

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Mariana Fernandes de Moraes

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E
DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE DE
RESINAS PARA RESTAURAÇÕES PROVISÓRIAS
QUANDO SUBMETIDAS À CICLAGEM DE pH**

Taubaté-SP
2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Mariana Fernandes de Moraes

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E
DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE DE
RESINAS PARA RESTAURAÇÕES PROVISÓRIAS
QUANDO SUBMETIDAS À CICLAGEM DE pH**

Dissertação apresentada para obtenção
de Título de Mestre pelo Programa de
Pós-graduação em Odontologia da
Universidade de Taubaté.
Área de concentração: Prótese dentária
Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Cavalli
Gobbo

Taubaté-SP
2009

Mariana Fernandes de Moraes

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Assinatura _____

Dedico este trabalho a todos aqueles que me apoiaram em todo este período, sejam familiares ou amigos e que, de alguma maneira contribuíram para a concretização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, meus pais, Carlos e Marilza, pelo exemplo e apoio. A meus irmãos, Carlos e Vitor. Meu namorado André, minha avó, tios e tias.

Agradeço a Prof. Dra. Vanessa Cavalli Gobbo, pelo apoio, amizade, ajuda, por todo conhecimento transmitido, um exemplo de orientadora a ser seguido.

Agradeço a toda equipe de professores da Universidade de Taubaté que acrescentaram na minha formação.

Agradeço ao Fabiano Malafaia, Marcelo Garbossa, Fátima Puppim e Ana Paula Morais pela oportunidade, confiança, apoio.

Agradeço ao Instituto Militar de Engenharia, Urca – RJ, por ceder os laboratórios para realização dos testes e aos funcionários, Leonardo e Joel, pela colaboração.

Agradeço a Voco que gentilmente cedeu o material para realização desse estudo
A bibliotecária, Regina Cuba, pela correção das referências.

A maior recompensa do nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.

John Ruskin

MORAES MF. Avaliação das propriedades mecânicas e das características de superfície de resinas para restaurações provisórias quando submetidas à ciclagem de pH. [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 71p.

RESUMO

Hipótese do estudo: O meio bucal, com as constantes alterações de pH, pode influenciar as propriedades mecânicas, e conseqüente longevidade das restaurações provisórias. **Objetivos:** Avaliar as propriedades mecânicas de resinas à base de polimetilmetacrilato e bisacrilato de metila quando submetidas à ciclagem de pH e analisar suas características topográficas MEV. **Metodologia:** Foram confeccionados corpos-de-prova para as resinas de polimetilmetacrilato (Duralay e Alike) e para as resinas a base de bisacrilato de metila (Structur 2 SC e Luxatemp) sendo vinte corpos-de-prova de cada resina nas dimensões 25mmx2mmx2mm para o ensaio de flexão de três pontos, e dez nas dimensões 6mm de diâmetro x 3mm de espessura para a determinação da microdureza. Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência à flexão em máquina de ensaio universal (0,75mm/min) e microdureza Knoop antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f). A ciclagem de pH a 37°C foi realizada durante dez dias, sendo que os corpos-de-prova permaneceram imersos em solução remineralizante durante dezessete horas e sete horas em solução desmineralizante. Os resultados obtidos foram estatisticamente analisados. Corpos-de-prova adicionais foram confeccionados para observação emMEV. **Resultados:** No teste de resistência à flexão as resinas de bisacrilato de metila (Luxatemp e Structur 2) não apresentaram diferenças entre si ($p>0,05$), mas apresentaram resistência à flexão significamente maior que as resinas polimetilmetacrilato (Duralay e Alike) ($p<0,05$). Houve significativa diminuição da resistência à flexão das resinas a base de polimetilmetacrilato (Duralay e Alike) após a ciclagem de pH ($p<0,05$), enquanto a ciclagem de pH não influenciou na resistência à flexão das resinas a base de bisacrilato. Os valores de microdureza das resinas de bisacrilato de metila (Luxatemp e Structur 2) foram superiores aos resultados das resinas a base de polimetilmetacrilato (Alike e Duralay). Após a ciclagem de pH (T_f) todas as resinas apresentaram resultados semelhantes ($p>0,05$). **Conclusões:** A ciclagem de pH teve influência nas resinas de polimetilmetacrilato em relação a resistência a flexão, mas não as de bisacrilato de metila. As resinas de bisacrilato de metila obtiveram resultados superiores de resistência a flexão quando comparadas as resinas de polimetilmetacrilato. Em relação a microdureza superficial, a ciclagem de pH só influenciou nas resinas de bisacrilato de metila, e todas as resinas obtiveram resultados semelhantes após a ciclagem de pH. Porém antes da ciclagem as resinas de bisacrilato de metila foram superiores em microdureza quando comparadas com as resinas de polimetilmetacrilato.

Palavras-chave: Prótese dentária; Resina acrílica; Polímeros.

MORAES MF. Evaluation of mechanical properties and surface characteristics of resins for provisional restorations when subjected to pH cycling. [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 71p.

ABSTRACT

Hypothesis of the study: The oral environment, with the constant pH changes, can influence the mechanical properties and consequently, the longevity of provisional restorations. **Aim:** To evaluate the microhardness and flexural strength of polymethylmethacrylate resins and bis-acrylic resins when subjected to the pH cycling (cycle of demineralization and remineralization) and examine the topographic features of the resins in SEM. **Methodology:** Specimens were fabricated with polymethylmethacrylate resins (Duralay and Alike) and with bis-acrylic resins (Structur 2 SC and Luxatemp). Twenty- specimens of each resin in dimensions 25mmx2mmx2mm for the three-point bend test, and ten in dimensions 6mm diameter x 3mm thickness to determine the microhardness. The specimens were tested on the three-point bending in universal testing machine (0.75mm/min) and Knoop microhardness before and after the pH cycling. The cycling of pH at 37°C was held for ten days, and the specimens remained immersed in remineralizing solution for seventeen hours and seven hours in demineralizing solution. The results were statistically analyzed. Additional specimens were prepared for observation by scanning electron microscopy. **Results:** On the test for flexural strength the bis-acrylic resins (Luxatemp and Structur 2) did not show differences between them ($p > 0.05$,) but showed significantly greater flexural strength than polymethylmethacrylate resins (Duralay and Alike) ($p < 0.05$). There was a significant decrease in the flexural strength of polymethylmethacrylate resins (Duralay and Alike) after cycling to pH ($p < 0.05$), while the bis-acrylic resins, after the pH cycling, did not show influence on the flexural strength. The values of microhardness of the bis-acrylic resins (Luxatemp and Structur 2) were higher than the results of the (poly) methylmethacrylate resin (Alike and Duralay). After the pH cycling (Tf) all resins showed similar results ($p > 0.05$). **Conclusions:** The pH cycling has influence in the polymethylmethacrylate resins on the flexural strength but not on the bis-acrylic resins. And the bis-acrylic resins had higher results on the flexural strength compared with the polymethylmethacrylate resins. For surface microhardness, the only influence of pH cycling were on the bis-acrylic resins, and all resins obtained similar results after the pH cycling. But before the pH cycling the bis-acrylic resins were higher in hardness when compared with the polymethylmethacrylate resins.

Keywords: Dental prosthesis; Acrylic resin; Polymers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS RESINAS	12
2.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS E CARACTERÍSTICAS DAS RESINAS ACRÍLICAS	15
2.3 EFEITOS DOS MEIOS DE ARMAZENAMENTO, CICLAGENS DE pH E CICLAGEM TÉRMICA NOS MATERIAIS POLIMÉRICOS	30
3 PROPOSIÇÃO	36
4 MÉTODO	37
4.1 CÁLCULO AMOSTRAL	37
4.2 ANÁLISES INICIAIS	39
4.2.1 Microdureza Knoop inicial	43
4.2.2 Resistência à flexão inicial	45
4.3 CICLAGEM DE pH	48
4.4 ANÁLISES FINAIS	50
4.4.1 Microdureza Knoop final	50
4.4.2 Resistência a flexão final	50
4.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)	50
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	53
5 RESULTADOS	54
5.1 RESISTÊNCIA À FLEXÃO	54
5.2 MICRODUREZA KNOOP	56
5.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	57
6 DISCUSSÃO	62
7 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Desde a década de 1940 a resina acrílica é o material mais utilizado para base de dentaduras, devido à estabilidade de cor, facilidade de processamento, reparos e pigmentação. Ainda apresenta como grande vantagem biocompatibilidade com os tecidos moles. Porém, as resinas acrílicas possuem propriedades mecânicas limitadas quando submetidas a esforços mecânicos durante longos períodos (Oliveira & Panzeri, 2004). Dessa forma, uma das maiores desvantagens das resinas é a possibilidade de fratura que ocorre principalmente por fadiga à flexão ou falhas no impacto, sendo a primeira, a principal causa de fratura (Cury et al., 1994; Gregory et al., 2001; Scherrer et al., 2003; Oliveira & Panzeri, 2004).

As resinas acrílicas são muito utilizadas na confecção de restaurações provisórias, as quais têm por objetivo devolver função, conforto e estética ao dente preparado. Além de serem empregadas para o diagnóstico e correção de planos oclusais irregulares, restabelecimento da dimensão vertical, ou planejamento de modificação do contorno gengival, são também indispensáveis para o planejamento da forma, tamanho e cor da restauração final. Em reabilitações orais, as restaurações provisórias fazem parte de uma etapa muito importante do tratamento e devem manter sua integridade durante toda a fase provisória, que normalmente possui longa duração (Diaz-Arnold et al., 1999; Haselton et al., 2004).

O uso de próteses provisórias durante períodos mais longos é justificado pelo tratamento, muitas vezes, multidisciplinar. Sendo assim, quanto maior o tempo requerido para o uso dessas próteses maior deve ser sua durabilidade (Bastos, 2003).

Os maiores problemas existentes com o uso das resinas acrílicas estão relacionadas à instabilidade dimensional devido à contração de polimerização que acaba por influenciar a adaptação marginal das próteses provisórias. As outras desvantagens são baixa resistência ao desgaste, à abrasão, ao impacto e a alteração de cor (Badra et al., 2005; Assunção et al., 2006; Silva Filho et al., 2006).

Outro fator importante que também pode alterar as resinas acrílicas é o meio bucal, com as mudanças de pH que ocorrem com frequência devido a alimentação e consumo de bebidas ácidas. Essa alteração do meio bucal pode provocar uma degradação química nas cadeias da resina alterando as propriedades mecânicas/físicas dos polímeros (Sarrett et al., 2000; Prakki et al., 2005; Reis, 2005).

Existem três tipos de materiais quimicamente ativados para restaurações provisórias de resinas acrílicas unitárias ou múltiplas. As resinas a base de etilmetacrilato, polimetilmetacrilato e bisacrilato de metila. Historicamente os etilmetacrilatos mostram uma baixa resistência e menor estética, por isso os polimetilmetacrilatos e os bisacrilatos de metila possuem grande uso dentro da odontologia. Por esta razão, várias pesquisas comparam e testam as propriedades destes dois materiais (Christensen, 1996; Diaz-Arnold et al., 1999; Young et al., 2001; Sen et al., 2002; Yilmaz et al., 2007).

As resinas de polimetilmetacrilato são compostas de moléculas lineares, monofuncionais, de baixo peso molecular e que possuem baixa resistência. Quando polimerizadas sem pressurização ocorre formação de bolhas no seu interior resultando na diminuição das suas propriedades mecânicas. As resinas de bisacrilato de metila são bifuncionais e têm capacidade de realizar ligação cruzada com outras cadeias de monômero para melhorar as propriedades mecânicas. Podem ainda conter fibras inorgânicas (partículas de vidro) que aumentam a

resistência à abrasão e diminuem a contração de polimerização do material (Diaz-Arnold et al., 1999; Haselton et al., 2002).

A microdureza superficial pode ser usada como indicador da capacidade de deformação, e um material mais denso seria mais resistente ao tempo e à deteriorização superficial. Esta é uma característica positiva, pois o material deve resistir às forças oclusais para manter a posição do dente, e manter a estética por tempo necessário (Diaz-Arnold et al., 1999; Neisser et al., 2001; Reis, 2005).

A resistência à flexão é uma combinação de forças de tensão e forças de compressão e cisalhamento. A resistência à flexão numa restauração provisória é importante, especialmente quando existe previsão de longo período de utilização do provisório no meio bucal, quando o paciente possui hábitos parafuncionais ou quando há planejamento de uma prótese final mais extensa (Osman & Owen, 1993; Ireland et al., 1998; Neves & Vilela, 1999; Haselton et al., 2002).

A resistência do material às exigências do meio bucal é imprescindível para determinar o sucesso clínico da terapia reabilitadora. Dessa forma, o objetivo deste trabalho será avaliar as propriedades mecânicas de resinas acrílicas a base de bisacrilato de metila e polimetilmetacrilato quando submetidas à ciclagem de pH, condição que simula o meio bucal e analisar as características superficiais dessas resinas em microscopia eletrônica de varredura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS RESINAS

Christensen (1996) fez uma revisão sobre restaurações provisórias e relatou que inicialmente, as coroas de alumínio eram as preferidas como restaurações provisórias. Com o tempo, surgiram as resinas de policarbonato, as quais eram empregadas como provisórios para preparos anteriores e as coroas de níquel-cromo, que eram pouco utilizadas. O autor observou que as resinas acrílicas são as melhores opções para confecção de restaurações provisórias sobre preparos dentários, estejam eles na região anterior ou posterior. Entre os tipos de resinas acrílicas utilizadas, encontram-se as resinas à base de polietilmetacrilatos PEMA, polimetilmetacrilato ou PMMA, que possuem baixo custo, alta resistência e certa estabilidade de cor, porém grande liberação de calor durante sua polimerização e alta contração de polimerização. Além destas resinas, existe a combinação das mesmas e finalmente, as resinas de bisacriato de metila (Protemp 2 e Luxatemp). Estas têm baixa reação exotérmica, boa estabilidade de cor e boa resistência. Porém, como não têm o estágio plástico, requerem do profissional maior habilidade manual especialmente quando comparados à facilidade de manuseio proporcionada pelas de PMMA e PEMA. As resinas à base de bisacrilato de metila são consideradas biologicamente mais seguras devido à menor reação exotérmica promovida pelas mesmas.

As resinas de polimetilmetacrilato têm como molécula base o metil metacrilato que possui ligação dupla entre dois carbonos e dupla entre carbono e oxigênio. A forma comercial é apresentada em pó, que é composto por polimetilmetacrilato pré-polimerizado e do líquido, composto de metacrilato não polimerizado. O líquido dissolve o pó formando uma massa plástica compatível com a manipulação necessária para os procedimentos odontológicos. As resinas de bisacrilato de metila são formadas por uma cadeia polimérica de metacrilatos multifuncionais, como o BIS-GMA que é um éster aromático de dimetacrilato, possui uma estrutura central rígida devido aos dois anéis aromáticos. Além de ser apresentado em duas pastas para facilitar a mistura, existe a incorporação de cargas na massa (Anusavice, 2005).

Peyton & Craig (1974) estudaram que o aumento do peso molecular da resina acrílica está diretamente relacionado a um maior grau de polimerização, e à sua maior rigidez. Ressaltaram ainda que, o tipo de estrutura espacial dos polímeros afeta sua possibilidade de deformação permanente e, geralmente, os polímeros de ligação cruzada se deformam a temperaturas superiores que as encontradas em polímeros lineares, o que os torna menos absorventes de líquidos. Com relação às propriedades deste material os autores discutiram o limite de proporcionalidade, o qual, considerando-se o tipo de aparelho a ser confeccionado, deve ser tal que não permita deformações permanentes da peça durante o ato mastigatório, fato que resultaria em perda de retenção e ou destacamento dos dentes artificiais de suas áreas de assentamento. Enfatizaram ainda a importância do controle da temperatura no processo de polimerização, quanto maior for o tempo utilizado no ciclo de polimerização, maior será o percentual de monômero residual encontrado.

Para Craig et al. (2002) os polímeros representam cerca de 95% dos plásticos utilizados em próteses, esses polímeros são compostos de alto peso molecular, obtidos pela conversão de baixo peso molecular denominados monômeros ou oligômeros. Por sua vez, o monômero é uma substância que possui alta pressão de vapor e conseqüente baixo ponto de ebulição, desta forma, controlar a temperatura durante a fase de polimerização é de fundamental importância para que se evite a vaporização deste monômero. Os autores enfocaram ainda que a composição do monômero pode ser tal que possua ligações reativas duplas em cada extremidade da molécula com a incorporação do glicol dimetacrilato, o que possibilita a produção de polímeros de ligação cruzada. Isto diminuiria a quantidade de moléculas de polímeros lineares, trazendo vantagens práticas tais como: a maior resistência da resina contra solventes orgânicos e aumento da resistência de superfície.

Young et al. (2001) compararam dois materiais para restauração provisória. Os autores avaliaram 222 coroas provisórias confeccionadas por 17 alunos de períodos iniciais da graduação (grupo A) e 77 alunos de períodos finais da graduação (grupo B). Foi utilizada a resina Integrity (bisacrilato de metila) e resina C e B e Snap (polimetilmetacrilato). Dois professores avaliaram todas as restaurações provisórias em relação à oclusão, contorno, adaptação marginal e acabamento. O grupo A (Integrity) obteve *scores* estatisticamente superiores aos da resina C e B nas quatro categorias. Para coroas provisórias posteriores, a resina Integrity foi superior nas categorias de contorno e adaptação marginal, mas não houve diferença estatisticamente significativa para oclusão e acabamento. No grupo B Integrity foi estatisticamente superior que Snap nas categorias de oclusão, contorno e adaptação marginal, porém não houve diferença estatística no acabamento. Quando todas as categorias foram analisadas, Integrity foi a que obteve melhores resultados.

As resinas de bisacrilato de metila foram significativamente superiores que as de polimetilmetacrilato como materiais de restaurações provisórias.

2.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS E CARACTERÍSTICAS DAS RESINAS ACRÍLICAS

Osman & Owen (1993) estudaram a resistência à flexão de materiais para restaurações provisórias. Cinco resinas autopolimerizáveis para provisório foram utilizadas (Caulk, Unifast, Snap, Protemp, Scutan), sendo a resina de polietilmetacrilato, a resina Snap. Os corpos-de-prova tinham dimensões de 3mmx5mmx90mm e foram mantidos sob pressão constante de 500gm durante a polimerização. Depois foram mantidos em solução salina a 37°C durante 24 horas. Os corpos-de-prova foram submetidos à força de compressão até a fratura. Foi utilizado o teste ANOVA para determinar a diferença estatística entre os materiais. A resina Snap (polietilmetacrilato) foi a que obteve maior valor de resistência à fratura. As demais, em ordem decrescente, foram as de polimetilmetacrilato (Caulk e Unifast) e as resinas compostas (Protemp e Scutan). O teste ANOVA revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais Calks, Unifast e Protemp e não houve diferença entre Protemp e Snap.

Cury et al. (1994) avaliaram as propriedades de sorção e solubilidade em água, resistência transversal, resistência à flexão e resistência ao impacto de resinas acrílicas (Acron M-C G.C. – resina para microondas, Lucitone 550 e Prothoplast termic - resinas termopolimerizáveis e Ortho-Class Artigos Odontológicos Clássicos – resina quimicamente ativada). Para o ensaio de sorção

foram confeccionados dez corpos-de-prova de cada resina os quais foram colocados em estufa a 37°C até atingirem peso constante. Após essa etapa foram imersos em água deionizada e mantidas em estufa a 37°C por sete dias. Decorrido o período, os corpos-de-prova foram secos em papel absorvente e pesados em balança analítica assim como da primeira vez. O valor da sorção foi calculado por uma fórmula onde foi subtraído o peso final (mg) do peso inicial (mg) e divididos pela área superficial (cm^2), obtendo a solubilidade (mg/cm^2). Para o ensaio de resistência à flexão e resistência transversal foram confeccionadas dez amostras para cada resinas com dimensões 65mmx10mmx2.5mm, os quais foram imersos em água deionizada e colocados em estufa à temperatura de 37°C por duas horas imediatamente antes do teste. O ensaio de resistência ao impacto foi realizado com dez corpos-de-prova com as mesmas dimensões do teste de flexão e também mantidos em estufa imediatamente antes do ensaio. O teste de Kruskal-Wallis demonstrou que houve diferenças significativas em nível de 5% após avaliação da sorção, solubilidade em água, resistência transversal e flexão Todas as resinas diferiram entre si em relação ao teste de sorção de água. As resinas Acron M-C, Prothoplast Termic e Ortho-Class foram diferentes entre si no teste de solubilidade em água, e as resinas Acron M-C e Lucitone 550 foram semelhantes entre si. Houve diferenças estatisticamente significativas entre as resinas estudadas, para resistência transversal. As resinas Lucitone 550 e Ortho-Class não apresentaram diferenças significativas entre si no teste de flexão, enquanto as demais sim. As resinas estudadas obtiveram comportamentos diferentes no teste de impacto.

O objetivo de Ireland et al. (1998) foi comparar as propriedades mecânicas de quatro resinas para restaurações provisórias. Foram utilizadas resinas de polimetilmetacrilato (Jet), resinas fotopolimerizadas (Triad VLC), de polimerização

dual (Provipont DC) e uma mistura de dois polímeros de resinas de polimetilmetacrilato (Jet e Jet orthodontic). Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada e deionizada por 24 horas durante trinta e sessenta dias. Todos os corpos-de-prova foram levados ao teste de flexão de três pontos. Provipont DC apresentou a maior resistência à flexão e módulo de elasticidade após 24 horas de armazenamento, porém a mesma resina apresentou a maior diminuição dos valores ao longo do tempo. Tanto a Jet como a mistura Jet com Jet Orthodontic apresentaram resistência à flexão e módulo de elasticidade similar ao longo do tempo, exceto a resina Jet que apresentou maior resistência à flexão quando comparada com a mistura de Jet/Jet orthodontic.

Haselton et al. (2002) estudaram a resistência à flexão de treze resinas para provisório, a base de polimetilmetacrilato (Alike, Caulk, Jet, Zeta C & B acrylic) ou bisacrilato de metila (Instatemp, Integrity, Luxatemp, Protemp Garant, Protemp 3 Garant, Provipont, Provitec, Tempase, Unifast Lc). Foram confeccionados dez corpos-de-prova de cada material, e estes foram armazenados em saliva artificial a 37°C durante dez dias. Decorrido esse período de armazenamento os corpos-de-prova foram levados a máquina de ensaio de flexão, num suporte com distância de 10mm e o ensaio de três pontos com uma carga de 10kN e velocidade de 0,75mm/min. Algumas resinas de bisacrilato de metila (Provitec, Instatemp, Protemp Garant, Tamphase) obtiveram resultados inferiores às resinas à base de polimetilmetacrilato (Alike, Jet, Caulk). Os autores demonstraram que a diferença de resistência a flexão varia entre materiais específicos e não entre grupos.

Bastos (2003) avaliou a resistência à flexão e módulo de elasticidade de resinas de polimetilmetacrilato acrescidas de algum reforço. Os tipos de reforço utilizados foram: fio de aço 0,7mm, fio de amarrilho trançada, fibra de vidro trançada

Interlig, fibra de vidro entrelaçada Splint-it, fibra de vidro unidirecional Fibrante, fibra de poli(etileno) Connect e fibra cerâmica flexível GlasSpan. O grupo controle não utilizou reforço. Os resultados obtidos pela Análise de Variância indicam que houve diferenças entre os grupos, e segundo teste de Tukey, os reforçados com fio de aço 0,7mm, fibra Interlig e fibra Connect aumentaram a resistência flexional e os grupos reforçados com fio de aço 0,7mm, fibra Interlig, fibra Splint-It, fibra Connect e fibra GlasSpan aumentaram o módulo de elasticidade da resina em relação ao grupo controle.

Scherrer et al. (2003) estudaram a resistência à flexão e à fadiga de compósitos para provisório (Protemp II, Protemp Garant e Provipont DC) e para restaurações finais (Artglass, Colombus e Targis) e a resina acrílica Jet polimetilmetacrilato foi incluída como controle para comparação. Para o teste de fadiga foram utilizados trinta corpos-de-prova por grupo e para o teste de flexão de três pontos dez corpos-de-prova de cada resina. A diferença entre Jet, Protemp II e Protemp Garant não foi significativa. Entre os três compósitos para restaurações finais, Colombus obteve resistência à flexão e fadiga estatisticamente inferior que Targis, a qual que não obteve diferença estatística em relação à Artglass.

Oliveira & Panzeri (2004) avaliaram a resistência a flexão e à fadiga de resinas acrílicas quimicamente ativadas acrescidas de fibras híbridas, devido à possibilidade de fratura de resinas acrílicas durante o uso. Foram confeccionados dez corpos-de-prova (65mmX10mmX3mm) de resina ativada quimicamente (Vipi Cril) acrescidos de fibra híbrida (Superfibre) para cada ensaio e para o grupo controle, os corpos-de-prova eram somente de resina acrílica quimicamente ativada. Todos os corpos-de-prova foram imersos em água à temperatura ambiente por duas semanas antes dos testes. Os corpos-de-prova foram levados ao ensaio de

resistência à flexão de três pontos e ao ensaio de fadiga que gerava 96 ciclos flexurais/min. Após os ensaios de resistência à flexão e à fadiga, foi realizada a observação da interface de união fibra/resina com o microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram o aumento da resistência à flexão e a diminuição da resistência à fadiga da resina associada à fibra híbrida, entretanto há ausência de união fibra/matriz nas amostras estudadas.

Yilmaz & Baydas (2007) avaliaram a resistência à fratura de materiais para restaurações provisórias. Os materiais estudados foram divididos em quatro grupos (n=10): (G1) coroas de policarbonato, (G2) resina acrílica autopolimerizável de dimetilmetacrilato, (G3) resina acrílica de bisacrilato de metila e (G4) resina acrílica termopolimerizável de polimetilmetacrilato. Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 24 horas. A maior resistência à fratura ocorreu no G1 e a menor, no G4. Não houve diferenças estatísticas entre o grupos 2 e 3, porém o grupo 2 mostrou maior valor quando comparada com os grupos 3 e 4.

Diaz-Arnold et al. (1999) estudaram a microdureza de três resinas do tipo bisacrilato de metila (Integrity, Protemp Garant, Tempase Regular Set) e duas resinas polimetilmetacrilato (Jet e Temporary Bridge). Foram confeccionados corpos-de-prova para cada material (n=5) e a microdureza Knoop foi medida 24 horas após a confecção dos mesmos. Foram obtidas três leituras em cada corpo-de-prova. Após 14 dias a microdureza foi novamente mensurada e as diferenças entre os grupos relacionados com o tipo de material e o tempo foram detectados com a análise de variância (dois fatores). As resinas de polimetilmetacrilato obtiveram menor microdureza que as de bisacrilato de metila nos dois tempos diferentes. As resinas Jet, Integrity e Protemp Garant mostraram uma diminuição estatisticamente significativa da microdureza com o tempo.

Gregory et al. (2001) estudaram a força de fratura, deflexão à fratura e dureza de resinas termopolimerizadas quando reparadas com resina termo, quimicamente ativadas ou resinas autopolimerizáveis com fibras de vidro ou fios para reforço. Os autores utilizaram resina Meliodent termo e autopolimerizáveis as quais foram divididas em seis grupos formados por resinas autopolimerizáveis, um grupo de resina autopolimerizável e um grupo de resina sem reforço. Dos seis grupos de resinas autopolimerizáveis, um grupo não utilizou reforço, um foi levado ao microondas após a polimerização, dois utilizaram fibra de vidro para reforço, e dois utilizaram fios de aço para reforço, cada grupo com 12 corpos-de-prova. Todos os resultados (força de fratura, deflexão e dureza) foram maiores nos grupos controle quando comparados aos com reforço com exceção ao grupo com reforço de fio de aço de secção circular em relação à força de fratura. Em relação aos tratamentos de reparo o mais eficiente foi o tratamento com microondas, autopolimerizável com reforço de fio de secção circular ou fibra de vidro.

Neisser & Olivieri (2001) avaliaram a resistência ao impacto e dureza de resinas acrílicas para base de próteses totais. Todas as resinas utilizadas eram ativadas termicamente (Clássico, Acron MC, QC-20, Lucitone) e após sua confecção foi realizado o teste de impacto. Os corpos-de-prova foram então polidos e foi determinada a microdureza superficial (Knoop). Os resultados de microdureza indicam que a resina Lucitone e Acron apresentaram valores de microdureza superiores aos demais grupos e a resina QC- 20 apresentou a menor dureza entre as resinas. Os resultados da resistência ao impacto indicaram que a resina Acron (microondas) apresentou os melhores resultados, enquanto a resina QC 20, os piores.

Yap et al. (2002) estudaram a degradação e desgaste da face oclusal de restaurações de resinas compostas no meio bucal. O meio químico é um aspecto do meio bucal que pode influenciar na degradação das resinas compostas. Foram confeccionados seis corpos-de-prova de quatro resinas compostas (Slux Plus, Z100, Ariston pHc, Surefill) sendo que os mesmos foram armazenados em saliva artificial durante 24 horas a 37°C. Após o período de armazenamento os corpos-de-prova foram divididos em seis grupos de seis corpos-de-prova e armazenados durante uma semana a 37°C em várias soluções químicas (água destilada, ácido cítrico, ácido láctico, heptano e solução aquosa de etanol). Um grupo ficou armazenado em saliva artificial como controle. A microdureza Knoop e o teste de desgaste superficial foram determinados antes e após o armazenamento nas diferentes soluções. Os resultados obtidos indicaram, com exceção do armazenamento em solução aquosa de etanol da resina Silux, um aumento da microdureza superficial. O aumento da microdureza superficial também foi verificado para a resina Z100 quando armazenada em saliva artificial e ácido cítrico e da resina Ariston quando armazenada em solução de heptano. O armazenamento nos demais meios promoveu diminuição da microdureza das resinas Z100 e Ariston. Para a resina Surefil, o condicionamento em ácido láctico, heptano e solução aquosa de etanol resultaram em uma diminuição da microdureza, porém sua dureza aumentou quando armazenada em saliva artificial, água destilada e ácido cítrico. Não houve diferença estatística entre os materiais e o armazenamento em ácido cítrico, heptano e solução aquosa de etanol. Houve diminuição da microdureza superficial da resina Ariston comparada à Silux e Z-100 quando armazenadas em saliva artificial. Com exceção da resina Surefil, todas as outras resinas obtiveram maior desgaste após o armazenamento.

Um estudo avaliando a resistência à abrasão de dentes artificiais de resina foi realizado por Assunção et al. (2006), no qual os autores utilizaram 84 primeiros molares inferiores artificiais, 12 de cada marca (Artplus, Biolux, Myerson, SR Orthosit, Trilux, Trubyte Biotone e Vipi Dent Plus), formando sete grupos experimentais. Os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial, em estufa a 37°C durante trinta dias, após esse período, foram pesados e submetidos ao ensaio de abrasão por polimento em politriz metalográfica, durante dez minutos e sob irrigação constante com água. Em seguida, os corpos-de-prova foram submetidos à lavadora ultrassônica com água destilada/deionizada e novamente pesados a fim de avaliar a quantidade de estrutura perdida após o ensaio. A resistência à abrasão foi avaliada pelo método gravimétrico em balança de precisão, segundo as diferenças percentuais das massas de cada corpo-de-prova antes e após o ensaio. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Observou-se diferença estatisticamente significativa entre o grupo SR Orthosit e os demais grupos, que não apresentaram diferenças entre si. Ante as condições testadas, as marcas Artplus, Biolux, Myerson, Trilux, Trubyte Biotone e Vipi Dent Plus apresentaram comportamento semelhante, demonstrando menor resistência à abrasão quando comparadas ao grupo SR Orthosit, o qual apresentou maior resistência à abrasão.

Neves & Villela (1999) avaliaram a rugosidade superficial da resina acrílica termopolimerizável incolor após acabamento e polimento convencionais e após a aplicação de um verniz específico para acabamento de resina acrílica. Utilizaram trinta corpos-de-prova, os quais foram divididos aleatoriamente em três grupos de dez, sendo que todos receberam o acabamento convencional: Grupo 1: (controle) as resinas somente acabamento convencional; Grupo 2: as superfícies foram

submetidas a lixa de parede n° 180 por trinta segundos e polidas com pedra-pomes e branco de Espanha e Grupo 3: uma fina camada de verniz *Over Coat* foi aplicado na superfície da resina. A rugosidade superficial dos três grupos foi realizada e os dados submetidos a análise estatística (Kruskal-Wallis e teste de comparação múltipla de Dunn). Os resultados apontaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos 1 e 2 e entre os grupos 2 e 3. Entre os grupos 1 e 3, a diferença não foi significativa. Os resultados indicam que os procedimentos habituais de acabamento e polimento promovem uma superfície significativamente mais lisa que o acabamento com pedra abrasiva e o acabamento com verniz *over coat*. A rugosidade superficial das resinas polidas com pedra abrasiva não mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparadas às resinas tratadas com o verniz *over coat*.

Sen et al. (2002) estudaram o efeito de duas pastas de polimento (pasta de óxido de alumínio e pasta diamantada) na rugosidade superficial em resinas de bisacrilato de metila (Iso-Temp - fotopolimerizável, Protemp II- autopolimerizável - Structer 2: autopolimerizável) e resinas a base de polimetilmetacrilato (Dentalon Plus, Tab 2000 e Temdent- autopolimerizáveis). Foram confeccionados trinta corpos-de-prova de cada grupo, sendo que: dez permaneceram sem tratamento (controle), dez foram polidos com pasta de óxido de alumínio e dez foram polidos com pasta diamantada. Após o polimento foi determinada a rugosidade superficial em cinco posições. Houve diferença entre as resinas de bisacrilato de metila e as de polimetilmetacrilato, entretanto, entre as resinas a base de bisacrilato de metila, não houve diferença estatística. Todas as resinas apresentaram maior lisura superficial após o polimento com pasta diamantada. Todas as resinas de polimetilmetacrilato foram mais lisas que as de bisacrilato de metila do grupo controle.

Buergers et al. (2007) realizaram um estudo in vitro com o objetivo de analisar a molhabilidade e a rugosidade superficial de dez materiais utilizados para próteses fixas provisórias de acordo com sua classe, observando seu potencial de adesão bacteriana. Segundo o autor, a quantidade e a qualidade do acúmulo bacteriano num substrato específico é determinado por algumas variáveis nas características das superfícies dos materiais. Substratos com alta energia de superfície aumentam a adesão bacteriana, também influenciada pela composição química e potencial zeta do material, que se refere ao potencial eletrostático gerado pelo acúmulo de íons na superfície, que resulta na diminuição da adesão bacteriana. O crescimento e a capacidade de formação de placa de *Streptococcus mutans* nesses diferentes materiais foram investigadas, assim como a influência das características físico-químicas específicas de suas superfícies (configuração física, rugosidade superficial e hidrofobicidade). Os autores tentaram alcançar uma correlação entre rugosidade superficial e a quantidade de adesão bacteriana. Para este estudo 15 corpos-de-prova de cada material em formato de disco com dimensões de 10mmx2mm foram confeccionados. Dentre os materiais utilizados neste estudo estão: duas marcas de PMMA, duas marcas de metacrilato “melhorado” (a base de monômeros acrilatos monofuncionais com alto peso molecular), seis marcas de resina a base de bisacrilato de metila e dois materiais controle, sendo um compósito microhíbrido para restaurações definitivas e um vidro. As amostras foram então polidas com lixas de granulação de mil, dois mil e quatro mil e armazenadas em água destilada por dez dias. Foram avaliadas a rugosidade superficial dos materiais através de um perfilômetro em três sítios de três amostras de cada material. A hidrofobicidade ou molhabilidade, foi avaliada através da medição do ângulo de contato com água destilada pelo método da gota sessil em cinco corpos-de-prova de cada material.

Para isto, os mesmos foram limpos em álcool 70% e fixados em 48 placas. Foram limpos com acetona e secos com ar. Duas gotículas com 2,0µl foram dispensadas em cada corpo-de-prova e duas medições foram realizadas para cada gotícula, do ângulo de contato direito e esquerdo através de um goniômetro perfazendo um total de quatro medições por amostra realizadas a 25°C de temperatura ambiente através da técnica da projeção horizontal. A quantidade de adesão bacteriana foi determinada pelo método de fluorescência por oxi-redução. Uma mistura de solução bacteriana de *Streptococcus mutans* com tintura de resazurina (indicador) foi utilizada em comparação com as soluções controle de puro tampão-fosfato salino (PBS), tampão com resazurina e solução bacteriana pura. A intensidade da fluorescência foi obtida por um leitor automático Fluostar Optima. As amostras também foram submetidas ao MEV. Os resultados obtidos foram que todos os dez materiais testados apresentaram valores de rugosidade media similares, variando entre 0,04 e 0,08µm, podendo todas as superfícies serem classificadas como macias. As resinas de bisacrilato de metila e o metacrilato “melhorado” UniFast LC apresentaram as superfícies mais macias significativamente. Enquanto que os PMMA's e o metacrilato melhorado Snap tem as superfícies mais rugosas. No ensaio de molhabilidade todos os materiais testados obtiveram ângulo de contato significativamente maiores se comparados aos materiais controle. Com exceção da marca Luxatemp (bisacrilato) os ângulos de contato das resinas de bisacrilato foram significativamente menores do que das resinas acrílicas (PMMA) e dos metacrilatos “melhorados”. Os autores afirmam que a molhabilidade e sorção de água de um material pode ser diretamente influenciada pelas cadeias principais e laterais, assim como taxas de polimerização. Já no ensaio de fluorescência, os autores obtiveram os valores médios de intensidade variando entre três mil e 16000 (sem unidade). Um

PMMA e três bisacrilatos resultaram em baixa adesão bacteriana (abaixo de cinco mil). O outro material a base de PMMA e três bisacrilatos apresentaram adesão bacteriana moderada (entre cinco mil e dez mil) e dois metacrilatos melhorados e um bisacrilato apresentaram altos valores de adesão bacteriana (acima de dez mil). Através da micrografia puderam ser observadas trincas, sulcos e defeitos que favorecem a colonização bacteriana, pois reduzem a influência das tensões de cisalhamento no ataque inicial. Também puderam ser confirmados os resultados obtidos pela fluorescência onde a colonização bacteriana e os agregados mais complexos foram identificados em materiais com maior intensidade de fluorescência. Os autores apontam a rugosidade e a energia livre de superfície como os dois determinantes mais importantes para a adesão bacteriana, porém nenhuma correlação entre a quantidade de adesão bacteriana, a rugosidade superficial e a hidrofobicidade pode ser determinada. Acredita-se portanto depender da composição do material.

Lang et al. (2003) estudaram a resistência a fratura de resinas para restaurações provisórias quando colocadas em um meio oral artificial. Utilizaram resinas de PMMA (Trim e Cronsin) e resinas de bisacrilato de metila (Protemp 3 Garant, Protemp Garant, Luxatamp e Tempofit). As resinas foram cimentadas em um aparato de cobalto cromo. Dez corpos-de-prova de cada material ficaram armazenados durante 14 dias em uma solução de água destilada artificialmente modificada para envelhecer as resinas. Dez corpos-de-prova de cada material ficaram armazenados durante 24 horas em água destilada como grupo controle. A resistência a fratura foi determinada levando a uma máquina de testes. Durante o envelhecimento artificial das resinas as de PMMA falharam devido a uma deflexão irreversível. Todos os corpos-de-prova da Tempofit, quatro da Luxatemp, dois da

Protemp Garant, e um da Protemp 3 Garant falharam devido a fratura durante o envelhecimento artificial. As resinas de PMMA e a resina Tempofit mostraram baixa estabilidade durante o envelhecimento artificial, e o maior valor de resistência observado foi na resina de bisacrilato de metila Protemp 3 Garant.

Rosentritt et al. (2004) analisaram a resistência à flexão e módulo de elasticidade de resinas para restaurações provisórias antes e após o reparo. Estudaram as resinas Temphase, Luxatemp, Provipont e Protemp 3 Garant que são a base de bisacrilato de metila e a resina Trim que é a base de polimetilmetacrilato. Os corpos-de-prova foram levados a uma máquina de ensaio universal onde foram submetidos ao teste de resistência a flexão de três pontos. Num segundo momento foram confeccionados outros corpos-de-prova com as mesmas medidas dos anteriores porém nestes, foram realizados reparos e então levados novamente ao teste de resistência a flexão de três pontos. As resinas Temphase, Luxatemp e Trim mostraram resistência a flexão estatisticamente significante mais baixa no momento inicial quando comparados com as resinas Provipont e Protemp 3 Garant. Uma diminuição da resistência a flexão foi estatisticamente significante após o reparo na resina Luxatemp e Temphase. A efetividade do reparo com as resinas para restaurações provisórias foi dependente não só do tipo de resina utilizada como também da resina, marca comercial, utilizada. A maior resistência a flexão foi na resina Protemp 3 Garant e Provipont, que são a base de bisacrilato de metila.

Balkenhol et al. (2007) estudaram a resistência a flexão e módulo de elasticidade de materiais restauradores temporários em diferentes tempos de armazenamento. Utilizaram quatro resinas: CronMix tembridge (Merz), Protemp 3 Garant (3M), Structur Premium (VOCO), System c&b (Ivoclar Vivadent). Os corpos-de-prova foram preparados com 2mmx2mmx25mm e após a confecção os corpos-

de-prova do Grupo 1 (n=10) foram levados ao teste de resistência a flexão de três pontos, e os outros foram divididos em oito grupos (n=10), diferenciados pelo tempo de armazenamento em água deionizada e depois levados ao teste de resistência a flexão. O Grupo 2 ficou armazenado em água deionizada durante uma hora, o Grupo 3 teve tempo de armazenamento de duas horas, Grupo 4 de quatro horas, Grupo 5 armazenamento de oito horas, Grupo 6 de 16 horas, Grupo 7 armazenamento de 24 horas, Grupo 8 armazenamento de três dias e Grupo 9 permaneceu armazenado sete dias em água deionizada. Após o armazenamento, foi realizada a termociclagem dos corpos-de-prova (cinco mil ciclos). Os valores de resistência a flexão foram obtidos e o grau de conversão de polimerização foi determinado. A resistência a flexão e o módulo de elasticidade foram baixos após dez minutos da polimerização de todos os materiais testados. Houve uma correlação entre resistência a flexão e módulo de elasticidades com o tempo de armazenamento. Os autores observaram que existe baixa estabilidade mecânica das resinas para restaurações provisórias nas primeiras horas após confecção.

Kim & Watts (2007) estudaram a resistência de margens de resinas para restaurações provisórias. Utilizaram três resinas a base de bisacrilato de metila (Protemp 3 Garant, Luxatemp e Temphase) e uma resina de PMMA (Trim). Foram confeccionados sete corpos-de-prova para cada resina e estes foram armazenados a 37°C com 80% de umidade relativa durante trinta dias. Decorridos esse período as margens da restauração foram avaliadas. Os resultados foram estatisticamente analisados. As resinas de bisacrilato de metila obtiveram resultados superiores ao da resina de PMMA quanto a resistência de margem e a resistência à fratura das margens aumentava conforme aumentava a distância da margem.

Balkenhol et al. (2008) estudaram a resistência à flexão e o módulo de elasticidade de resinas para restauração provisória com diferentes tipos de polimerização, quando submetidas a diferentes tempos de armazenamento em água deionizada. Foram estudadas as resinas Trim (resina de PMMA), Luxatemp AM Plus (bisacrilato de metila), Luxatemp AM plus solar (bisacrilato de metila) e Cool temp solar (bisacrilato de metila). Os corpos-de-prova confeccionados (n= 10 por material e por condição de armazenamento) foram submetidos ao ensaio de resistência à flexão após armazenamento em água destilada por: Grupo 2 duas horas, Grupo 3 dezesseis horas, Grupo 4 vinte e quatro horas, Grupo 5 setenta e duas horas, Grupo 6 sete dias mais cinco mil ciclos de termociclagem. O Grupo 1 (controle) não foi armazenado e foi testado logo após a sua confecção. Todos os materiais com exceção do Trim (resina de PMMA) mostraram baixa resistência mecânica logo após a confecção (grupo 1) quando comparado com o grupo 6 (termociclados). A resina Luxatemp AM Plus Solar mostrou significativo aumento do valor de resistência a flexão nos grupos com mais de 24 horas de armazenamento até 72 horas de armazenamento, comparados com todos os demais grupos. A resina de PMMA mostrou significativa baixa de resistência a flexão quando comparados com os outros materiais em todos os tempos de armazenamento com exceção do grupo 1 (logo após a confecção). Os autores concluíram que a natureza química das resinas e o tipo de polimerização influenciaram a resistência à flexão e o módulo de elasticidade.

2.3 EFEITOS DOS MEIOS DE ARMAZENAMENTO, CICLAGENS DE pH E CICLAGEM TÉRMICA NOS MATERIAIS POLIMÉRICOS

Sarrett et al. (2000) estudaram o efeito de bebidas alcoólicas no desgaste de compósitos. Os materiais analisados foram: Herculite XR, Prisma-Fil, Silux Plus, P-50 e Z100. Para avaliação do desgaste das resinas, seis corpos-de-prova de cada compósito foram submetidos à aplicação de água destilada misturada a um abrasivo constituindo o grupo controle (GI), abrasivo e cerveja (GII), abrasivo e vinho (GIII). No segundo teste, os autores utilizaram nove corpos-de-prova de cada compósito e como abrasivo, utilizaram uma mistura de conchas e arroz com as soluções: água deionizada, vinho e ao etanol. Os resultados foram submetidos à ANOVA e teste de Turkey. O vinho e solução de etanol causaram mudança significativamente maior no desgaste comparado com a cerveja e a água. Não houve diferença em relação ao desgaste dos compósitos quando submetidos ao vinho e a 9% de etanol. Os compósitos tratados com cerveja não diferiram estatisticamente daqueles tratados com água. Não houve diferença significativa entre o tipo de compósito e o tipo de abrasivo. Esses resultados indicam que bebidas alcoólicas com pelo menos 9% de volume de etanol aumentam o desgaste do compósito. Em todos os diferentes tipos de compósitos o etanol causou algum tipo de alteração.

Haselton et al. (2004) estudaram os efeitos do armazenamento na rugosidade superficial de materiais para restaurações provisórias. Foram utilizadas cinco resinas de polimetilmetacrilato (Alike, Jet, Temporary Bridge Resin, Zeta C & B Acrylic, Unifast LC) e sete resinas de bisacrilato de metila (Instatemp, Integrity, Luxatemp, Protemp Garant, Provipont, Provitec, Temphase). Foi realizado o polimento dos corpos-de-prova e a rugosidade superficial foi mensurada antes e após a imersão

em duas soluções: saliva artificial e saliva artificial com café durante duas semanas. O aumento da rugosidade superficial após o armazenamento ocorreu na maioria das resinas, havendo forte indício que o efeito do tipo de solução de armazenamento difere entre os materiais. As resinas de polimetilmetacrilato exibiram maior lisura superficial após o polimento inicial e a rugosidade superficial aumentou após o armazenamento nas duas soluções.

Badra et al. (2005) analisaram a influência de diferentes bebidas na microdureza e superfície de rugosidade em resinas compostas (A 110, Z250 e Flow). Foram confeccionados vinte corpos-de-prova (10mmX2mm) de cada resina, formando três grupos (n=24). A microdureza e a rugosidade superficial foram analisadas em diferentes tempos: 24 horas, sete, trinta e sessenta dias após a confecção dos corpos-de-prova. Na primeira medição os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial e após esse período foram armazenados em quatro soluções (n=6): (GI) Coca-Cola TM, (GII) Sugar Cane Spirit TM (Canhaça Janaina), (GIII) Café e (GIV) saliva artificial, correspondendo ao grupo controle. Os grupos GI, GII e GIII permaneceram as primeiras quatro horas em saliva artificial e depois, foram imersos durante cinco minutos na solução correspondente a cada grupo, intercalados com imersão em saliva artificial três vezes ao dia. Os resultados foram submetidos à análise ANOVA e teste Scheffée ($p < 0.05$). Os autores observaram que as soluções alteraram a microdureza e rugosidade superficial dos compósitos. A microdureza permaneceu estável durante trinta dias, diminuindo significativamente no período de sessenta dias. A microdureza dos corpos-de-prova imersos em café e coca-cola manteve-se estável até o período de sete dias e após esse período, houve diminuição da microdureza. Os corpos-de-prova imersos em Sugar Cane Spirit TM não apresentaram mudança significativa na microdureza até o período de sete dias,

aumentando significativamente após os trinta dias e diminuindo após os sessenta dias. A rugosidade superficial de todas as resinas aumentou após o período de sete dias, sendo que houve diminuição da rugosidade após trinta e sessenta dias. Os autores concluíram que todas as bebidas alteraram em algum grau, a microdureza e a rugosidade superficial das resinas testadas. Foi observado que quanto maior o período de imersão, mais acentuado o impacto das soluções nas propriedades das resinas.

Prakki et al. (2005) realizaram uma revisão de literatura sobre a influência do pH do meio em polímeros restauradores, uma vez que a degradação da cadeia polimérica pode afetar diretamente suas características mecânicas. Os compósitos normalmente são compostos de uma matriz orgânica polimerizável, partículas inorgânicas e um agente silano que conecta as partículas inorgânicas a matriz orgânica. Durante a degradação, ocorre quebra na cadeia polimérica, formando oligômeros e monômeros, que possuem diferentes funções que o polímero. Existem diferentes tipos de degradação polimérica: degradação foto, térmica, mecânica e hidrólise passiva. Esse processo apresenta interrelação com erosão que designa uma perda do material, fazendo com que oligômeros e monômeros sejam removidos da cadeia polimérica. O processo basicamente consiste na penetração da água na cadeia polimérica, induzindo uma degradação química formando oligômeros e os monômeros. Progressivamente, a degradação muda o polímero criando poros em sua massa pela perda de seus componentes. Alguns fatores influenciam a velocidade da degradação, como pH, composição do polímero, absorção de água e hidrofília da matriz polimérica. No meio bucal uma variação de pH é constantemente observada e os ácidos produzidos são normalmente o acético, propiônico e láctico.

Reis (2005) estudou a dureza superficial Knoop, comparando três marcas comerciais de dentes artificiais de resina acrílica convencional (Trubyte Biotone, Vipi Dent Plus e Ivostar) e quatro marcas de resina acrílica com características alteradas (Bitone IPN, Trilux, Biolux e Vivodent). Os autores comparam o valor de desgaste em função da variação da superfície antagonista (porcelana feldspática glazeada e jateada). A microdureza superficial foi determinada em duas fases: após a imersão em água deionizada e após a realização de protocolo de ciclagem de pH para simular o desafio ácido que ocorre intra-oralmente. Em uma segunda etapa foi medido o desgaste de dentes artificiais através da atrição dos corpos-de-prova contra placas metalo-cerâmicas glazeadas e jateadas com partículas de óxido de alumínio. As medições no teste de dureza revelaram perda após a realização da ciclagem de pH em todos os corpos-de-prova avaliados. O teste ANOVA revelou que houve diferenças antes e após a ciclagem de pH, porém não houve interação entre marcas comerciais e face dentária. Houve diferença estatisticamente significativa entre a dureza antes e após a ciclagem de pH, independentemente da marca comercial. A dureza antes da realização da ciclagem de pH foi estatisticamente superior à dureza após a ciclagem em todas as marcas comerciais avaliadas. As mensurações revelaram uma redução da altura dentária em todos os corpos-de-prova testados após a realização do teste de desgaste. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao desgaste entre as marcas Biotone, Trilux e Vivodent atritadas contra a porcelana glazeada. Porém, a marca Biotone sofreu desgaste significativamente maior que as demais contra a porcelana jateada. Não houve associação entre dureza e resistência ao desgaste para as marcas avaliadas no substrato jateado.

Silva Filho et al. (2006) avaliaram a rugosidade superficial de resinas acrílicas submetidas à ciclagem térmica. Foram confeccionados corpos-de-provas com 10mm de diâmetrox3mm de altura em três resinas (n=6): Duralay, Dencôr e Vip Cor e a rugosidade superficial média de cada corpo-de-prova foi determinada. Em seguida, estes foram submetidos a banhos de ciclagem térmica. Os dados encontrados foram submetidos à análise estatística (ANOVA e Tukey - $p < 0.05$). Verificou-se que as três resinas utilizadas não apresentaram alterações superficiais antes ou depois da termociclagem; porém a termociclagem foi capaz de provocar aumento na rugosidade superficial.

Honório et al. (2008) estudaram o efeito da ciclagem de pH sobre a microdureza superficial em diferentes materiais restauradores. Utilizaram oitenta dentes que foram preparados e restaurados com oito diferentes materiais (resina modificada por ionômero de vidro, ionômero de vidro convencional, resina composta e amalgama). Durante 35 dias metade dos corpos-de-prova ficaram imersos em bebida a base de cola por cinco minutos três vezes ao dia, e ficavam armazenados em saliva artificial entre os ciclos erosivos. A outra metade dos corpos-de-prova permaneceu armazenada em saliva artificial durante todo o período. A microdureza dos corpos-de-prova foi determinada e os resultados analisados utilizando ANOVA e teste de Turkey. Os corpos-de-prova foram levados em microscopia eletrônica de varredura para observação da erosão e alterações ocorridas no esmalte e nos materiais. A mudança na microdureza superficial foi decrescente em: resina modificada por ionômero de vidro quando submetida a ciclagem de pH, ionômero de vidro convencional submetida a ciclagem de pH, resina composta submetida a ciclagem de pH, amalgama submetido a ciclagem de pH, resina modificada por ionômero de vidro armazenada em saliva, ionômero de vidro convencional em saliva

artificial, resina composta em saliva e amalgama em saliva. As microscopias de varredura demonstraram grande erosão no grupo submetido à ciclagem de pH quando comparadas ao grupo armazenado em saliva artificial. A ciclagem de pH promoveu maior alteração de microdureza superficial, sendo estatisticamente significante, no ionômero de vidro quando comparada a resina composta e amálgama.

Wongkhantee et al. (2006) estudaram o efeito de alimentos e bebidas ácidas (bebida a base de cola, iogurte, suco de laranja, bebidas isotônicas, Tom-Yum Soap) na superfície do esmalte, dentina e materiais restauradores dentários (resina composta microhíbrida – Filtek Z250, resina composta microparticulada – Filtek A110, ionômero de vidro convencional – GC Fuji, resina modificada por ionômero de vidro – GC Fuji II e resina composta modificada por poliácido – Dyract AP). Essas substâncias foram escolhidas porque estão presentes na maioria das dietas e supostamente podem causar erosão ácida. Foram utilizados cinquenta pré-molares humanos que foram preparados com os diferentes materiais restauradores (n=10). A microdureza dos corpos-de-prova foi avaliada e após a mensuração, os corpos-de-prova foram imersos em bebidas/saliva ácidas e em saliva artificial. A dureza Vickers foi novamente determinada e os resultados indicam que para o esmalte houve diminuição estatisticamente significante da dureza após imersão em bebida a base de cola, suco de laranja, e bebida isotônica. A dureza superficial da dentina, resina composta microparticulada e resina modificada por ionômero de vidro diminuiu ($p < 0.05$) após a imersão em bebida a base de cola. A dureza superficial da resina composta, ionômero de vidro convencional e resina composta modificada por poliácido não mudou em nenhuma das substâncias de imersão ($p > 0.05$).

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste estudo foram:

- a) Avaliar a resistência à flexão e a microdureza de resinas à base de bisacrilato de metila e polimetilmetacrilato antes e após ciclagem de pH;
- b) Observar em microscopia eletrônica de varredura as características topográficas superficiais das resinas à base de bisacrilato de metila e polimetilmetacrilato antes e após a ciclagem de pH.

4 MÉTODO

4.1 CÁLCULO AMOSTRAL

Para o estabelecimento do cálculo amostral deste trabalho, foi utilizado o teste t-Student para uma amostra com auxílio do software BioEstat 2.0 (poder do teste de 0,9; nível de significância de 0,05). Os dados utilizados para este cálculo foram obtidos em estudos existentes na literatura pertinente ao assunto deste trabalho.

Para o ensaio de microdureza Knoop de superfície este teste sugeriu a utilização de cinco corpos-de-prova para cada grupo e para o teste de flexão de três pontos o teste sugeriu a utilização de dez corpos-de-prova por grupo.

O delineamento experimental encontra-se na Figura 1:

1) Unidade Experimental:	Corpos-de-prova de resinas a base de bisacrilato de metila e polimetilmetacrilato
2) Fator em estudo	
a. Resinas (quatro níveis)	a. Alike (GC)
	b. Structur 2 SC (Voco)
	c. Duralay (Reliance Dental)
	d. Luxatemp Automix (DMG)
b. Tratamento (um nível)	Ciclagem de pH
c. Tempo (dois níveis)	a. Inicial
	b. Final (após dez ciclos de pH)
3) Variável resposta	a. Microdureza superficial (inicial e final)
	b. Resistência à flexão (inicial e final)
	c. MEV (antes e após ciclagem de pH)

Figura 1- Delineamento experimental

As resinas utilizadas neste estudo foram duas resinas de bisacrilato de metila e duas da categoria dos polimetilmetacrilato que estão listados na Tabela 1 e ilustrados nas Figuras 2, 3, 4 e 5:

Tabela 1- Composição dos materiais e fabricante

Nome do produto	Tipo de resina	Composição	Fabricante	País de Origem
Alike	Polimetilmetacrilato	Pó: Vidro de silicato de bário, peróxido de benzoíla, dimetil-p-toluideno, polímero de metacrilato Líquido: metilmetacrilato, ethyl-2-cyano 3-3 difenilacrilato, metanol	GC	EUA
Duralay	Polimetilmetacrilato	Pó: polímero de metacrilato Plasticável Líquido: monômero de metil metacrilato estabilizado	Reliance Dental Mfg	Itália
Luxatemp Automix	Bisacrilato de metila	Metacrilatos multifuncionais, bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UEDMA), trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), partículas de vidro e sílica	DMG	Alemanha
Structur 2 SC	Bisacrilato de metila	Metacrilatos multifuncionais, aminas, terpenos, peróxido de benzoíla, BHT.	Voco	Alemanha



Figura 2 - Resina Luxatemp (DMG)



Figura 3 - Resina Structur 2 (Voco)



Figura 4 - Resina Duralay (Reliance)



Figura 5 - Resina Alike (GC)

4.2 ANÁLISES INICIAIS

Os corpos-de-prova das resinas utilizadas e citadas na Tabela 1 foram confeccionados de acordo com instruções do fabricante (Tabela 2). As resinas foram inseridas em matriz metálica de aço inoxidável (Gloria Ind. Metais Perfurados – Limeira, SP) composta por uma base de metal (Figuras 6 e 7) e uma placa removível (Figura 8) com o formato e dimensões de cada corpo-de-prova. Os corpos-de-prova para o teste de microdureza superficial tinham 6mmx3mm de espessura e os corpos-de-prova para o teste de flexão tinham 25mmx2mmx2mm.



Figura 6 - Matriz para corpos-de-prova do ensaio de flexão



Figura 7 - Matriz para corpos-de-prova do teste de microdureza



Figura 8 - Placa removível da matriz

Tabela 2 – Tabela de manipulação das resinas

Nome do produto	Manipulação
Duralay	Misturar pó com líquido numa proporção de 3:1.
Alike	Misturar pó com líquido numa proporção de 3:1.
Luxatemp Automix	Os cartuchos devem ser inseridos num <i>dispenser</i> compatível, colocar uma ponta de mistura tipo 6, o material é expulso e automaticamente misturado na proporção correta.
Structur 2 SC	Os cartuchos devem ser inseridos num <i>dispenser</i> compatível, colocar uma ponta de mistura tipo 6, o material é expulso e automaticamente misturado na proporção correta.

A forma removível foi lubrificada com isolante a base de água (Ky - Johnson & Johnson) e posteriormente foi inserida a resina com ajuda de espátula 7 e seringas descartáveis (KDL do Brasil, Comércio de Produtos Médico-Hospitalar Ltda.) de 10 ml (para as resinas Duralay e Alike), ou ainda, com o próprio dispensador do produto (Luxatemp e Structur 2 SC). Sobre a matriz metálica foram colocadas duas placa de vidro que juntas pesavam 1,5kg aproximadamente (Figuras 9, 10 e 11). As resinas de polimetilmetacrilato foram colocadas em uma panela de polimerização, conforme instruções dos fabricantes.



Figura 9 - Peso das duas placas de vidro juntas

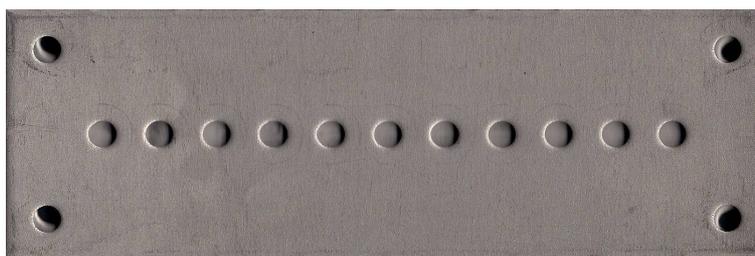


Figura 10 - Matriz com recortes sobre a matriz removível

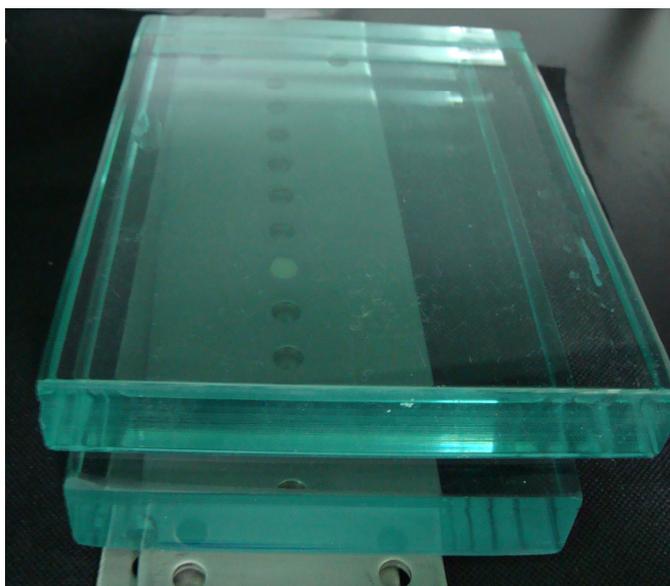


Figura 11- Resinas nos recortes com as placas de vidro sobre o conjunto

Após a polimerização dos corpos-de-prova foi feito acabamento com fresas de tungstênio HF079FE-060 (Brightdent NTI Germany) para remoção das rebarbas devido ao extravasamento da resina na matriz.

4.2.1 Microdureza Knoop inicial

Para o ensaio de microdureza, os corpos-de-prova (n=5) foram confeccionados no formato circular com medidas de 6mm de diâmetro e 3mm de espessura (Diaz-Arnold 1999) (Figura 12). Os corpos-de-prova foram embutidos em resina acrílica incolor (Figura 13) e posteriormente, foi realizado o acabamento da superfície com lixas #600 e #1200 Mesh e então a microdureza inicial (Mi) foi determinada.



Figura 12 - Corpos-de-prova para o teste de microdureza e MEV



Figura 13 - Corpos-de-prova cilíndricos após o embutimento

Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de microdureza superficial Knoop (Microdurômetro com penetrador tipo Knoop – Micromet 2003 Buehler- EUA) (Figura 14). O longo eixo da ponta ficava perpendicular à superfície dos corpos-de-prova. Foram realizadas três leituras, com espaçamento de 100 μ m entre elas e carga de 25g por 15seg (Figuras 15 e 16). Os resultados obtidos em Número Knoop de Dureza (KHN) foram estatisticamente analisados.



Figura 14 - Microdurômetro Micromet 2003

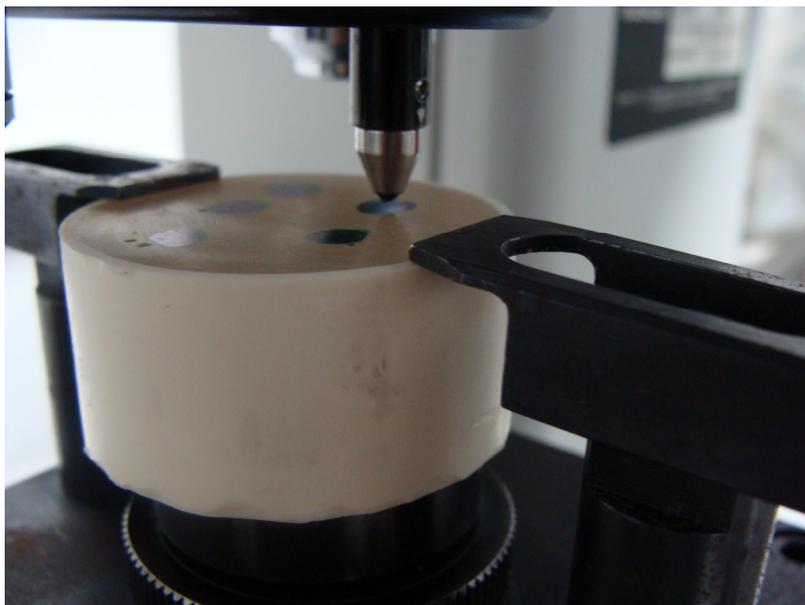


Figura 15 - Ponta penetradora sobre corpo-de-prova fazendo a indentação

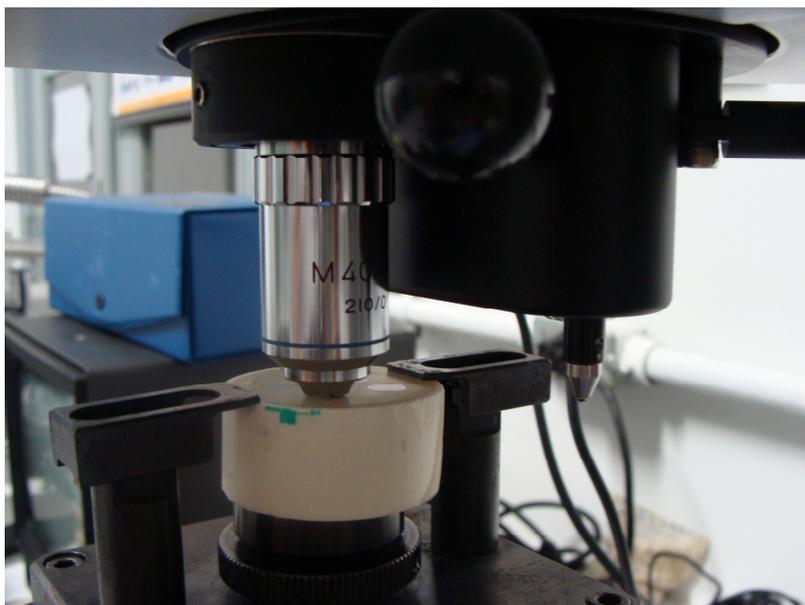


Figura 16 - Leitura dos corpos-de-prova

4.2.2 Resistência à flexão inicial

Para o ensaio de flexão, os corpos-de-prova possuem formato retangular com dimensão de 25mmX2mmX2mm (Figura 17) ADA, especificação # 27 –(Haselton et al., 2002).



Figura 17 - Corpos-de-prova para o teste de flexão de três pontos

O ensaio mecânico para registro da resistência à flexão foi realizado através de um teste de carga de três pontos. Os testes foram executados em uma máquina de ensaios universal, (Emic DL 10000- SP Brasil) (Figura 18) seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma ADA, especificação # 27 – (Haselton et al., 2002).

Os corpos-de-prova foram colocados sobre uma base metálica com 10mm de distância entre os suportes (Figura 19). O teste foi executado com o auxílio de células de carga de 10kN. A velocidade constante do cabeçote foi de 0,75mm/min (norma ADA, especificação # 27 – Haselton et al., 2002). Os corpos-de-prova foram submetidos à carga compressiva até a fratura (Figura 20).

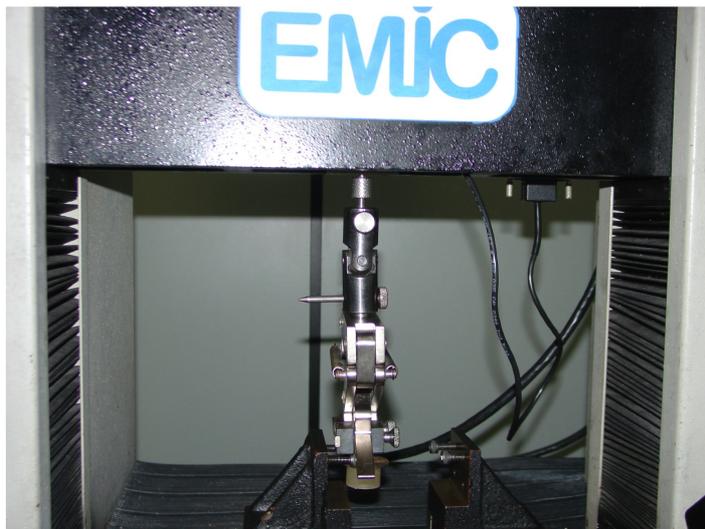


Figura 18 - Máquina de ensaios universais EMIC

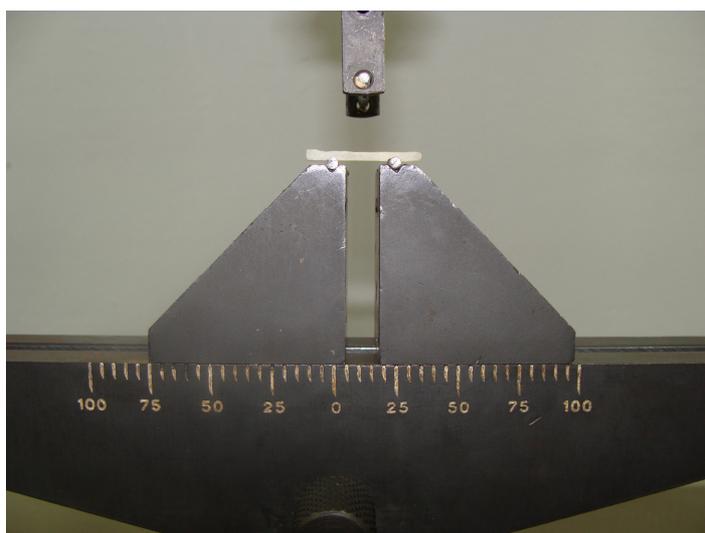


Figura 19 - Corpos-de-prova sobre base metálica com distância de 10mm entre elas

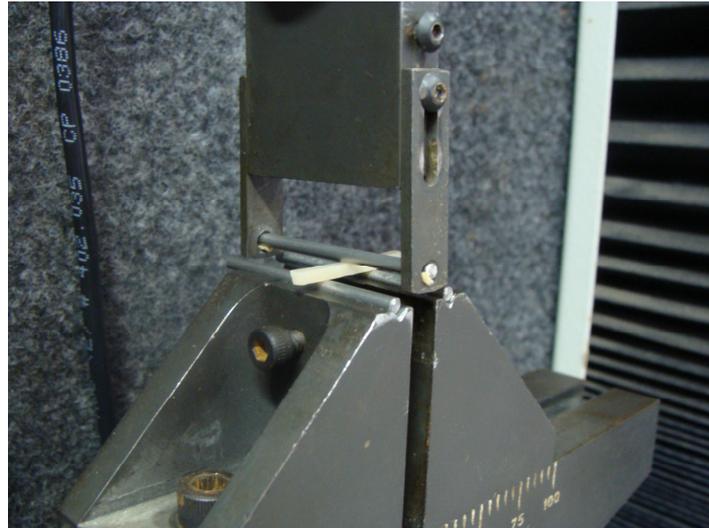


Figura 20 - Suporte superior exercendo carga de compressão sobre os corpos-de-prova até a fratura

4.3 CICLAGEM DE pH

Os corpos-de-prova foram submetidos a dez ciclos de desmineralização-rem mineralização a 37°C. Cada ciclo é composto por sete horas de imersão em solução desmineralizante seguida de 17 horas de imersão em solução remineralizante. A cada dois ciclos o pH era verificado com auxílio de um pHmetro para certificar que as soluções se mantinham com o mesmo pH do início do ensaio. A solução foi renovada a cada cinco ciclos. As soluções desmineralizante e remineralizante estão descritas nas Tabelas 3 e 4 e ilustradas na Figura 21 (Shinkai et al., 2001).

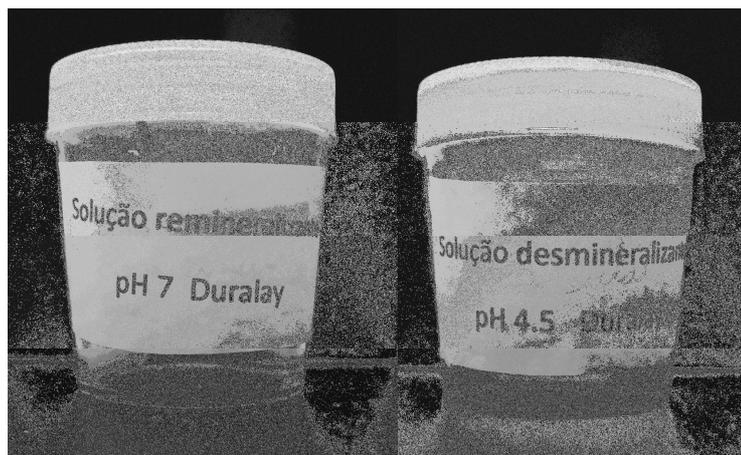


Figura 21 - Soluções remineralizante e desmineralizante

Tabela 3 - Composição da solução remineralizante pH 7

Composição	Quantidade
Cálcio (CaCl_2)	2.2mM
Fosfato (NaH_2PO_4)	2.2mM
Ácido acético (CH_3COOH)	0.05 M

Tabela 4 - Composição da solução desmineralizante pH 4.5

Composição	Quantidade
Cálcio (CaCl_2)	1.5mM
Fosfato (NaH_2PO_4)	0.9mM
Cloreto de Potássio (KCl)	0.15 mM

Foram utilizados 5ml de cada solução por corpo-de-prova. As soluções foram substituídas no quinto dia de ciclagem.

4.4 ANÁLISES FINAIS

4.4.1 Microdureza Knoop final

Para o teste de microdureza Knoop, os mesmos corpos-de-prova foram utilizados antes e após ciclagem de pH (n=5), seguindo os mesmos parâmetros descritos anteriormente no item 4.1.2.

4.4.2 Resistência a flexão final

Para o teste de flexão, os outros dez corpos-de-prova foram submetidos a dez ciclos de desmineralização-rem mineralização e após esse período foi medido a resistência à flexão com os mesmos parâmetros descritos no item 4.1.3 (Ref – n=10).

4.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Dois corpos-de-prova adicionais de cada grupo foram submetidos à análise topográfica da superfície tratada antes e após ciclagem de pH. Os corpos-de-prova

foram desidratados em estufa a 37°C por um período de 24 horas e cobertos com uma fina camada de ouro através de um equipamento para “Sputtering” Balzers Union (FL-9496 Balzers, Furstentum Leichtenstein) (Figuras 22, 23 e 24) e observados no MEV (Jeol modelo JSM 5800 LV, Japão) (Figuras 25 e 26) em aumentos de quinhentos e duas mil vezes.



Figura 22 – Equipamento para “Sputtering” Balzers Union

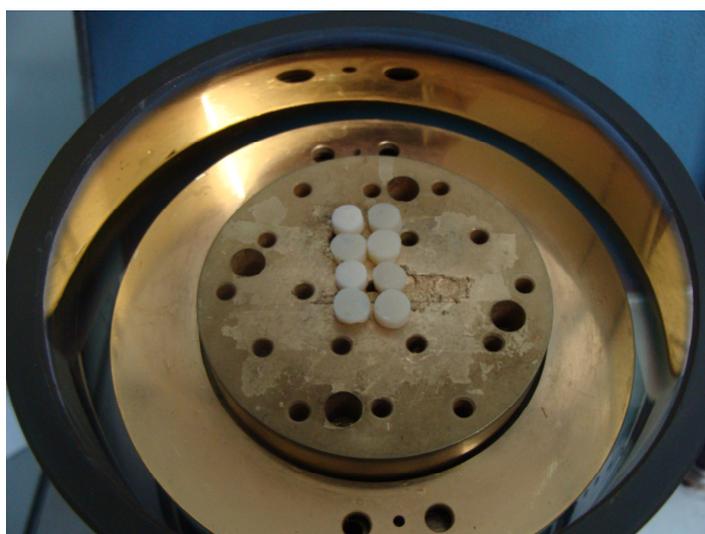


Figura 23 – Corpos-de-prova antes da deposição de ouro



Figura 24 – Corpos-de-prova após a deposição de ouro



Figura 25 - Corpos-de-prova presos no suporte sendo colocados no MEV



Figura 26 - MEV Jeol

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos foram estatisticamente analisados com o software Biostat 2.0 para determinação da normalidade dos resultados, através do teste Kolmogorov-Smirnov e teste de aderência Lilliefors. As diferenças entre grupos e diferenças intra-grupos foi determinada pela análise de variância (Anova dois fatores) e teste t de Student. Foi adotado nível de significância em 95%.

5 RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Os resultados do ensaio de resistência à flexão (em MPa) de três pontos antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f) foram estatisticamente analisados pelo programa BioEstat 2.0. Após verificação e confirmação da normalidade pelo teste Kolmogorov-Smirnov e aderência Lilliefors ($p > 0,05$), os dados foram estatisticamente analisados por meio do teste t de Student ($p < 0,05$) (Tabela 5) e representados na Figura 27.

Tabela 5 - Valores em MPa (média e desvio padrão) de resistência à flexão das resinas antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f)

Grupos	Tempo			
	T_i		T_f	
Alike	82 (3.26)	Ca	76.54 (3.102)	Cb
Duralay	88.69 (2.22)	Ba	82.88 (2.322)	Bb
Luxatemp	113.57 (2.294)	Aa	108.41 (2.5)	Aa
Structur 2	112.64 (1.645)	Aa	107.7 (1.162)	Aa

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Letras maiúsculas indicam diferenças entre os grupos (colunas) e letras minúsculas indicam diferenças intra-grupos (linhas)

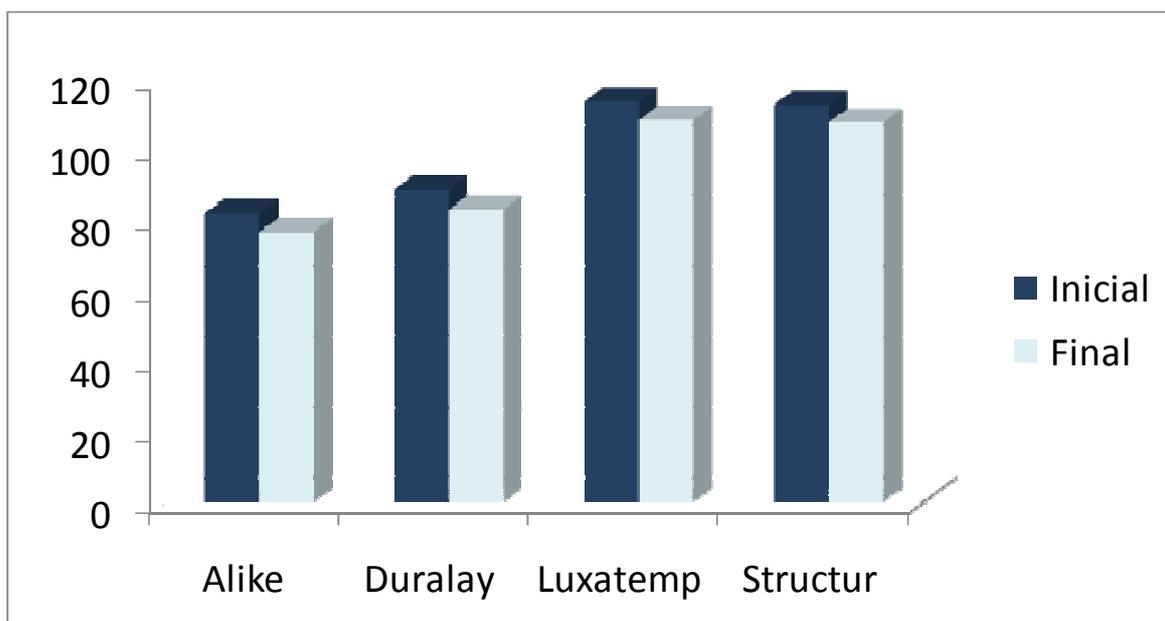


Figura 27 – Gráfico representativo dos valores em MPa (média) da resistência à flexão das resinas T_i e T_f

Os resultados indicam que as resinas de bisacrilato de metila (Luxatemp e Structur 2) não demonstraram diferenças entre si ($p > 0,05$), mas apresentaram resistência à flexão significativamente maior que as resinas polimetilmetacrilato (Duralay e Alike) ($p < 0,05$). A resina Duralay, a base de polimetilmetacrilato, apresentou maior resistência à flexão que a resina Alike, igualmente a base de polimetilmetacrilato ($p < 0,05$). As resinas de bisacrilato de metila estudadas apresentaram comportamento semelhante no tempo inicial (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f).

Houve significativa diminuição da resistência à flexão das resinas a base de polimetilmetacrilato (Duralay e Alike) após a ciclagem de pH ($p < 0,05$), enquanto as resinas de bisacrilato de metila demonstraram que a ciclagem de pH não influenciou a resistência à flexão destas, uma vez que os valores de T_i foram semelhantes a T_f ($p < 0,05$).

5.2 MICRODUREZA KNOOP

Os resultados do ensaio de microdureza Knoop (em KHN – Koop hardness number) antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f) foram estatisticamente analisados pelo programa BioEstat 2.0. Após verificação e confirmação da normalidade pelo teste Kolmogorov-Smirnov e aderência Lilliefos ($p > 0,05$), os dados foram estatisticamente analisados por meio do teste t de Student ($p < 0,05$) (Tabela 6) e representados na Figura 28.

Tabela 6 - Valores em KHN (média e desvio padrão) da microdureza superficial das resinas antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f)

Grupos	Tempo			
	T_i		T_f	
Alike	15.56 (1.937)	Ba	13.4 (5.409)	Aa
Duralay	16.58 (2.508)	Ba	16.30(2.866)	Aa
Luxatemp	23.0 (0.88)	Aa	17.92 (5.531)	Ab
Structur 2	21.82 (2.096)	Aa	16.42 (2.598)	Ab

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Letras maiúsculas indicam diferenças entre os grupos (colunas) e letras minúsculas indicam diferenças intra-grupos (linhas)

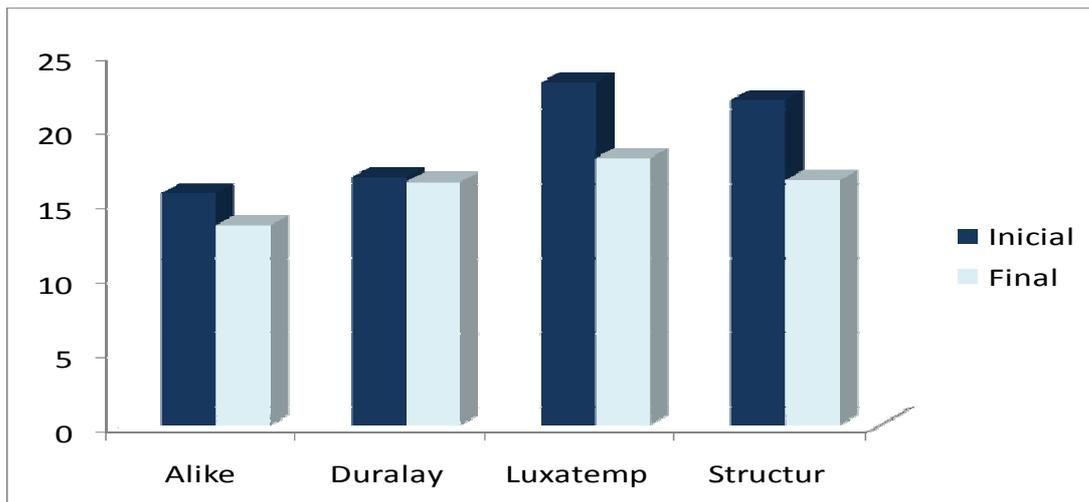


Figura 28 – Gráfico representativo dos valores em KHN (média e desvio padrão) da microdureza superficial das resinas antes (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f)

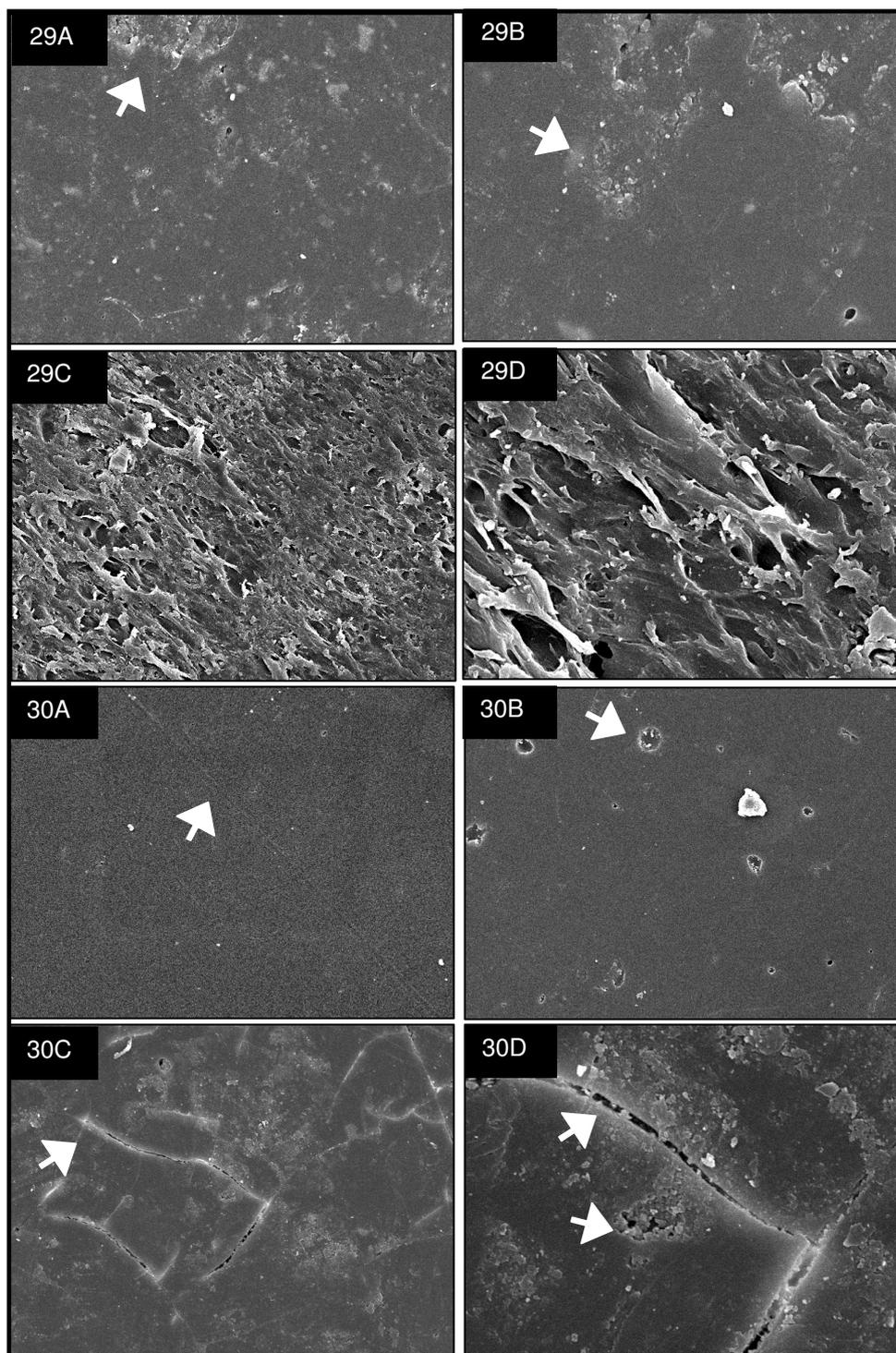
Os valores de microdureza das resinas de bisacrilato de metila (Luxatemp e Structur 2) foram superiores aos resultados das resinas a base de polimetilmetacrilato (Alike e Duralay). Após a ciclagem de pH (T_f) todas as resinas apresentaram resultados semelhantes ($p > 0,05$), uma vez que houve significativa diminuição dos valores de microdureza das resinas Luxatemp e Structur 2 ($p < 0,05$) após a ciclagem de pH.

5.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As imagens em microscopia eletrônica de varredura demonstram as resinas antes T_i , (Figuras 29A e 29B) e após a ciclagem de pH T_f , (Figuras 29C e 29D). As Figuras A e C, apresentam magnificação de quinhentas vezes, enquanto as Figuras B e D apresentam aumento de duas mil vezes.

Resina Alike (Figura 29). Observa-se que a superfície da resina Alike antes da ciclagem de pH (Figura 29A), não apresenta-se perfeitamente homogênea, porém com porosidade aceitável. Em maior aumento (Figura 29B), pode-se observar a superfície lisa, entretanto, com algumas trincas e fissuras. Após a ciclagem de pH, houve aumento significativo da rugosidade da resina (Figura 29C), a qual apresenta-se extensamente porosa (Figura 29D).

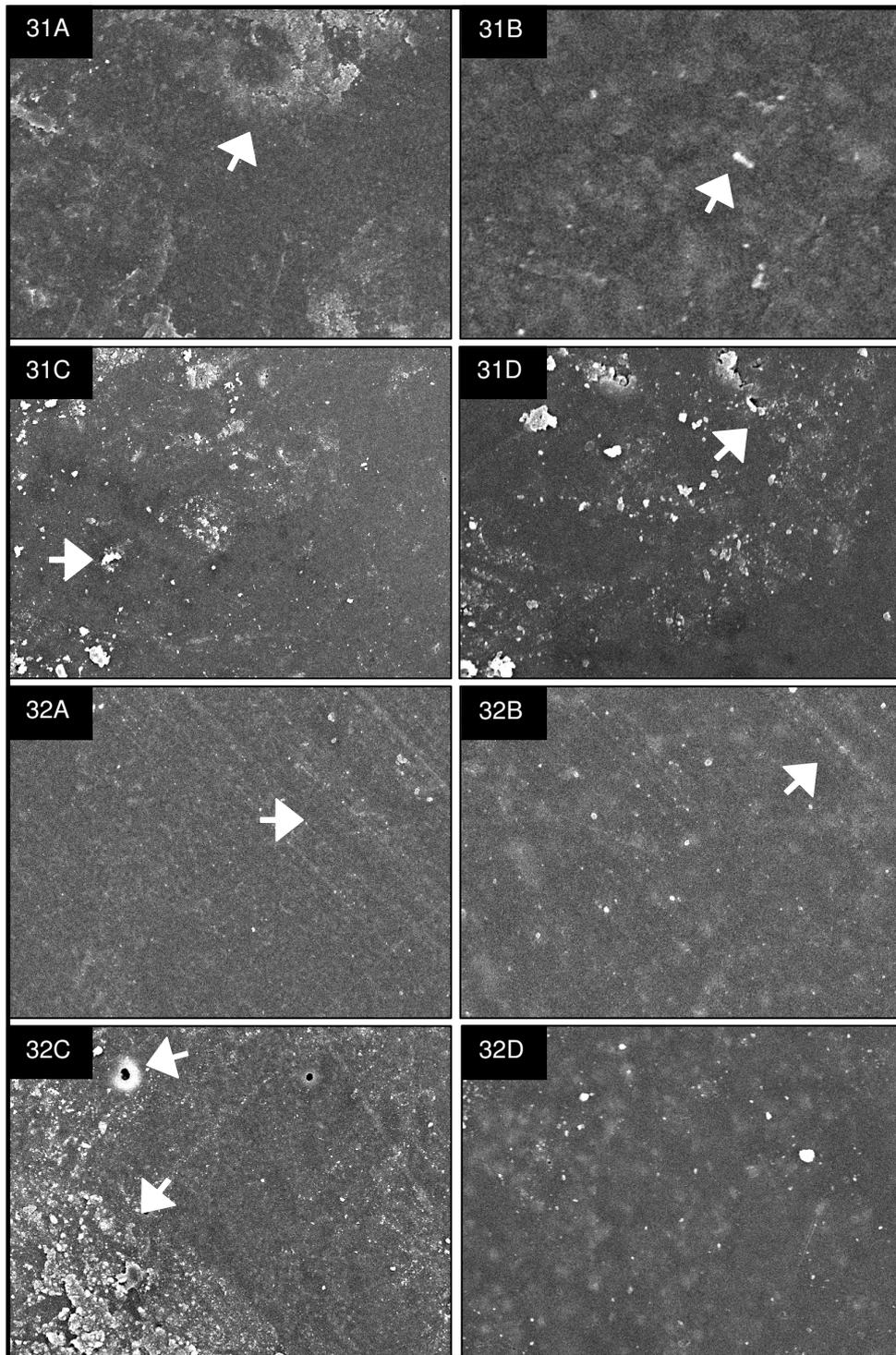
Resina Duralay (Figura 30). A resina Duralay em T_i , apresenta superfície mais lisa (Figura 30A), com pequenas bolhas e trincas, os quais pode ser observados em maior aumento (Figura 30B). Após a ciclagem de pH, observa-se aumento considerável de trincas (Figura 30C), as quais, em maior aumento (Figura 30D), demonstram considerável profundidade. Ainda, em maior aumento (Figura 30D), observa-se formação de porosidades e depressões.



Figuras 29 A e B - MEV das resinas antes da ciclagem (T_i) e após a ciclagem de pH (C, D, T_i), em aumentos de quinhentos e duas mil vezes, respectivamente. As imagens da resina Alike em T_i (Figuras 29A e 29B) demonstram áreas de notável rugosidade (setas), entretanto, após a ciclagem de pH (Figuras 29C, 29D), nota-se uma extensa alteração morfológica da resina. Figuras 30A e 30B - Antes da ciclagem, a superfície da resina Duralay apresenta mínima formação de bolhas e riscos (setas), enquanto após a ciclagem de pH (Figuras 30C e 30D), observa-se aumento considerável de formação de fendas e fissuras

Resina Luxatemp (Figura 31). A resina Luxatemp apresenta superfície com leve porosidade antes da ciclagem de pH (Figuras 31A e 31B). Após a ciclagem de pH, ocorre aumento da rugosidade de superfície, no entanto, em menor grau quando comparado à resina Alike (Figuras 29C e 29D) e Duralay (Figuras 30C e 30D).

Resina Structur 2 (Figura 32). A resina Structur 2 antes da ciclagem de pH possui superfície homogênea (Figuras 32A e 32B) porém com riscos (setas), os quais, quando observados em maior aumento (Figura 32B), não apresentam-se significativamente profundos. Houve aumento da rugosidade da superfície da resina após a ciclagem (Figura 32C), porém em regiões isoladas, não estendendo-se por toda a superfície do material. Em maior aumento (Figura 32D), observa-se superfície mais regular que as demais resinas, com pequenas áreas de porosidade.



Figuras 31A e 31B - MEV das resinas antes da ciclagem (T_i) e após a ciclagem de pH (T_f) (Figuras 31C e 31D), em aumentos de quinhentos e duas mil vezes, respectivamente. As imagens da resina Luxatemp em T_i (Figuras 31A e 31B) demonstram áreas com pequena alteração de rugosidade (setas), enquanto em T_f , nota-se aumento de debris e alteração da matrix da resina (Figuras 31C e 31D). Observa-se que a resina Structure em T_0 (Figuras 32A e 32B), apresenta leve alteração superficial e após ciclagem a alteração da morfologia é intensificada setas (Figuras 32C e 32D)

6 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a resistência à flexão e microdureza superficial Knoop das resinas a base de polimetilmetacrilato e as de bisacrilato de metila antes e após a ciclagem de pH, simulando seu comportamento quando submetidas às condições bucais. Ainda, a morfologia de superfície foi observada em MEV, antes e após a ciclagem de pH com o propósito de verificarmos a possível degradação das resinas.

Os resultados de resistência à flexão indicam que as resinas de bisacrilato de metila não diferiram entre si, porém foram superiores às de polimetilmetacrilato. As resinas de polimetilmetacrilato apresentaram grande diminuição nos valores de resistência a flexão após a ciclagem de pH, diferente das resinas de bisacrilato de metila (Tabela 5), as quais não apresentaram diferenças significativas após a ciclagem. Este resultado difere do estudo de Haselton et al. (2002), no qual foi verificado que algumas resinas a base de polimetilmetacrilato foram superiores a algumas resinas de bisacrilato de metila. As diferenças nos valores de resistência a flexão podem ser atribuídos à composição química dos materiais, dado confirmado também pelo estudo de Balkenhol et al. (2007 - 2008). No trabalho de Balkenhol et al. (2007 - 2008), as resinas foram estocadas em água deionizada durante períodos diferentes. Dessa forma, houve aumento da resistência de flexão nos grupos onde as incubações foram mais longas.

Craig et al. (2002) mostraram como a composição dos polímeros interfere nas propriedades mecânicas dos materiais melhorando-as ou não como a incorporação de substâncias que possibilitem a produção de ligações duplas nos polímeros, o que pode aumentar a resistência da resina.

Conforme foi descrito por outros autores (Haselton et al., 2002; Balkenhol et al., 2008) as resinas de bisacrilato de metila apresentaram resultados superiores às de polimetilmetacrilato. Isto pode ser justificado por um conjunto de fatores: as resinas de bisacrilato de metila possuem um grande volume de carga como reforço (pó de vidro e sílica); de acordo com o fabricante da Luxatemp (DMG) as partículas utilizadas possuem tamanho médio de 0,02 a 2,5 μ m; este percentual favorece a distribuição homogênea das partículas de reforço na matriz e, conseqüentemente, há melhor distribuição das tensões incididas; ainda as resinas de bisacrilato de metila são fornecidas com um sistema de auto-mistura, o que permite que a mistura do material seja mais homogênea e na proporção ideal. Este sistema reduz o índice de defeitos oriundos da manipulação inadequada.

Os resultados de microdureza superficial indicam que antes da ciclagem de pH as resinas de bisacrilato de metila foram superiores estatisticamente às de polimetilmetacrilato. No estudo realizado por Diaz-Arnold et al. (1999) as resinas de bisacrilato de metila apresentaram valores de microdureza Knoop de 18,3KNH, 18,6KNH e 21,4KNH, enquanto no presente estudo a resina Luxatemp apresentou microdureza 23,0KHN e a resina Structur 2 microdureza 21,82KHN. Os autores encontraram valores para as resinas de polimetilmetacrilato de 14KHN e 15,1KHN, inferiores aos obtidos neste estudo, onde a resina Alike foi 15,56KHN e a resina Duralay foi 16,58KHN. Os resultados mostram que as resina a base de polimetilmetacrilato tiveram microdureza menor do que as resinas de bisacrilato de metila. Os autores citam como provável causa do menor desempenho das resinas a base de polimetilmetacrilato o fato de não possuírem ligações cruzadas, não terem sido polimerizadas sob pressão ou por ter ocorrido o aprisionamento de ar. Neste

estudo o resultado pode ter sido um pouco superior, pois a polimerização ocorreu sob pressão.

Após a ciclagem de pH apesar das resinas de bisacrilato de metila apresentarem resultados superiores, não houve diferenças estatisticamente significantes. No segundo tempo, as resinas de polimetilmetacrilato tiveram uma pequena diminuição nos valores de microdureza superficial Knopp sem diferença estatística. Porém, as de bisacrilato de metila tiveram uma diminuição significativa dos valores. Após a ciclagem, os valores de microdureza entre as resinas foram semelhantes. No estudo de Honório et al. (2008) todos os materiais após a ciclagem de pH tiveram a microdureza superficial diminuída, mostrando como a ciclagem de pH promove degradação e diminuição de suas propriedades mecânicas. No estudo de Lang et al. (2003) foi observado que as todas as resinas de PMMA estudadas e uma resina de bisacrilato de metila mostraram baixa estabilidade durante o envelhecimento artificial, e o maior valor de resistência observado foi nas resinas de bisacrilato de metila.

A ciclagem de pH utilizada nesse trabalho, simula uma condição de alto potencial cariogênico, sem a adição de fluoretos. A ciclagem de des-remineralização constitui um método laboratorial para avaliar a perda e ganho de mineral em esmalte e dentina, onde as condições experimentais podem ser bem controladas e o efeito de somente uma variável avaliada, que é o pH. Não é possível, entretanto, correlacionar clinicamente a quanto tempo corresponderia a ciclagem de pH realizada neste estudo in vitro com a degradação in vivo da resina, pois no meio bucal, outros fatores influenciam a atividade de cárie, como fluoretos e atividade bacteriana.

Comparando-se as resinas de bisacrilato de metila com as de polimetilmetacrilato antes da ciclagem de pH (T_0), pode-se observar que tanto em relação a resistência à flexão, quanto em relação à microdureza superficial, as resinas de bisacrilato de metila foram superiores às de polimetilmetacrilato. Isso pode ser explicado, pois as resinas de bisacrilato contêm em sua composição TEGDMA, que é um ativador, iniciador, de baixo peso molecular, necessário para polimerizar a resina. Este proporciona um alto grau de ligações cruzadas, baixa viscosidade da resina e alto número de ligações duplas na cadeia principal, resultando em alto grau de conversão. Isto cria uma reticulação obtendo um comportamento de uma ou algumas macromoléculas (Haselton et al., 2002; Balkenhol et al., 2008). Estudos prévios demonstram a superioridade das resinas de bisacrilato de metila em relação às de PMMA. Essas diferenças podem ser explicadas pelas diferentes composições, tipos de preenchimento, tamanho de partículas e como estas estão distribuídas, diferentes quantidades de ligações duplas, entre outras características (Rosentritt et al., 2004; Kim & Watts, 2007).

Analisar os materiais quanto à morfologia de superfície é essencial na caracterização dos mesmos. As micrografias obtidas mostraram as topografias superficiais dos quatro materiais: antes (T_0) (Figuras 29A, 29B, 30A, 30B, 31A, 31B, 32A e 32B) e após a ciclagem de pH (T_f) (Figuras 29C, 29D, 30C, 30D, 31C, 31D, 32C e 32D). Analisando-as, pode-se constatar que as resinas de bisacrilato de metila (Luxatemp e Structur 2) apresentaram maior homogeneidade e regularidade na superfície quando comparadas com as resinas de polimetilmetacrilato, principalmente após a ciclagem de pH. As resinas a base de polimetilmetacrilato, apresentam-se, após a ciclagem de pH, com nítido aumento da porosidade superficial, formação de fendas e fissuras. O aumento da porosidade aumenta

também a probabilidade destas resinas reterem e promoverem o crescimento de biofilme (Burgers et al., 2007), promovendo possíveis danos à lisura e brilho da superfície, e inflamação gengival (Haselton et al., 2004; Burgers et al., 2007).

O estudo de Sen et al. (2002) obteve resultados diferentes, observou uma maior lisura superficial nas resinas de polimetilmetacrilato, quando comparadas com as de bisacrilato de metila, dado confirmado pela microscopia eletrônica de varredura. Eles propõem que isto ocorreu devido às resinas de polimetilmetacrilato terem uma composição mais homogênea se comparado com as resinas de bisacrilato de metila, afirmando também que a lisura superficial pode ser diretamente influenciada pela presença de partículas de preenchimento, tamanho e distribuição destas partículas e composição química da matriz polimérica.

Wongkhantee et al. (2006) demonstraram como o meio com pH ácido é capaz de alterar as características das resinas. Já que houve uma diminuição da dureza superficial Vickers na maioria dos substratos testados. A dureza do esmalte diminuiu após imersão em bebida a base de cola, suco de laranja, e bebida isotônica. A dureza superficial da dentina, resina composta microparticulada e resina modificada por ionômero de vidro diminuiu ($p < 0.05$) após a imersão em bebida a base de cola. A dureza superficial da resina composta, ionômero de vidro convencional e resina composta modificada por poliácido não mudou em nenhuma das substâncias de imersão ($p > 0.05$). Esta mesma alteração promovida pelo meio ácido pode ser verificada no presente estudo, uma vez que não apenas a morfologia, mas as propriedades físicas das resinas foi diminuída após a ciclagem de pH.

Outros estudos envolvendo resinas acrílicas com composições diferentes, assim como mais testes devem ser estudados para uma maior elucidação sobre as resinas de bisacrilato de metila.

7 CONCLUSÕES

Conclui-se que:

a) A ciclagem de pH influenciou a resistência à flexão das resinas de polimetilmetacrilato, mas não promoveu alterações na resistência à flexão das resinas de bisacrilato de metila. Estas apresentaram resultados superiores de resistência a flexão em relação às resinas de polimetilmetacrilato.

A ciclagem de pH diminuiu a microdureza de superfície das resinas de bisacrilato de metila, e todas as resinas obtiveram resultados semelhantes após a ciclagem de pH. Porém, antes da ciclagem, as resinas de bisacrilato de metila foram superiores em microdureza quando comparadas com as resinas de polimetilmetacrilato.

b) Houve alteração morfológica das resinas a base de polimetilmetacrilado após a ciclagem de pH, embora as resinas de bisacrilato de metila também apresentaram alteração superficial após imersão em solução desmineralizante e remineralizante.

REFERÊNCIAS *

1. Oliveira AG, Panzeri H. Resistência à flexão e à fadiga da resina acrílica quimicamente ativada acrescida de fibras híbridas. Biosci J 2004; 20(2):103- 112.
2. Cury AA, Rodrigues Junior AL, Panzeri H. Resinas acrílicas dentais polimerizadas por energia de microondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativada: propriedades físicas. Rev Odontol Univ São Paulo 1994; 8(4):243-249.
3. Gregory LP, Petroula AT, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Fracture force, deflection at fracture, and toughness of repaired denture resin subjected to microwave polymerization or reinforced with wire or glass fiber. J Prosthet Dent 2001; 86:613-619.
4. Scherrer SS, Wiskott AHW, Coto-Hunziker V. Monotonic flexure and fatigue strength of composites for provisional and definitive restorations J Prosthet Dent 2003; 89:579-588.
5. Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. J Prosthet Dent 1999; 82: 525-528.
6. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Effect of Storage Solution on surface roughness of provisional crown and fixed partial denture materials. J Prosthodont 2004; 13: 227-232.
7. Bastos LGC. Avaliação da resistência flexional, do módulo de elasticidade e o do tipo de fratura de uma resina acrílica para restaurações provisórias - efeito de diversos reforços. [Dissertação de mestrado]. Bauru - São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 131p.
8. Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. Oper Dent 2005; 30(2): 213-219.

9. Assunção WG, Tabata LF, Nicolau EI. Avaliação in vitro da resistência à abrasão de diferentes dentes artificiais de resina armazenados em saliva artificial. Revista de Odontologia da UNESP 2006; 35(4): 285-291.
10. Silva Filho CE, Martins EMS. Avaliação da rugosidade superficial de resinas acrílicas submetidas à ciclagem térmica. Revista Odontológica de Araçatuba 2006; 27(1): 28-33.
11. Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. Dental Materials 2000; 16: 62–67.
12. Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S, Pereira JC. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. Journal of Dentistry 2005; 33: 91–98.
13. Reis KR. Análise da microdureza superficial knoop e da resistência ao desgaste de dentes artificiais de resinas acrílicas. [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. 130 p.
14. Christensen GJ. Provisional restorations for fixed prosthodontics. J Am Dent Assoc 1996; 127: 249-252.
15. Young HM, Charles T, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. J Prosthet Dent 2001; 85:129-132.
16. Sen D, Goller G, Issever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. J Prosthet Dent 2002; 88:527-532.
17. Yilmaz A, Baydas SS. Fracture Resistance of Various Temporary Crown Material. Journal of Contemporary Dental Practice 2007; 8(1): 44-51.
18. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. J Prosthet Dent 2002; 87: 225-228.
19. Neisser MP, Olivieri KAN. Avaliação da resistência ao impacto e dureza de resinas acrílicas termicamente ativadas para base de próteses totais. Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos 2001; 4(2): 35-42.

20. Osman YI, Owen CP. Flexural strength of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 1993; 70(1): 94-96.
21. Ireland MFD, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 158-162.
22. Neves ACC, Villela LC. Avaliação da rugosidade da superfície da resina acrílica termopolimerizável incolor após acabamento e polimento convencionais e após a aplicação de um Verniz específico para acabamento de resina acrílica. Pós-Grad. *Rev Fac Odontol São José dos Campos* 1999; 2(2):15-21.
23. Anusavice KJ. Phillips: materiais dentários. Tradução de Alessandro Dourado. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. 764p.
24. Peyton FA, Craig RG. Materiales dentales restauradores. Tradução de Ricardo Luiz Macchi. 2ª ed. Buenos Aires: Mundi; 1974. 533 p.
25. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Materiais dentários: propriedades e manipulação. 7ª ed. São Paulo: Santos; 2002. 304p.
26. Yap AUJ, Chew CL, Ong LFKL, Teoh SH. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation* 2002; 29 (1): 87-97.
27. Buegers R, Rosentritt M, Handel G. Bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* to provisional fixed prosthodontic material. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 98: 461-469.
28. Lang R, Rosentritt M, Behr M, Handel G. Fracture resistance of PMMA and resin matrix composite-based interim FPD materials. *Int J Prosthodont* 2003;16(4):381-384.
29. Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Flexural properties of prosthetic provisional polymers. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2004;12(2):75-79.

30. Balkenhol M, Ferger P, Mautner MC, Wöstmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: mechanical properties and degree of conversion. *Dental Materials* 2007; 23:1574–1583.

31. Kim SH, Watts DC. In vitro study of edge-strength of provisional polymer-based crown and fixed partial denture materials. *Dental Materials* 2007; 23 (12):1570 – 1573.

32. Balkenhol M, Mautner MC, Ferger P, Wöstmann B. Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: chemical-curing versus dual-curing systems. *Journal of dentistry* 2008; 36: (1) 5–20.

33. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil* 2008; 35(12) : 947-953.

34. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent* 2006; 34(3): 214-220.

35. Shinkai RS, Cury AADB, Cury JA. In Vitro Evaluation of Secondary Caries Development in Enamel and Root Dentin Around Luted Metallic Restoration. *Operative Dentistry* 2001; 26: 52-59.

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Mariana Fernandes de Moraes

Taubaté, junho de 2009.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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