549,70 | -1922,60 | -810,55 | -10,99  |
| 44,20 | -1588,70 | -1463,00 | -1554,60 | -1926,30 | -811,77 | -20,75  |
| 44,30 | -1596,70 | -1465,50 | -1557,00 | -1927,50 | -819,09 | -20,75  |
| 44,40 | -1606,40 | -1463,60 | -1560,10 | -1942,10 | -820,31 | -21,97  |

|       |          |          |          |          |         |        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| 44,50 | -1602,20 | -1467,90 | -1563,10 | -1932,40 | -815,43 | -17,09 |
| 44,60 | -1602,20 | -1470,30 | -1557,60 | -1942,10 | -830,08 | -23,19 |
| 44,70 | -1601,60 | -1476,40 | -1563,10 | -1944,60 | -831,30 | -24,41 |
| 44,80 | -1613,80 | -1472,20 | -1563,70 | -1953,10 | -836,18 | -32,96 |
| 44,90 | -1609,50 | -1477,70 | -1558,20 | -1951,90 | -845,95 | -17,09 |
| 45,00 | -1611,30 | -1477,10 | -1564,30 | -1958,00 | -844,73 | -23,19 |
| 45,10 | -1614,40 | -1481,30 | -1568,00 | -1956,80 | -853,27 | -30,52 |
| 45,20 | -1617,40 | -1485,60 | -1569,20 | -1967,80 | -848,39 | -26,86 |
| 45,30 | -1629,60 | -1485,00 | -1568,00 | -1971,40 | -865,48 | -30,52 |
| 45,40 | -1622,30 | -1484,40 | -1564,90 | -1969,00 | -874,02 | -31,74 |
| 45,50 | -1621,10 | -1486,20 | -1577,80 | -1978,80 | -876,46 | -47,61 |
| 45,60 | -1633,90 | -1487,40 | -1576,50 | -1981,20 | -882,57 | -39,06 |
| 45,70 | -1628,40 | -1494,10 | -1590,60 | -1981,20 | -882,57 | -51,27 |
| 45,80 | -1632,10 | -1493,50 | -1592,40 | -1986,10 | -888,67 | -35,40 |
| 45,90 | -1636,40 | -1500,20 | -1601,00 | -1986,10 | -885,01 | -46,39 |
| 46,00 | -1635,10 | -1497,20 | -1604,00 | -1992,20 | -888,67 | -36,62 |
| 46,10 | -1642,50 | -1499,00 | -1612,50 | -1992,20 | -893,55 | -41,50 |
| 46,20 | -1655,30 | -1496,00 | -1624,80 | -2003,20 | -880,13 | -35,40 |
| 46,30 | -1652,20 | -1522,20 | -1622,90 | -1997,10 | -891,11 | -61,04 |
| 46,40 | -1651,00 | -1496,60 | -1618,00 | -1999,50 | -897,22 | -46,39 |
| 46,50 | -1651,00 | -1492,30 | -1622,30 | -2000,70 | -893,55 | -61,04 |
| 46,60 | -1655,30 | -1516,70 | -1638,80 | -2009,30 | -900,88 | -24,41 |
| 46,70 | -1654,10 | -1517,90 | -1638,80 | -2012,90 | -904,54 | -50,05 |
| 46,80 | -1661,40 | -1517,90 | -1645,50 | -2019,00 | -906,98 | -50,05 |
| 46,90 | -1657,70 | -1521,00 | -1650,40 | -2021,50 | -896,00 | -54,93 |
| 47,00 | -1663,80 | -1522,80 | -1651,60 | -2023,90 | -914,31 | -69,58 |
| 47,10 | -1663,80 | -1521,60 | -1656,50 | -2030,00 | -906,98 | -63,48 |
| 47,20 | -1668,70 | -1528,90 | -1671,80 | -2039,80 | -910,64 | -69,58 |
| 47,30 | -1680,30 | -1534,40 | -1669,90 | -2038,60 | -922,85 | -68,36 |
| 47,40 | -1689,50 | -1506,30 | -1660,80 | -2039,80 | -922,85 | -59,81 |
| 47,50 | -1692,50 | -1511,20 | -1663,20 | -2045,90 | -925,29 | -70,80 |
| 47,60 | -1692,50 | -1510,60 | -1664,40 | -2044,70 | -928,96 | -61,04 |
| 47,70 | -1696,20 | -1509,40 | -1661,40 | -2052,00 | -935,06 | -72,02 |
| 47,80 | -1705,90 | -1514,30 | -1660,80 | -2054,40 | -936,28 | -59,81 |
| 47,90 | -1713,30 | -1514,90 | -1662,60 | -2053,20 | -942,38 | -70,80 |
| 48,00 | -1706,50 | -1502,10 | -1659,50 | -2065,40 | -947,27 | -80,57 |
| 48,10 | -1720,00 | -1522,80 | -1662,00 | -2061,80 | -946,04 | -80,57 |
| 48,20 | -1717,50 | -1523,40 | -1663,20 | -2058,10 | -935,06 | -76,90 |
| 48,30 | -1728,50 | -1538,70 | -1651,60 | -2065,40 | -961,91 | -63,48 |
| 48,40 | -1731,60 | -1543,60 | -1660,20 | -2072,80 | -954,59 | -81,79 |
| 48,50 | -1735,20 | -1546,00 | -1651,00 | -2070,30 | -958,25 | -84,23 |
| 48,60 | -1735,80 | -1554,00 | -1654,70 | -2072,80 | -955,81 | -83,01 |
| 48,70 | -1754,80 | -1538,70 | -1662,00 | -2077,60 | -960,69 | -78,13 |
| 48,80 | -1754,80 | -1543,00 | -1657,10 | -2081,30 | -975,34 | -90,33 |
| 48,90 | -1755,40 | -1535,60 | -1651,60 | -2086,20 | -965,58 | -89,11 |
| 49,00 | -1756,00 | -1542,40 | -1655,90 | -2097,20 | -976,56 | -92,77 |
| 49,10 | -1758,40 | -1535,60 | -1662,00 | -2094,70 | -970,46 | -95,22 |

Tabela 2. Tabela de aquisição de dados realizado no IPT/USP: resina composta experimental

Obs: Impressão das primeiras 10 páginas, de um total de 73 páginas.

| ResExper. | MicroStrai<br>n | MicroStrai<br>n | Microstrai<br>n | Microstrai<br>n | MicroStrai<br>n | MicroStrai<br>n | MicroStrai<br>n | MicroStrai<br>n |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tempo(s)  | Ensaio4D<br>1   | Ensaio 5        | Ensaio6D<br>2   | Ensaio 7        | Ensaio8D<br>3   | Ensaio9D<br>4   | Ensaio 10       | Ensaio 11       |
| 0,00      | -0,61           | -8,54           | 1,22            | -4,88           | 0,00            | 0,00            | 9,77            | 8,54            |
| 0,10      | -3,66           | 0,00            | -1,22           | -1,22           | 8,54            | -7,32           | -3,66           | 1,22            |
| 0,20      | 2,44            | 0,00            | -3,66           | 0,00            | 4,88            | 9,77            | -3,66           | 4,88            |
| 0,30      | 9,77            | -3,66           | 3,66            | 6,10            | 3,66            | 13,43           | -3,66           | 8,54            |
| 0,40      | 4,27            | 1,22            | 3,66            | 3,66            | 9,77            | 0,00            | -3,66           | 7,32            |
| 0,50      | 0,61            | 1,22            | -3,66           | 2,44            | 2,44            | -2,44           | -6,10           | 0,00            |
| 0,60      | 3,05            | 0,00            | 1,22            | 0,00            | 3,66            | -1,22           | -2,44           | -1,22           |
| 0,70      | 7,93            | 1,22            | 6,10            | 4,88            | 0,00            | 0,00            | -2,44           | -1,22           |
| 0,80      | 6,10            | -1,22           | -2,44           | 7,32            | 9,77            | 6,10            | -3,66           | -4,88           |
| 0,90      | 2,44            | 6,10            | 8,54            | 2,44            | 2,44            | 2,44            | -3,66           | 2,44            |
| 1,00      | -1,83           | 6,10            | 0,00            | 4,88            | 2,44            | 7,32            | 8,54            | -2,44           |
| 1,10      | -0,61           | 1,22            | 3,66            | 6,10            | -1,22           | 7,32            | -2,44           | 1,22            |
| 1,20      | -0,61           | -2,44           | 14,65           | 3,66            | 6,10            | 7,32            | -3,66           | 3,66            |
| 1,30      | 0,00            | 15,87           | 13,43           | 7,32            | 0,00            | 6,10            | 3,66            | -3,66           |
| 1,40      | 0,61            | -2,44           | 2,44            | 9,77            | 4,88            | 8,54            | 1,22            | -3,66           |
| 1,50      | 1,22            | 0,00            | 3,66            | 4,88            | 2,44            | 4,88            | -8,54           | -8,54           |
| 1,60      | 1,22            | 9,77            | 4,88            | 8,54            | 6,10            | 6,10            | 6,10            | -1,22           |
| 1,70      | 3,66            | -2,44           | 6,10            | 6,10            | 4,88            | 14,65           | 0,00            | -1,22           |
| 1,80      | -7,32           | -7,32           | -2,44           | 14,65           | 2,44            | 8,54            | 1,22            | 2,44            |
| 1,90      | -14,04          | -4,88           | 8,54            | 3,66            | 2,44            | 8,54            | 2,44            | -3,66           |
| 2,00      | -10,38          | 3,66            | 3,66            | 2,44            | 10,99           | 0,00            | 7,32            | -2,44           |
| 2,10      | -6,10           | 10,99           | 7,32            | 4,88            | 3,66            | 7,32            | 7,32            | -3,66           |
| 2,20      | -10,38          | 3,66            | 12,21           | 2,44            | 10,99           | 8,54            | 4,88            | 0,00            |
| 2,30      | -7,93           | -1,22           | 6,10            | 6,10            | 4,88            | 4,88            | 2,44            | 2,44            |
| 2,40      | -7,32           | 6,10            | 9,77            | 4,88            | 2,44            | 13,43           | 2,44            | 0,00            |
| 2,50      | -2,44           | 4,88            | 3,66            | 4,88            | 4,88            | 12,21           | 6,10            | 3,66            |
| 2,60      | 0,00            | -4,88           | 4,88            | 4,88            | 6,10            | 10,99           | 3,66            | -4,88           |
| 2,70      | -4,27           | -1,22           | 1,22            | 7,32            | 6,10            | 10,99           | 9,77            | 2,44            |
| 2,80      | -2,44           | 8,54            | 6,10            | 4,88            | 4,88            | 8,54            | 6,10            | -1,22           |
| 2,90      | -0,61           | 1,22            | 20,75           | 12,21           | 0,00            | 15,87           | 1,22            | -2,44           |
| 3,00      | -4,88           | 3,66            | 3,66            | 23,19           | 2,44            | 6,10            | 3,66            | -3,66           |
| 3,10      | -4,88           | 4,88            | 6,10            | 8,54            | 1,22            | 10,99           | 4,88            | 0,00            |
| 3,20      | 2,44            | 1,22            | 6,10            | 9,77            | 3,66            | 9,77            | 7,32            | -2,44           |
| 3,30      | -1,22           | 12,21           | 6,10            | -1,22           | 12,21           | -2,44           | 6,10            | 6,10            |
| 3,40      | -1,83           | 4,88            | 4,88            | 7,32            | 7,32            | 12,21           | 10,99           | -2,44           |
| 3,50      | -0,61           | -1,22           | 14,65           | 4,88            | 12,21           | 10,99           | 1,22            | -13,43          |
| 3,60      | -4,27           | 4,88            | 2,44            | 8,54            | 23,19           | 3,66            | -1,22           | -3,66           |
| 3,70      | 0,61            | -3,66           | 4,88            | 4,88            | 19,53           | 14,65           | 4,88            | -2,44           |
| 3,80      | -0,61           | 7,32            | #VALOR!         | 13,43           | 9,77            | 8,54            | 4,88            | 4,88            |

|      |        |       |         |       |        |        |         |       |
|------|--------|-------|---------|-------|--------|--------|---------|-------|
| 3,90 | 2,44   | 2,44  | 7,32    | 9,77  | 28,08  | 29,30  | 1,22    | 1,22  |
| 4,00 | -4,27  | 6,10  | 7,32    | 10,99 | 29,30  | -18,31 | 8,54    | 3,66  |
| 4,10 | 3,05   | 4,88  | 6,10    | 6,10  | 26,86  | -68,36 | 3,66    | 7,32  |
| 4,20 | -1,22  | 4,88  | 9,77    | 3,66  | 28,08  | -75,68 | 3,66    | 8,54  |
| 4,30 | -3,05  | 6,10  | #VALOR! | 3,66  | 30,52  | -57,37 | 3,66    | 21,97 |
| 4,40 | -0,61  | -1,22 | 4,88    | 12,21 | 25,64  | -48,83 | 3,66    | 8,54  |
| 4,50 | -3,66  | 13,43 | 12,21   | 7,32  | 30,52  | -62,26 | 3,66    | 15,87 |
| 4,60 | -2,44  | 2,44  | 13,43   | 15,87 | 36,62  | -81,79 | 2,44    | 3,66  |
| 4,70 | -12,82 | -1,22 | 14,65   | 4,88  | 37,84  | -35,40 | 10,99   | 6,10  |
| 4,80 | 3,66   | -6,10 | 17,09   | 7,32  | 41,50  | -34,18 | 1,22    | 8,54  |
| 4,90 | -0,61  | 6,10  | 24,41   | -1,22 | 43,95  | -19,53 | #VALOR! | 8,54  |
| 5,00 | 3,66   | 3,66  | 15,87   | 9,77  | 51,27  | -7,32  | -6,10   | 24,41 |
| 5,10 | -5,49  | -2,44 | 18,31   | 14,65 | 47,61  | 1,22   | 3,66    | 14,65 |
| 5,20 | -8,54  | 18,31 | 23,19   | 12,21 | 41,50  | 17,09  | 6,10    | 24,41 |
| 5,30 | -1,22  | 9,77  | 24,41   | 6,10  | 46,39  | -19,53 | 7,32    | 19,53 |
| 5,40 | -1,83  | 1,22  | 26,86   | 10,99 | 51,27  | 7,32   | 17,09   | 21,97 |
| 5,50 | -0,61  | 1,22  | 20,75   | 2,44  | 51,27  | 8,54   | 10,99   | 21,97 |
| 5,60 | -2,44  | -2,44 | 25,64   | 9,77  | 53,71  | 19,53  | 13,43   | 21,97 |
| 5,70 | -2,44  | -1,22 | 28,08   | 21,97 | 57,37  | 17,09  | 23,19   | 20,75 |
| 5,80 | 4,27   | -9,77 | 26,86   | 8,54  | 52,49  | 20,75  | 31,74   | 20,75 |
| 5,90 | 1,83   | 1,22  | 25,64   | 9,77  | 63,48  | 24,41  | 24,41   | 23,19 |
| 6,00 | 4,27   | -2,44 | 24,41   | 14,65 | 63,48  | 39,06  | 23,19   | 26,86 |
| 6,10 | 14,04  | -4,88 | 35,40   | 9,77  | 59,81  | 41,50  | 17,09   | 21,97 |
| 6,20 | 9,77   | -3,66 | 26,86   | 6,10  | 70,80  | 43,95  | 24,41   | 23,19 |
| 6,30 | 3,66   | -1,22 | 30,52   | 4,88  | 65,92  | 39,06  | 25,64   | 29,30 |
| 6,40 | 12,21  | -2,44 | 26,86   | 6,10  | 78,13  | 32,96  | 21,97   | 28,08 |
| 6,50 | 25,64  | 3,66  | 26,86   | 13,43 | 69,58  | 48,83  | 19,53   | 25,64 |
| 6,60 | 23,19  | 14,65 | 41,50   | 12,21 | 72,02  | 35,40  | 15,87   | 26,86 |
| 6,70 | 17,09  | -2,44 | 40,28   | 9,77  | 72,02  | 42,73  | 26,86   | 32,96 |
| 6,80 | 17,70  | 12,21 | 35,40   | 12,21 | 79,35  | 18,31  | 20,75   | 23,19 |
| 6,90 | 28,08  | 10,99 | 36,62   | 8,54  | 76,90  | 30,52  | 23,19   | 29,30 |
| 7,00 | 26,86  | 10,99 | 28,08   | 3,66  | 80,57  | 42,73  | 23,19   | 29,30 |
| 7,10 | 36,62  | 7,32  | 51,27   | 6,10  | 81,79  | 42,73  | 21,97   | 30,52 |
| 7,20 | 29,30  | 6,10  | 46,39   | 4,88  | 81,79  | 54,93  | 25,64   | 31,74 |
| 7,30 | 30,52  | 7,32  | 43,95   | 29,30 | 95,22  | 52,49  | 23,19   | 34,18 |
| 7,40 | 38,45  | 12,21 | 47,61   | 8,54  | 84,23  | 54,93  | 24,41   | 40,28 |
| 7,50 | 36,01  | 15,87 | 48,83   | 12,21 | 86,67  | 69,58  | 20,75   | 34,18 |
| 7,60 | 27,47  | 3,66  | 50,05   | 1,22  | 91,55  | 69,58  | 24,41   | 36,62 |
| 7,70 | 34,79  | 15,87 | 36,62   | 2,44  | 92,77  | 65,92  | 32,96   | 41,50 |
| 7,80 | 32,96  | 6,10  | 53,71   | 12,21 | 97,66  | 65,92  | 20,75   | 40,28 |
| 7,90 | 34,79  | 26,86 | 51,27   | 19,53 | 98,88  | 79,35  | 29,30   | 36,62 |
| 8,00 | 42,73  | 20,75 | 57,37   | 12,21 | 97,66  | 73,24  | 32,96   | 40,28 |
| 8,10 | 43,34  | 32,96 | 57,37   | 14,65 | 96,44  | 72,02  | 32,96   | 43,95 |
| 8,20 | 50,05  | 34,18 | 59,81   | 19,53 | 95,22  | 75,68  | 41,50   | 42,73 |
| 8,30 | 41,50  | 25,64 | 50,05   | 25,64 | 101,32 | 89,11  | 31,74   | 50,05 |
| 8,40 | 51,88  | 34,18 | 57,37   | 19,53 | 103,76 | 92,77  | 32,96   | 46,39 |
| 8,50 | 48,83  | 35,40 | 75,68   | 18,31 | 101,32 | 97,66  | 28,08   | 46,39 |
| 8,60 | 60,43  | 34,18 | 68,36   | 19,53 | 98,88  | 102,54 | 45,17   | 40,28 |
| 8,70 | 56,15  | 26,86 | 65,92   | 25,64 | 106,20 | 92,77  | 41,50   | 41,50 |
| 8,80 | 56,76  | 31,74 | 64,70   | 20,75 | 103,76 | 101,32 | 35,40   | 36,62 |

|       |        |       |        |       |        |        |       |        |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 8,90  | 74,46  | 36,62 | 72,02  | 26,86 | 114,75 | 102,54 | 50,05 | 40,28  |
| 9,00  | 67,75  | 39,06 | 78,13  | 34,18 | 109,86 | 107,42 | 45,17 | 41,50  |
| 9,10  | 57,98  | 45,17 | 84,23  | 28,08 | 109,86 | 100,10 | 50,05 | 43,95  |
| 9,20  | 58,59  | 41,50 | 79,35  | 28,08 | 117,19 | 103,76 | 47,61 | 40,28  |
| 9,30  | 55,54  | 39,06 | 81,79  | 32,96 | 111,08 | 98,88  | 45,17 | 43,95  |
| 9,40  | 59,81  | 39,06 | 90,33  | 23,19 | 114,75 | 101,32 | 59,81 | 46,39  |
| 9,50  | 62,26  | 37,84 | 87,89  | 28,08 | 117,19 | 98,88  | 51,27 | 41,50  |
| 9,60  | 70,80  | 39,06 | 97,66  | 26,86 | 123,29 | 111,08 | 46,39 | 47,61  |
| 9,70  | 72,02  | 45,17 | 98,88  | 25,64 | 123,29 | 113,53 | 48,83 | 52,49  |
| 9,80  | 79,96  | 42,73 | 98,88  | 29,30 | 117,19 | 95,22  | 53,71 | 48,83  |
| 9,90  | 85,45  | 41,50 | 101,32 | 28,08 | 123,29 | 100,10 | 45,17 | 51,27  |
| 10,00 | 90,94  | 50,05 | 103,76 | 29,30 | 129,39 | 90,33  | 51,27 | 41,50  |
| 10,10 | 92,16  | 42,73 | 106,20 | 29,30 | 119,63 | 80,57  | 54,93 | 48,83  |
| 10,20 | 90,33  | 47,61 | 108,64 | 31,74 | 122,07 | 65,92  | 58,59 | 50,05  |
| 10,30 | 100,71 | 46,39 | 115,97 | 35,40 | 124,51 | 50,05  | 57,37 | 56,15  |
| 10,40 | 98,88  | 47,61 | 112,30 | 26,86 | 124,51 | 41,50  | 59,81 | 57,37  |
| 10,50 | 102,54 | 50,05 | 108,64 | 30,52 | 125,73 | 85,45  | 57,37 | 56,15  |
| 10,60 | 103,76 | 48,83 | 115,97 | 34,18 | 123,29 | 59,81  | 53,71 | 58,59  |
| 10,70 | 104,98 | 53,71 | 114,75 | 29,30 | 131,84 | 53,71  | 58,59 | 57,37  |
| 10,80 | 98,27  | 45,17 | 112,30 | 32,96 | 130,62 | 84,23  | 47,61 | 59,81  |
| 10,90 | 109,25 | 50,05 | 115,97 | 31,74 | 131,84 | 91,55  | 50,05 | 63,48  |
| 11,00 | 115,36 | 51,27 | 118,41 | 34,18 | 125,73 | 97,66  | 50,05 | 65,92  |
| 11,10 | 115,97 | 53,71 | 128,17 | 31,74 | 128,17 | 95,22  | 46,39 | 61,04  |
| 11,20 | 117,19 | 54,93 | 120,85 | 31,74 | 133,06 | 109,86 | 37,84 | 64,70  |
| 11,30 | 121,46 | 50,05 | 119,63 | 37,84 | 137,94 | 102,54 | 62,26 | 73,24  |
| 11,40 | 124,51 | 61,04 | 130,62 | 29,30 | 134,28 | 103,76 | 57,37 | 81,79  |
| 11,50 | 137,94 | 59,81 | 125,73 | 35,40 | 130,62 | 109,86 | 54,93 | 76,90  |
| 11,60 | 126,95 | 54,93 | 126,95 | 34,18 | 136,72 | 106,20 | 50,05 | 72,02  |
| 11,70 | 126,95 | 57,37 | 130,62 | 36,62 | 123,29 | 106,20 | 46,39 | 72,02  |
| 11,80 | 129,39 | 59,81 | 137,94 | 34,18 | 141,60 | 111,08 | 54,93 | 80,57  |
| 11,90 | 126,34 | 63,48 | 136,72 | 31,74 | 152,59 | 114,75 | 54,93 | 91,55  |
| 12,00 | 155,64 | 53,71 | 133,06 | 31,74 | 135,50 | 114,75 | 51,27 | 84,23  |
| 12,10 | 137,94 | 68,36 | 139,16 | 36,62 | 139,16 | 106,20 | 48,83 | 97,66  |
| 12,20 | 140,99 | 65,92 | 136,72 | 34,18 | 142,82 | 112,30 | 50,05 | 86,67  |
| 12,30 | 139,16 | 62,26 | 136,72 | 42,73 | 137,94 | 123,29 | 59,81 | 83,01  |
| 12,40 | 140,38 | 63,48 | 142,82 | 30,52 | 140,38 | 122,07 | 74,46 | 85,45  |
| 12,50 | 156,25 | 62,26 | 148,93 | 36,62 | 144,04 | 122,07 | 56,15 | 83,01  |
| 12,60 | 147,09 | 63,48 | 144,04 | 32,96 | 146,48 | 119,63 | 59,81 | 81,79  |
| 12,70 | 155,03 | 63,48 | 145,26 | 37,84 | 142,82 | 124,51 | 61,04 | 84,23  |
| 12,80 | 150,15 | 64,70 | 145,26 | 42,73 | 148,93 | 145,26 | 59,81 | 92,77  |
| 12,90 | 155,64 | 62,26 | 152,59 | 40,28 | 148,93 | 144,04 | 67,14 | 87,89  |
| 13,00 | 159,30 | 67,14 | 158,69 | 43,95 | 147,71 | 126,95 | 68,36 | 90,33  |
| 13,10 | 163,57 | 62,26 | 156,25 | 35,40 | 152,59 | 125,73 | 53,71 | 93,99  |
| 13,20 | 159,30 | 68,36 | 159,91 | 39,06 | 153,81 | 126,95 | 61,04 | 95,22  |
| 13,30 | 178,83 | 63,48 | 167,24 | 39,06 | 153,81 | 126,95 | 75,68 | 102,54 |
| 13,40 | 165,41 | 73,24 | 163,57 | 41,50 | 153,81 | 131,84 | 73,24 | 100,10 |
| 13,50 | 172,73 | 69,58 | 168,46 | 46,39 | 157,47 | 128,17 | 74,46 | 98,88  |
| 13,60 | 175,17 | 74,46 | 169,68 | 45,17 | 158,69 | 139,16 | 76,90 | 97,66  |
| 13,70 | 172,73 | 74,46 | 172,12 | 41,50 | 150,15 | 137,94 | 74,46 | 100,10 |
| 13,80 | 183,11 | 72,02 | 184,33 | 42,73 | 163,57 | 140,38 | 74,46 | 106,20 |

|       |        |        |        |       |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 13,90 | 184,33 | 68,36  | 181,88 | 37,84 | 148,93 | 137,94 | 85,45  | 100,10 |
| 14,00 | 181,88 | 73,24  | 187,99 | 45,17 | 155,03 | 133,06 | 85,45  | 100,10 |
| 14,10 | 183,72 | 79,35  | 173,34 | 46,39 | 152,59 | 126,95 | 87,89  | 106,20 |
| 14,20 | 195,31 | 69,58  | 190,43 | 43,95 | 155,03 | 125,73 | 84,23  | 104,98 |
| 14,30 | 197,75 | 81,79  | 190,43 | 52,49 | 157,47 | 129,39 | 90,33  | 111,08 |
| 14,40 | 200,81 | 80,57  | 190,43 | 50,05 | 158,69 | 122,07 | 78,13  | 106,20 |
| 14,50 | 202,03 | 70,80  | 195,31 | 53,71 | 158,69 | 124,51 | 89,11  | 109,86 |
| 14,60 | 199,58 | 78,13  | 202,64 | 46,39 | 161,13 | 136,72 | 106,20 | 112,30 |
| 14,70 | 206,91 | 81,79  | 192,87 | 51,27 | 162,35 | 145,26 | 98,88  | 114,75 |
| 14,80 | 203,25 | 78,13  | 201,42 | 62,26 | 159,91 | 145,26 | 91,55  | 112,30 |
| 14,90 | 216,67 | 80,57  | 211,18 | 50,05 | 163,57 | 148,93 | 95,22  | 112,30 |
| 15,00 | 210,57 | 81,79  | 209,96 | 45,17 | 168,46 | 148,93 | 98,88  | 117,19 |
| 15,10 | 212,40 | 91,55  | 213,62 | 52,49 | 164,79 | 145,26 | 100,10 | 117,19 |
| 15,20 | 210,57 | 85,45  | 211,18 | 51,27 | 163,57 | 146,48 | 101,32 | 117,19 |
| 15,30 | 236,21 | 84,23  | 218,51 | 51,27 | 169,68 | 159,91 | 104,98 | 117,19 |
| 15,40 | 224,00 | 86,67  | 220,95 | 54,93 | 168,46 | 147,71 | 104,98 | 115,97 |
| 15,50 | 233,15 | 85,45  | 220,95 | 54,93 | 169,68 | 170,90 | 107,42 | 122,07 |
| 15,60 | 230,10 | 86,67  | 220,95 | 56,15 | 163,57 | 158,69 | 111,08 | 124,51 |
| 15,70 | 236,21 | 87,89  | 228,27 | 58,59 | 166,02 | 155,03 | 113,53 | 126,95 |
| 15,80 | 236,82 | 101,32 | 230,71 | 51,27 | 167,24 | 155,03 | 111,08 | 128,17 |
| 15,90 | 240,48 | 96,44  | 231,93 | 59,81 | 164,79 | 156,25 | 115,97 | 128,17 |
| 16,00 | 234,38 | 89,11  | 233,15 | 57,37 | 164,79 | 162,35 | 120,85 | 126,95 |
| 16,10 | 245,97 | 78,13  | 241,70 | 56,15 | 166,02 | 167,24 | 113,53 | 124,51 |
| 16,20 | 245,97 | 93,99  | 238,04 | 63,48 | 163,57 | 162,35 | 117,19 | 147,71 |
| 16,30 | 247,19 | 96,44  | 240,48 | 59,81 | 166,02 | 169,68 | 119,63 | 137,94 |
| 16,40 | 254,52 | 96,44  | 245,36 | 63,48 | 167,24 | 174,56 | 118,41 | 130,62 |
| 16,50 | 252,08 | 93,99  | 240,48 | 59,81 | 166,02 | 164,79 | 117,19 | 136,72 |
| 16,60 | 250,24 | 96,44  | 242,92 | 62,26 | 177,00 | 167,24 | 111,08 | 137,94 |
| 16,70 | 247,19 | 101,32 | 249,02 | 59,81 | 172,12 | 168,46 | 122,07 | 136,72 |
| 16,80 | 259,40 | 102,54 | 256,35 | 62,26 | 179,44 | 175,78 | 112,30 | 134,28 |
| 16,90 | 262,45 | 103,76 | 260,01 | 74,46 | 172,12 | 170,90 | 124,51 | 141,60 |
| 17,00 | 260,62 | 102,54 | 258,79 | 69,58 | 175,78 | 173,34 | 113,53 | 136,72 |
| 17,10 | 253,91 | 100,10 | 269,78 | 72,02 | 172,12 | 177,00 | 115,97 | 140,38 |
| 17,20 | 261,84 | 112,30 | 261,23 | 75,68 | 172,12 | 184,33 | 117,19 | 144,04 |
| 17,30 | 271,61 | 106,20 | 266,11 | 81,79 | 172,12 | 181,88 | 122,07 | 139,16 |
| 17,40 | 275,88 | 104,98 | 267,33 | 91,55 | 169,68 | 180,66 | 114,75 | 147,71 |
| 17,50 | 272,22 | 109,86 | 269,78 | 80,57 | 167,24 | 177,00 | 124,51 | 151,37 |
| 17,60 | 278,93 | 111,08 | 268,55 | 79,35 | 166,02 | 184,33 | 114,75 | 152,59 |
| 17,70 | 279,54 | 112,30 | 271,00 | 83,01 | 174,56 | 181,88 | 117,19 | 153,81 |
| 17,80 | 286,25 | 108,64 | 288,09 | 84,23 | 174,56 | 181,88 | 117,19 | 148,93 |
| 17,90 | 283,20 | 112,30 | 275,88 | 80,57 | 163,57 | 186,77 | 124,51 | 156,25 |
| 18,00 | 293,58 | 113,53 | 274,66 | 85,45 | 167,24 | 185,55 | 117,19 | 153,81 |
| 18,10 | 290,53 | 111,08 | 288,09 | 86,67 | 164,79 | 194,09 | 119,63 | 157,47 |
| 18,20 | 294,80 | 113,53 | 283,20 | 89,11 | 163,57 | 189,21 | 125,73 | 163,57 |
| 18,30 | 297,85 | 119,63 | 289,31 | 81,79 | 157,47 | 202,64 | 124,51 | 161,13 |
| 18,40 | 304,57 | 119,63 | 290,53 | 83,01 | 167,24 | 195,31 | 119,63 | 156,25 |
| 18,50 | 309,45 | 117,19 | 297,85 | 89,11 | 161,13 | 192,87 | 130,62 | 166,02 |
| 18,60 | 307,62 | 118,41 | 300,29 | 92,77 | 147,71 | 200,20 | 130,62 | 157,47 |
| 18,70 | 308,84 | 124,51 | 299,07 | 85,45 | 158,69 | 212,40 | 135,50 | 162,35 |
| 18,80 | 308,84 | 119,63 | 316,16 | 85,45 | 152,59 | 196,53 | 140,38 | 155,03 |

|       |        |        |        |        |         |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 18,90 | 314,33 | 124,51 | 311,28 | 95,22  | 150,15  | 205,08 | 134,28 | 158,69 |
| 19,00 | 316,77 | 119,63 | 308,84 | 97,66  | 140,38  | 208,74 | 137,94 | 159,91 |
| 19,10 | 311,28 | 120,85 | 311,28 | 96,44  | 144,04  | 206,30 | 136,72 | 158,69 |
| 19,20 | 304,57 | 122,07 | 322,27 | 91,55  | 139,16  | 209,96 | 136,72 | 157,47 |
| 19,30 | 321,04 | 125,73 | 317,38 | 97,66  | 136,72  | 213,62 | 135,50 | 161,13 |
| 19,40 | 323,49 | 128,17 | 327,15 | 96,44  | 124,51  | 208,74 | 136,72 | 158,69 |
| 19,50 | 333,86 | 142,82 | 329,59 | 103,76 | 128,17  | 217,29 | 142,82 | 164,79 |
| 19,60 | 323,49 | 135,50 | 323,49 | 95,22  | 137,94  | 216,06 | 144,04 | 168,46 |
| 19,70 | 332,64 | 137,94 | 330,81 | 92,77  | 117,19  | 213,62 | 144,04 | 173,34 |
| 19,80 | 325,93 | 131,84 | 330,81 | 101,32 | 120,85  | 217,29 | 142,82 | 168,46 |
| 19,90 | 339,36 | 141,60 | 334,47 | 102,54 | 111,08  | 224,61 | 147,71 | 166,02 |
| 20,00 | 335,69 | 131,84 | 340,58 | 104,98 | 106,20  | 225,83 | 158,69 | 172,12 |
| 20,10 | 344,24 | 137,94 | 344,24 | 101,32 | 98,88   | 227,05 | 137,94 | 172,12 |
| 20,20 | 341,19 | 140,38 | 350,34 | 92,77  | 93,99   | 223,39 | 148,93 | 178,22 |
| 20,30 | 347,29 | 141,60 | 355,22 | 111,08 | 90,33   | 225,83 | 147,71 | 178,22 |
| 20,40 | 338,13 | 137,94 | 346,68 | 106,20 | 85,45   | 228,27 | 153,81 | 169,68 |
| 20,50 | 344,24 | 144,04 | 351,56 | 107,42 | 84,23   | 214,84 | 169,68 | 177,00 |
| 20,60 | 336,91 | 141,60 | 360,11 | 102,54 | 74,46   | 224,61 | 158,69 | 181,88 |
| 20,70 | 354,00 | 144,04 | 361,33 | 112,30 | 70,80   | 229,49 | 161,13 | 183,11 |
| 20,80 | 349,73 | 147,71 | 358,89 | 113,53 | 70,80   | 233,15 | 161,13 | 190,43 |
| 20,90 | 355,83 | 150,15 | 366,21 | 111,08 | 58,59   | 228,27 | 158,69 | 187,99 |
| 21,00 | 353,39 | 150,15 | 368,65 | 117,19 | 48,83   | 228,27 | 162,35 | 186,77 |
| 21,10 | 363,16 | 137,94 | 371,09 | 112,30 | 47,61   | 238,04 | 153,81 | 189,21 |
| 21,20 | 356,45 | 151,37 | 378,42 | 113,53 | 36,62   | 242,92 | 153,81 | 192,87 |
| 21,30 | 357,67 | 144,04 | 382,08 | 119,63 | 18,31   | 238,04 | 161,13 | 196,53 |
| 21,40 | 344,85 | 152,59 | 375,98 | 118,41 | 28,08   | 244,14 | 161,13 | 195,31 |
| 21,50 | 349,12 | 139,16 | 384,52 | 123,29 | 18,31   | 242,92 | 159,91 | 195,31 |
| 21,60 | 352,78 | 153,81 | 385,74 | 124,51 | -3,66   | 241,70 | 158,69 | 201,42 |
| 21,70 | 347,29 | 157,47 | 384,52 | 122,07 | -3,66   | 242,92 | 162,35 | 216,06 |
| 21,80 | 350,95 | 151,37 | 389,40 | 122,07 | -18,31  | 247,80 | 161,13 | 217,29 |
| 21,90 | 349,12 | 153,81 | 389,40 | 123,29 | -15,87  | 247,80 | 157,47 | 205,08 |
| 22,00 | 353,39 | 156,25 | 401,61 | 117,19 | -21,97  | 245,36 | 166,02 | 208,74 |
| 22,10 | 347,29 | 163,57 | 400,39 | 123,29 | -25,64  | 247,80 | 161,13 | 213,62 |
| 22,20 | 352,17 | 158,69 | 404,05 | 126,95 | -39,06  | 250,24 | 156,25 | 217,29 |
| 22,30 | 362,55 | 162,35 | 404,05 | 130,62 | -43,95  | 249,02 | 169,68 | 218,51 |
| 22,40 | 352,17 | 163,57 | 402,83 | 130,62 | -54,93  | 256,35 | 168,46 | 219,73 |
| 22,50 | 345,46 | 161,13 | 411,38 | 131,84 | -65,92  | 251,46 | 168,46 | 220,95 |
| 22,60 | 346,68 | 168,46 | 411,38 | 133,06 | -79,35  | 253,91 | 169,68 | 227,05 |
| 22,70 | 354,61 | 168,46 | 415,04 | 137,94 | -84,23  | 261,23 | 173,34 | 229,49 |
| 22,80 | 347,90 | 167,24 | 418,70 | 129,39 | -92,77  | 257,57 | 168,46 | 225,83 |
| 22,90 | 347,90 | 164,79 | 423,58 | 136,72 | -104,98 | 256,35 | 170,90 | 230,71 |
| 23,00 | 350,34 | 181,88 | 422,36 | 141,60 | -114,75 | 269,78 | 173,34 | 234,38 |
| 23,10 | 352,17 | 161,13 | 434,57 | 142,82 | -118,41 | 273,44 | 173,34 | 241,70 |
| 23,20 | 351,56 | 177,00 | 427,25 | 141,60 | -137,94 | 268,55 | 174,56 | 240,48 |
| 23,30 | 342,41 | 181,88 | 429,69 | 141,60 | -146,48 | 274,66 | 175,78 | 244,14 |
| 23,40 | 328,98 | 177,00 | 426,03 | 139,16 | -163,57 | 277,10 | 189,21 | 239,26 |
| 23,50 | 338,13 | 177,00 | 428,47 | 146,48 | -178,22 | 283,20 | 181,88 | 245,36 |
| 23,60 | 355,83 | 187,99 | 428,47 | 147,71 | -183,11 | 284,42 | 181,88 | 250,24 |
| 23,70 | 338,75 | 179,44 | 435,79 | 144,04 | -192,87 | 295,41 | 179,44 | 246,58 |
| 23,80 | 332,03 | 187,99 | 443,12 | 144,04 | -201,42 | 288,09 | 183,11 | 253,91 |

|       |        |        |        |        |         |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 23,90 | 341,19 | 185,55 | 441,89 | 142,82 | -214,84 | 285,64 | 186,77 | 251,46 |
| 24,00 | 317,99 | 187,99 | 434,57 | 151,37 | -233,15 | 288,09 | 187,99 | 256,35 |
| 24,10 | 335,08 | 187,99 | 446,78 | 147,71 | -245,36 | 292,97 | 183,11 | 252,69 |
| 24,20 | 328,98 | 192,87 | 452,88 | 156,25 | -250,24 | 289,31 | 207,52 | 258,79 |
| 24,30 | 325,93 | 195,31 | 448,00 | 153,81 | -247,80 | 299,07 | 190,43 | 262,45 |
| 24,40 | 328,37 | 212,40 | 452,88 | 146,48 | -277,10 | 296,63 | 191,65 | 260,01 |
| 24,50 | 322,27 | 189,21 | 454,10 | 151,37 | -284,42 | 300,29 | 196,53 | 263,67 |
| 24,60 | 315,55 | 192,87 | 462,65 | 152,59 | -300,29 | 289,31 | 194,09 | 267,33 |
| 24,70 | 321,66 | 200,20 | 457,76 | 158,69 | -292,97 | 295,41 | 197,75 | 267,33 |
| 24,80 | 314,94 | 195,31 | 471,19 | 161,13 | -325,93 | 299,07 | 192,87 | 275,88 |
| 24,90 | 306,40 | 198,97 | 462,65 | 162,35 | -334,47 | 302,73 | 200,20 | 285,64 |
| 25,00 | 306,40 | 203,86 | 462,65 | 156,25 | -350,34 | 301,51 | 197,75 | 272,22 |
| 25,10 | 305,18 | 202,64 | 463,87 | 179,44 | -356,45 | 308,84 | 205,08 | 263,67 |
| 25,20 | 288,09 | 207,52 | 467,53 | 172,12 | -374,76 | 306,40 | 205,08 | 278,32 |
| 25,30 | 299,07 | 206,30 | 471,19 | 169,68 | -385,74 | 310,06 | 203,86 | 277,10 |
| 25,40 | 297,85 | 197,75 | 471,19 | 169,68 | -393,07 | 312,50 | 201,42 | 284,42 |
| 25,50 | 295,41 | 207,52 | 479,74 | 173,34 | -401,61 | 305,18 | 206,30 | 285,64 |
| 25,60 | 294,80 | 206,30 | 484,62 | 163,57 | -427,25 | 317,38 | 213,62 | 296,63 |
| 25,70 | 292,36 | 191,65 | 477,29 | 175,78 | -437,01 | 316,16 | 208,74 | 291,75 |
| 25,80 | 289,31 | 211,18 | 477,29 | 172,12 | -449,22 | 329,59 | 213,62 | 302,73 |
| 25,90 | 275,88 | 209,96 | 479,74 | 181,88 | -458,98 | 322,27 | 213,62 | 299,07 |
| 26,00 | 274,66 | 209,96 | 485,84 | 175,78 | -473,63 | 324,71 | 217,29 | 299,07 |
| 26,10 | 264,28 | 211,18 | 489,50 | 174,56 | -490,72 | 322,27 | 218,51 | 300,29 |
| 26,20 | 269,17 | 212,40 | 489,50 | 184,33 | -502,93 | 325,93 | 203,86 | 305,18 |
| 26,30 | 274,05 | 214,84 | 484,62 | 178,22 | -515,14 | 327,15 | 219,73 | 318,60 |
| 26,40 | 263,67 | 222,17 | 487,06 | 185,55 | -537,11 | 328,37 | 219,73 | 317,38 |
| 26,50 | 256,35 | 218,51 | 484,62 | 183,11 | -540,77 | 330,81 | 213,62 | 316,16 |
| 26,60 | 260,62 | 236,82 | 489,50 | 183,11 | -559,08 | 344,24 | 223,39 | 316,16 |
| 26,70 | 250,85 | 225,83 | 487,06 | 190,43 | -570,07 | 334,47 | 229,49 | 316,16 |
| 26,80 | 236,21 | 231,93 | 488,28 | 181,88 | -583,50 | 338,13 | 228,27 | 323,49 |
| 26,90 | 245,36 | 223,39 | 489,50 | 192,87 | -603,03 | 336,91 | 225,83 | 327,15 |
| 27,00 | 236,82 | 229,49 | 493,16 | 189,21 | -604,25 | 343,02 | 227,05 | 325,93 |
| 27,10 | 227,05 | 236,82 | 494,38 | 195,31 | -618,90 | 340,58 | 244,14 | 338,13 |
| 27,20 | 230,71 | 238,04 | 496,83 | 203,86 | -634,77 | 343,02 | 234,38 | 332,03 |
| 27,30 | 227,05 | 242,92 | 494,38 | 194,09 | -655,52 | 346,68 | 238,04 | 332,03 |
| 27,40 | 212,40 | 236,82 | 493,16 | 195,31 | -666,50 | 346,68 | 238,04 | 336,91 |
| 27,50 | 208,13 | 241,70 | 496,83 | 205,08 | -687,26 | 346,68 | 238,04 | 341,80 |
| 27,60 | 202,64 | 249,02 | 491,94 | 203,86 | -694,58 | 350,34 | 238,04 | 341,80 |
| 27,70 | 198,97 | 246,58 | 493,16 | 202,64 | -703,13 | 349,12 | 238,04 | 351,56 |
| 27,80 | 190,43 | 245,36 | 494,38 | 202,64 | -717,77 | 358,89 | 236,82 | 349,12 |
| 27,90 | 187,99 | 245,36 | 499,27 | 203,86 | -734,86 | 349,12 | 247,80 | 356,45 |
| 28,00 | 179,44 | 247,80 | 498,05 | 205,08 | -743,41 | 352,78 | 250,24 | 352,78 |
| 28,10 | 180,66 | 249,02 | 494,38 | 206,30 | -772,71 | 355,22 | 250,24 | 355,22 |
| 28,20 | 172,12 | 255,13 | 495,61 | 223,39 | -780,03 | 364,99 | 255,13 | 357,67 |
| 28,30 | 170,90 | 255,13 | 494,38 | 212,40 | -793,46 | 367,43 | 256,35 | 361,33 |
| 28,40 | 156,86 | 256,35 | 494,38 | 212,40 | -806,88 | 366,21 | 249,02 | 363,77 |
| 28,50 | 164,79 | 257,57 | 496,83 | 212,40 | -814,21 | 367,43 | 247,80 | 372,31 |
| 28,60 | 151,37 | 273,44 | 494,38 | 209,96 | -827,64 | 366,21 | 242,92 | 371,09 |
| 28,70 | 142,21 | 258,79 | 500,49 | 219,73 | -841,06 | 372,31 | 261,23 | 372,31 |
| 28,80 | 131,23 | 273,44 | 494,38 | 216,06 | -847,17 | 375,98 | 250,24 | 374,76 |

|       |         |        |        |        |          |        |        |        |
|-------|---------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 28,90 | 130,00  | 263,67 | 499,27 | 219,73 | -877,69  | 374,76 | 263,67 | 377,20 |
| 29,00 | 123,90  | 269,78 | 498,05 | 220,95 | -878,91  | 377,20 | 264,89 | 393,07 |
| 29,10 | 112,92  | 272,22 | 505,37 | 223,39 | -892,33  | 379,64 | 263,67 | 383,30 |
| 29,20 | 103,15  | 272,22 | 499,27 | 224,61 | -904,54  | 388,18 | 274,66 | 382,08 |
| 29,30 | 106,20  | 267,33 | 505,37 | 219,73 | -920,41  | 386,96 | 261,23 | 388,18 |
| 29,40 | 95,22   | 280,76 | 494,38 | 229,49 | -933,84  | 384,52 | 264,89 | 390,63 |
| 29,50 | 90,94   | 267,33 | 499,27 | 234,38 | -948,49  | 385,74 | 277,10 | 386,96 |
| 29,60 | 98,27   | 268,55 | 498,05 | 223,39 | -961,91  | 393,07 | 269,78 | 393,07 |
| 29,70 | 77,52   | 280,76 | 493,16 | 239,26 | -979,00  | 386,96 | 277,10 | 400,39 |
| 29,80 | 59,20   | 274,66 | 484,62 | 228,27 | -975,34  | 395,51 | 271,00 | 407,71 |
| 29,90 | 59,20   | 277,10 | 491,94 | 233,15 | -988,77  | 395,51 | 278,32 | 404,05 |
| 30,00 | 47,00   | 277,10 | 490,72 | 238,04 | -1003,40 | 396,73 | 273,44 | 400,39 |
| 30,10 | 45,17   | 275,88 | 502,93 | 239,26 | -1016,80 | 401,61 | 268,55 | 400,39 |
| 30,20 | 32,96   | 290,53 | 496,83 | 236,82 | -1014,40 | 401,61 | 280,76 | 407,71 |
| 30,30 | 23,19   | 283,20 | 488,28 | 241,70 | -1044,90 | 405,27 | 278,32 | 411,38 |
| 30,40 | 20,75   | 281,98 | 488,28 | 244,14 | -1049,80 | 406,49 | 275,88 | 415,04 |
| 30,50 | 11,60   | 290,53 | 498,05 | 250,24 | -1058,30 | 407,71 | 280,76 | 421,14 |
| 30,60 | 14,65   | 288,09 | 489,50 | 244,14 | -1076,70 | 415,04 | 275,88 | 416,26 |
| 30,70 | 11,60   | 292,97 | 488,28 | 250,24 | -1084,00 | 413,82 | 283,20 | 421,14 |
| 30,80 | 0,61    | 295,41 | 484,62 | 255,13 | -1091,30 | 416,26 | 279,54 | 419,92 |
| 30,90 | 1,83    | 292,97 | 489,50 | 255,13 | -1109,60 | 417,48 | 283,20 | 435,79 |
| 31,00 | -20,14  | 296,63 | 487,06 | 251,46 | -1121,80 | 415,04 | 284,42 | 433,35 |
| 31,10 | -3,66   | 291,75 | 493,16 | 255,13 | -1137,70 | 418,70 | 279,54 | 435,79 |
| 31,20 | -21,36  | 299,07 | 487,06 | 264,89 | -1146,20 | 422,36 | 288,09 | 437,01 |
| 31,30 | -13,43  | 296,63 | 483,40 | 258,79 | -1158,40 | 422,36 | 291,75 | 444,34 |
| 31,40 | -45,17  | 301,51 | 484,62 | 262,45 | -1173,10 | 428,47 | 286,87 | 448,00 |
| 31,50 | -50,05  | 301,51 | 484,62 | 261,23 | -1173,10 | 426,03 | 286,87 | 444,34 |
| 31,60 | -54,93  | 302,73 | 482,18 | 263,67 | -1189,00 | 424,80 | 294,19 | 457,76 |
| 31,70 | -56,76  | 303,96 | 483,40 | 256,35 | -1201,20 | 424,80 | 290,53 | 455,32 |
| 31,80 | -69,58  | 302,73 | 483,40 | 264,89 | -1213,40 | 428,47 | 294,19 | 463,87 |
| 31,90 | -85,45  | 295,41 | 472,41 | 267,33 | -1218,30 | 428,47 | 289,31 | 460,21 |
| 32,00 | -97,66  | 299,07 | 483,40 | 267,33 | -1236,60 | 433,35 | 289,31 | 469,97 |
| 32,10 | -101,93 | 310,06 | 477,29 | 274,66 | -1246,30 | 429,69 | 292,97 | 467,53 |
| 32,20 | -114,14 | 305,18 | 477,29 | 272,22 | -1256,10 | 439,45 | 291,75 | 465,09 |
| 32,30 | -122,68 | 310,06 | 476,07 | 286,87 | -1269,50 | 445,56 | 291,75 | 482,18 |
| 32,40 | -134,89 | 318,60 | 477,29 | 274,66 | -1278,10 | 443,12 | 296,63 | 477,29 |
| 32,50 | -139,16 | 319,82 | 476,07 | 285,64 | -1285,40 | 446,78 | 294,19 | 480,96 |
| 32,60 | -159,30 | 307,62 | 473,63 | 275,88 | -1302,50 | 450,44 | 292,97 | 489,50 |
| 32,70 | -163,57 | 316,16 | 471,19 | 284,42 | -1312,30 | 445,56 | 288,09 | 482,18 |
| 32,80 | -174,56 | 321,04 | 474,85 | 277,10 | -1323,20 | 450,44 | 290,53 | 482,18 |
| 32,90 | -185,55 | 318,60 | 469,97 | 283,20 | -1333,00 | 457,76 | 294,19 | 472,41 |
| 33,00 | -192,26 | 321,04 | 468,75 | 286,87 | -1339,10 | 449,22 | 291,75 | 494,38 |
| 33,10 | -211,18 | 314,94 | 469,97 | 285,64 | -1342,80 | 446,78 | 290,53 | 489,50 |
| 33,20 | -213,62 | 324,71 | 465,09 | 291,75 | -1359,90 | 451,66 | 292,97 | 498,05 |
| 33,30 | -228,27 | 330,81 | 466,31 | 290,53 | -1375,70 | 443,12 | 292,97 | 498,05 |
| 33,40 | -230,10 | 334,47 | 462,65 | 292,97 | -1384,30 | 449,22 | 291,75 | 505,37 |
| 33,50 | -249,63 | 334,47 | 457,76 | 289,31 | -1385,50 | 448,00 | 296,63 | 504,15 |
| 33,60 | -256,96 | 325,93 | 451,66 | 300,29 | -1400,10 | 455,32 | 300,29 | 507,81 |
| 33,70 | -281,98 | 327,15 | 445,56 | 299,07 | -1413,60 | 457,76 | 295,41 | 505,37 |
| 33,80 | -292,36 | 323,49 | 437,01 | 301,51 | -1417,20 | 460,21 | 289,31 | 510,25 |

|       |         |        |        |        |          |        |        |        |
|-------|---------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 33,90 | -294,19 | 334,47 | 438,23 | 307,62 | -1427,00 | 456,54 | 290,53 | 512,70 |
| 34,00 | -314,33 | 332,03 | 433,35 | 301,51 | -1439,20 | 457,76 | 285,64 | 505,37 |
| 34,10 | -333,86 | 325,93 | 429,69 | 308,84 | -1449,00 | 461,43 | 296,63 | 512,70 |
| 34,20 | -341,80 | 332,03 | 434,57 | 305,18 | -1462,40 | 463,87 | 290,53 | 513,92 |
| 34,30 | -347,90 | 338,13 | 428,47 | 307,62 | -1469,70 | 463,87 | 290,53 | 505,37 |
| 34,40 | -368,04 | 338,13 | 429,69 | 305,18 | -1474,60 | 469,97 | 284,42 | 511,47 |
| 34,50 | -373,54 | 336,91 | 424,80 | 307,62 | -1491,70 | 467,53 | 290,53 | 513,92 |
| 34,60 | -383,30 | 339,36 | 422,36 | 310,06 | -1489,30 | 472,41 | 285,64 | 526,12 |
| 34,70 | -394,29 | 343,02 | 416,26 | 314,94 | -1505,10 | 479,74 | 291,75 | 515,14 |
| 34,80 | -401,00 | 339,36 | 422,36 | 314,94 | -1517,30 | 472,41 | 288,09 | 521,24 |
| 34,90 | -411,38 | 339,36 | 408,94 | 305,18 | -1529,50 | 473,63 | 285,64 | 512,70 |
| 35,00 | -418,70 | 344,24 | 407,71 | 318,60 | -1533,20 | 468,75 | 286,87 | 510,25 |
| 35,10 | -429,08 | 339,36 | 404,05 | 316,16 | -1544,20 | 484,62 | 286,87 | 510,25 |
| 35,20 | -445,56 | 338,13 | 395,51 | 319,82 | -1551,50 | 477,29 | 288,09 | 518,80 |
| 35,30 | -456,54 | 339,36 | 393,07 | 328,37 | -1568,60 | 473,63 | 278,32 | 521,24 |
| 35,40 | -466,31 | 338,13 | 383,30 | 325,93 | -1574,70 | 478,52 | 284,42 | 513,92 |
| 35,50 | -493,77 | 336,91 | 388,18 | 327,15 | -1578,40 | 479,74 | 281,98 | 522,46 |
| 35,60 | -475,46 | 335,69 | 382,08 | 324,71 | -1588,10 | 477,29 | 279,54 | 521,24 |
| 35,70 | -496,83 | 336,91 | 377,20 | 329,59 | -1593,00 | 483,40 | 281,98 | 520,02 |
| 35,80 | -502,93 | 335,69 | 374,76 | 335,69 | -1604,00 | 482,18 | 272,22 | 518,80 |
| 35,90 | -518,80 | 343,02 | 363,77 | 339,36 | -1615,00 | 483,40 | 271,00 | 537,11 |
| 36,00 | -529,17 | 334,47 | 367,43 | 335,69 | -1626,00 | 478,52 | 278,32 | 524,90 |
| 36,10 | -540,16 | 344,24 | 358,89 | 349,12 | -1633,30 | 487,06 | 267,33 | 520,02 |
| 36,20 | -544,43 | 339,36 | 345,46 | 330,81 | -1640,60 | 487,06 | 261,23 | 517,58 |
| 36,30 | -553,59 | 345,46 | 347,90 | 340,58 | -1647,90 | 487,06 | 271,00 | 510,25 |
| 36,40 | -559,08 | 351,56 | 344,24 | 338,13 | -1661,40 | 482,18 | 255,13 | 521,24 |
| 36,50 | -567,63 | 338,13 | 339,36 | 345,46 | -1671,10 | 485,84 | 268,55 | 522,46 |
| 36,60 | -580,44 | 347,90 | 338,13 | 345,46 | -1660,20 | 491,94 | 263,67 | 520,02 |
| 36,70 | -584,11 | 352,78 | 335,69 | 358,89 | -1691,90 | 489,50 | 260,01 | 524,90 |
| 36,80 | -593,26 | 357,67 | 319,82 | 352,78 | -1698,00 | 485,84 | 260,01 | 527,34 |
| 36,90 | -603,64 | 371,09 | 317,38 | 350,34 | -1711,40 | 485,84 | 256,35 | 521,24 |
| 37,00 | -613,40 | 354,00 | 317,38 | 352,78 | -1711,40 | 487,06 | 255,13 | 524,90 |
| 37,10 | -619,51 | 356,45 | 310,06 | 356,45 | -1721,20 | 488,28 | 247,80 | 521,24 |
| 37,20 | -622,56 | 360,11 | 302,73 | 360,11 | -1734,60 | 488,28 | 249,02 | 521,24 |
| 37,30 | -642,09 | 361,33 | 301,51 | 356,45 | -1741,90 | 498,05 | 247,80 | 521,24 |
| 37,40 | -651,25 | 361,33 | 295,41 | 355,22 | -1756,60 | 499,27 | 242,92 | 523,68 |
| 37,50 | -673,22 | 360,11 | 316,16 | 357,67 | -1751,70 | 498,05 | 239,26 | 523,68 |
| 37,60 | -682,98 | 363,77 | 283,20 | 362,55 | -1765,10 | 495,61 | 250,24 | 527,34 |
| 37,70 | -693,36 | 357,67 | 292,97 | 360,11 | -1772,50 | 493,16 | 234,38 | 524,90 |
| 37,80 | -704,35 | 364,99 | 275,88 | 362,55 | -1782,20 | 499,27 | 230,71 | 523,68 |
| 37,90 | -718,99 | 360,11 | 274,66 | 368,65 | -1790,80 | 494,38 | 229,49 | 522,46 |
| 38,00 | -720,21 | 358,89 | 267,33 | 368,65 | -1799,30 | 499,27 | 227,05 | 521,24 |
| 38,10 | -741,58 | 355,22 | 261,23 | 374,76 | -1799,30 | 496,83 | 222,17 | 522,46 |
| 38,20 | -749,51 | 362,55 | 258,79 | 363,77 | -1814,00 | 501,71 | 220,95 | 522,46 |
| 38,30 | -755,00 | 355,22 | 250,24 | 377,20 | -1821,30 | 501,71 | 216,06 | 523,68 |
| 38,40 | -772,71 | 356,45 | 249,02 | 372,31 | -1820,10 | 510,25 | 212,40 | 524,90 |
| 38,50 | -789,18 | 366,21 | 240,48 | 373,54 | -1833,50 | 499,27 | 212,40 | 521,24 |
| 38,60 | -793,46 | 357,67 | 235,60 | 377,20 | -1840,80 | 500,49 | 206,30 | 522,46 |
| 38,70 | -809,94 | 357,67 | 225,83 | 374,76 | -1849,40 | 502,93 | 198,97 | 526,12 |
| 38,80 | -814,21 | 372,31 | 219,73 | 382,08 | -1848,10 | 501,71 | 197,75 | 529,79 |

|       |          |        |         |        |          |        |        |        |
|-------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 38,90 | -827,03  | 363,77 | 214,84  | 386,96 | -1853,00 | 502,93 | 198,97 | 520,02 |
| 39,00 | -846,56  | 369,87 | 207,52  | 377,20 | -1870,10 | 509,03 | 189,21 | 533,45 |
| 39,10 | -856,32  | 363,77 | 206,30  | 380,86 | -1875,00 | 502,93 | 191,65 | 515,14 |
| 39,20 | -867,92  | 344,24 | 197,75  | 380,86 | -1883,50 | 500,49 | 187,99 | 517,58 |
| 39,30 | -879,52  | 363,77 | 192,87  | 385,74 | -1898,20 | 501,71 | 186,77 | 517,58 |
| 39,40 | -887,45  | 355,22 | 189,21  | 378,42 | -1906,70 | 511,47 | 178,22 | 521,24 |
| 39,50 | -904,54  | 356,45 | 175,78  | 390,63 | -1904,30 | 505,37 | 172,12 | 518,80 |
| 39,60 | -913,70  | 361,33 | 172,12  | 386,96 | -1920,20 | 493,16 | 172,12 | 520,02 |
| 39,70 | -930,79  | 351,56 | 163,57  | 390,63 | -1927,50 | 506,59 | 167,24 | 515,14 |
| 39,80 | -939,94  | 357,67 | 157,47  | 393,07 | -1931,20 | 501,71 | 161,13 | 520,02 |
| 39,90 | -952,76  | 352,78 | 151,37  | 396,73 | -1931,20 | 513,92 | 161,13 | 515,14 |
| 40,00 | -963,75  | 356,45 | 145,26  | 397,95 | -1943,40 | 504,15 | 147,71 | 520,02 |
| 40,10 | -964,97  | 345,46 | 139,16  | 395,51 | -1953,10 | 504,15 | 150,15 | 512,70 |
| 40,20 | -991,82  | 347,90 | 129,39  | 402,83 | -1961,70 | 505,37 | 151,37 | 510,25 |
| 40,30 | -1002,80 | 357,67 | 122,07  | 408,94 | -1970,20 | 509,03 | 145,26 | 509,03 |
| 40,40 | -1009,50 | 352,78 | 118,41  | 401,61 | -1976,30 | 501,71 | 136,72 | 507,81 |
| 40,50 | -1021,10 | 352,78 | 111,08  | 413,82 | -1978,80 | 505,37 | 140,38 | 510,25 |
| 40,60 | -1035,20 | 351,56 | 102,54  | 404,05 | -1997,10 | 509,03 | 137,94 | 510,25 |
| 40,70 | -1048,60 | 355,22 | 95,22   | 408,94 | -1999,50 | 506,59 | 139,16 | 509,03 |
| 40,80 | -1049,80 | 356,45 | 90,33   | 410,16 | -2005,60 | 505,37 | 129,39 | 499,27 |
| 40,90 | -1059,60 | 346,68 | 76,90   | 410,16 | -2005,60 | 520,02 | 124,51 | 506,59 |
| 41,00 | -1080,90 | 368,65 | 70,80   | 405,27 | -2023,90 | 509,03 | 122,07 | 502,93 |
| 41,10 | -1098,00 | 346,68 | 63,48   | 410,16 | -2019,00 | 495,61 | 130,62 | 505,37 |
| 41,20 | -1109,60 | 349,12 | 54,93   | 418,70 | -2026,40 | 511,47 | 112,30 | 506,59 |
| 41,30 | -1115,10 | 354,00 | 52,49   | 415,04 | -2041,00 | 505,37 | 108,64 | 507,81 |
| 41,40 | -1129,80 | 338,13 | 51,27   | 416,26 | -2042,20 | 509,03 | 108,64 | 495,61 |
| 41,50 | -1147,50 | 349,12 | 40,28   | 417,48 | -2048,30 | 501,71 | 102,54 | 505,37 |
| 41,60 | -1151,70 | 343,02 | 29,30   | 421,14 | -2056,90 | 506,59 | 92,77  | 498,05 |
| 41,70 | -1154,80 | 334,47 | 18,31   | 419,92 | -2058,10 | 510,25 | 100,10 | 494,38 |
| 41,80 | -1171,90 | 362,55 | 12,21   | 426,03 | -2072,80 | 507,81 | 90,33  | 496,83 |
| 41,90 | -1181,60 | 335,69 | 12,21   | 423,58 | -2077,60 | 511,47 | 98,88  | 499,27 |
| 42,00 | -1192,60 | 339,36 | -8,54   | 419,92 | -2083,70 | 509,03 | 87,89  | 493,16 |
| 42,10 | -1191,40 | 340,58 | -3,66   | 422,36 | -2092,30 | 510,25 | 86,67  | 493,16 |
| 42,20 | -1220,70 | 340,58 | -15,87  | 429,69 | -2108,20 | 509,03 | 78,13  | 488,28 |
| 42,30 | -1234,70 | 339,36 | -12,21  | 429,69 | -2106,90 | 510,25 | 75,68  | 483,40 |
| 42,40 | -1236,60 | 338,13 | -26,86  | 429,69 | -2110,60 | 494,38 | 70,80  | 488,28 |
| 42,50 | -1257,30 | 333,25 | -32,96  | 430,91 | -2125,20 | 507,81 | 61,04  | 487,06 |
| 42,60 | -1258,50 | 335,69 | -53,71  | 437,01 | -2126,50 | 511,47 | 62,26  | 484,62 |
| 42,70 | -1268,90 | 336,91 | -56,15  | 439,45 | -2130,10 | 506,59 | 53,71  | 483,40 |
| 42,80 | -1292,10 | 336,91 | -59,81  | 435,79 | -2133,80 | 521,24 | 48,83  | 488,28 |
| 42,90 | -1286,00 | 330,81 | -76,90  | 439,45 | -2146,00 | 523,68 | 42,73  | 478,52 |
| 43,00 | -1302,50 | 328,37 | -84,23  | 435,79 | -2157,00 | 502,93 | 42,73  | 478,52 |
| 43,10 | -1315,90 | 341,80 | -90,33  | 438,23 | -2150,90 | 507,81 | 46,39  | 480,96 |
| 43,20 | -1331,80 | 323,49 | -100,10 | 444,34 | -2163,10 | 507,81 | 35,40  | 478,52 |
| 43,30 | -1339,70 | 325,93 | -103,76 | 440,67 | -2171,60 | 509,03 | 24,41  | 478,52 |
| 43,40 | -1356,80 | 327,15 | -114,75 | 444,34 | -2179,00 | 511,47 | 21,97  | 468,75 |
| 43,50 | -1361,10 | 325,93 | -122,07 | 444,34 | -2181,40 | 501,71 | 20,75  | 472,41 |
| 43,60 | -1371,50 | 328,37 | -129,39 | 450,44 | -2194,80 | 506,59 | 18,31  | 468,75 |
| 43,70 | -1380,60 | 327,15 | -145,26 | 452,88 | -2202,10 | 505,37 | 10,99  | 476,07 |
| 43,80 | -1392,20 | 323,49 | -145,26 | 450,44 | -2204,60 | 506,59 | 6,10   | 473,63 |

|       |          |        |         |        |          |        |         |        |
|-------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|
| 43,90 | -1404,40 | 327,15 | -158,69 | 441,89 | -2213,10 | 505,37 | -4,88   | 472,41 |
| 44,00 | -1414,80 | 322,27 | -169,68 | 452,88 | -2218,00 | 505,37 | 2,44    | 460,21 |
| 44,10 | -1430,10 | 324,71 | -180,66 | 444,34 | -2226,60 | 498,05 | -7,32   | 471,19 |
| 44,20 | -1440,40 | 321,04 | -189,21 | 456,54 | -2243,70 | 500,49 | -8,54   | 463,87 |
| 44,30 | -1456,30 | 321,04 | -195,31 | 460,21 | -2243,70 | 495,61 | -12,21  | 466,31 |
| 44,40 | -1461,20 | 325,93 | -205,08 | 454,10 | -2235,10 | 509,03 | -15,87  | 456,54 |
| 44,50 | -1466,10 | 311,28 | -218,51 | 461,43 | -2253,40 | 505,37 | -24,41  | 461,43 |
| 44,60 | -1483,80 | 322,27 | -218,51 | 458,98 | -2258,30 | 502,93 | -23,19  | 456,54 |
| 44,70 | -1490,50 | 318,60 | -235,60 | 458,98 | -2268,10 | 509,03 | -25,64  | 454,10 |
| 44,80 | -1508,20 | 318,60 | -246,58 | 451,66 | -2268,10 | 499,27 | -37,84  | 452,88 |
| 44,90 | -1508,20 | 305,18 | -252,69 | 461,43 | -2280,30 | 495,61 | -43,95  | 457,76 |
| 45,00 | -1527,70 | 308,84 | -252,69 | 462,65 | -2286,40 | 511,47 | -46,39  | 445,56 |
| 45,10 | -1543,00 | 312,50 | -271,00 | 463,87 | -2288,80 | 502,93 | -46,39  | 448,00 |
| 45,20 | -1550,90 | 316,16 | -285,64 | 468,75 | -2292,50 | 498,05 | -59,81  | 450,44 |
| 45,30 | -1561,30 | 312,50 | -291,75 | 466,31 | -2301,00 | 499,27 | -57,37  | 441,89 |
| 45,40 | -1574,10 | 312,50 | -301,51 | 465,09 | -2308,30 | 501,71 | -62,26  | 433,35 |
| 45,50 | -1577,80 | 307,62 | -314,94 | 463,87 | -2308,30 | 500,49 | -73,24  | 430,91 |
| 45,60 | -1590,00 | 306,40 | -318,60 | 469,97 | -2315,70 | 506,59 | -74,46  | 444,34 |
| 45,70 | -1585,70 | 307,62 | -332,03 | 474,85 | -2334,00 | 504,15 | -75,68  | 430,91 |
| 45,80 | -1605,80 | 303,96 | -343,02 | 473,63 | -2330,30 | 501,71 | -85,45  | 422,36 |
| 45,90 | -1622,90 | 307,62 | -351,56 | 477,29 | -2335,20 | 511,47 | -87,89  | 424,80 |
| 46,00 | -1639,40 | 297,85 | -363,77 | 476,07 | -2345,00 | 505,37 | -96,44  | 423,58 |
| 46,10 | -1633,30 | 302,73 | -372,31 | 477,29 | -2351,10 | 500,49 | -103,76 | 417,48 |
| 46,20 | -1653,40 | 306,40 | -380,86 | 479,74 | -2346,20 | 502,93 | -104,98 | 419,92 |
| 46,30 | -1662,00 | 295,41 | -385,74 | 476,07 | -2353,50 | 498,05 | -107,42 | 415,04 |
| 46,40 | -1661,40 | 302,73 | -399,17 | 482,18 | -2370,60 | 499,27 | -108,64 | 411,38 |
| 46,50 | -1680,90 | 324,71 | -402,83 | 479,74 | -2374,30 | 506,59 | -122,07 | 407,71 |
| 46,60 | -1694,90 | 306,40 | -416,26 | 479,74 | -2369,40 | 496,83 | -123,29 | 411,38 |
| 46,70 | -1699,20 | 300,29 | -415,04 | 480,96 | -2385,30 | 495,61 | -128,17 | 408,94 |
| 46,80 | -1708,40 | 297,85 | -438,23 | 482,18 | -2382,80 | 493,16 | -133,06 | 401,61 |
| 46,90 | -1715,10 | 307,62 | -445,56 | 485,84 | -2392,60 | 493,16 | -140,38 | 405,27 |
| 47,00 | -1729,10 | 290,53 | -452,88 | 478,52 | -2390,10 | 491,94 | -141,60 | 401,61 |
| 47,10 | -1747,40 | 299,07 | -472,41 | 484,62 | -2399,90 | 491,94 | -151,37 | 386,96 |
| 47,20 | -1748,00 | 290,53 | -478,52 | 489,50 | -2401,10 | 494,38 | -150,15 | 386,96 |
| 47,30 | -1751,10 | 289,31 | -488,28 | 491,94 | -2407,20 | 485,84 | -162,35 | 388,18 |
| 47,40 | -1771,90 | 292,97 | -491,94 | 487,06 | -2412,10 | 488,28 | -155,03 | 388,18 |
| 47,50 | -1782,20 | 297,85 | -499,27 | 491,94 | -2413,30 | 482,18 | -168,46 | 385,74 |
| 47,60 | -1793,20 | 297,85 | -520,02 | 494,38 | -2426,80 | 488,28 | -170,90 | 380,86 |
| 47,70 | -1801,80 | 289,31 | -531,01 | 494,38 | -2429,20 | 490,72 | -183,11 | 372,31 |
| 47,80 | -1810,30 | 302,73 | -539,55 | 488,28 | -2437,70 | 485,84 | -164,79 | 371,09 |
| 47,90 | -1822,50 | 294,19 | -560,30 | 499,27 | -2445,10 | 482,18 | -184,33 | 377,20 |
| 48,00 | -1815,80 | 292,97 | -572,51 | 498,05 | -2432,90 | 483,40 | -190,43 | 362,55 |
| 48,10 | -1841,40 | 299,07 | -584,72 | 498,05 | -2451,20 | 480,96 | -197,75 | 364,99 |
| 48,20 | -1857,30 | 296,63 | -601,81 | 498,05 | -2458,50 | 482,18 | -208,74 | 361,33 |
| 48,30 | -1853,00 | 294,19 | -590,82 | 494,38 | -2460,90 | 477,29 | -206,30 | 354,00 |
| 48,40 | -1864,60 | 291,75 | -621,34 | 498,05 | -2471,90 | 471,19 | -214,84 | 347,90 |
| 48,50 | -1878,70 | 289,31 | -623,78 | 505,37 | -2468,30 | 485,84 | -214,84 | 346,68 |