

PROPOSTA DE UM MÉTODO DE MEDIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES DIMENSIONAIS DE MATERIAIS USADOS EM PROSTODONTIA

JOSÉ LORDELO*, J. C. REIS CAMPOS**, J. MÁRIO ROCHA**

RESUMO

Durante o processamento, os materiais mais utilizados na confecção de bases protéticas sofrem alterações dimensionais que podem reflectir-se na sua adaptação aos tecidos de suporte.

A forma complexa das bases das próteses faz com que as alterações dimensionais possam induzir deformações irregulares. A maior parte dos métodos de medição, habitualmente utilizados na quantificação das alterações dimensionais, revela-se insuficiente para avaliar de um modo global e preciso as distorções resultantes destas alterações dimensionais.

Neste estudo, enunciamos os pressupostos a que, no nosso entender, devem obedecer os métodos de medição de modo que os seus resultados sejam fiáveis. Como resultado da nossa investigação propomos um método de medição cujas características permitem uma avaliação precisa das deformações que as bases de próteses dentárias podem sofrer durante o processamento.

Alguns destes métodos têm possibilidade de ser aplicados na medição de alterações dimensionais de outros materiais.

Palavras-Chave: prostodontia, alterações dimensionais, métodos de medição.

SUMMARY

It is well known that dimensional changes of denture materials do occur over processing and may interfere in denture adaptation. Moreover the complex contours of denture bases may induce irregular deformities. It is worth noting that most of the methods described to evaluate dimensional changes do not provide sufficient information concerning distortion that results from those dimensional changes.

We have addressed the problem of evaluation of dimensional changes of denture bases. Herein, we describe a measuring method that provides an accurate and consistent evaluation.

Key-Words: prosthodontics, dimensional changes, measuring methods.

INTRODUÇÃO

As características físico-químicas dos materiais mais recentes e os progressos conseguidos nas técnicas de processamento têm proporcionado condições para que se observe uma melhoria constante na qualidade das próteses

completas, nomeadamente no que se refere à adaptação. Apesar disso, ainda estamos longe de obter o material/técnica que proporcione um ajuste perfeito entre a base e o modelo. Todas as técnicas de processamento das resinas acrílicas conduzem a alterações dimensionais das bases, que têm sido atribuídas a numerosos factores^{(5, 6, 17, 18, 24, 26, 61, 62);}

- propriedades inerentes da resina acrílica (contração de polimerização, coeficiente de expansão linear);

* Professor Auxiliar - Serviço de Prótese da FMDUP.

**Assistente - Serviço de Prótese da FMDUP.

- absorção ou perda de água durante o processamento;
- modelo (coeficiente de expansão linear do gesso);
- distorção do modelo devida a pressões sofridas durante o processamento;
- procedimentos de inclusão;
- material usado como revestimento;
- conformação da resina;
- tamanho, forma e espessura da base da prótese;
- técnica de polimerização, arrefecimento e desmuflagem;
- acabamento e polimento;
- presença de dentes;
- modo de limpeza da prótese;
- comportamento físico do material;
- variações no ambiente oral, particularmente a absorção de água.

As alterações dimensionais das resinas para bases das próteses têm sido avaliadas em variados espécimes, desde pequenas barras de acrílico até próteses completas.

Aparentemente, seria conveniente e prático utilizar espécimes estandardizados. Os resultados poderiam ser atribuídos directamente ao material e ao método de processamento⁽⁴⁶⁾. Contudo, em função da diversidade de factores que podem ser causa directa ou indirecta de alterações dimensionais, é desejável que a avaliação da adaptação se faça em condições o mais próximas possível da realidade clínica.

As avaliações quantitativas baseadas em observações clínicas são duvidosas, já que é muito difícil eliminar variáveis tecidulares (tolerância, resiliência, modificações circadianas e outras) que podem levar a erros de medição⁽³⁾. Como é praticamente impossível quantificar ou medir directamente a adaptação da base aos tecidos, temos que recorrer a modelos laboratoriais⁽³⁸⁾.

Nestes pressupostos, e para que o trabalho experimental mimetize o mais possível a realidade clínica, mas elimine factores acessórios condicionantes da estabilidade dimensional da base (por exemplo a presença de dentes), o recurso a modelos de desdentados é uma das soluções que mais informação pode propor-

cionar acerca do comportamento das resinas em função da técnica de processamento.

Requisitos do método de medição.

Se quisermos conhecer melhor o comportamento da resina no que respeita à distorção e às alterações dimensionais, temos que as medir com base em algumas normas:

- as alterações dimensionais só devem ser medidas após a desinserção da placa-base do modelo para permitir a libertação de tensões acumuladas na resina durante o processamento;
- as alterações dimensionais sofridas pela resina da placa-base devem ser avaliadas relativamente ao modelo em que a mesma foi processada;
- as medições do modelo e da placa-base devem ser independentes uma da outra
- o processo de medição deve permitir avaliar os aspectos quantitativos (+ ou -) e qualitativos (contração ou expansão) da deformação;
- o processo de medição deve permitir uma avaliação tridimensional da deformação verificada (interessa avaliar a discrepância entre áreas, perfis ou pontos equivalentes da base e do modelo, tendo em conta que essa discrepância se pode verificar em qualquer sentido dos três planos do espaço).

MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Apresentamos os métodos de medição mais utilizados e fazemos a análise crítica de cada um deles.

1 - Medições lineares

As medições lineares podem ser feitas com microscópio ou com paquímetro (compasso digital)

1.1 – Microscópio – podemos medir as distâncias entre elementos de referência colocados nos modelos ou nos espécimes de resina (próteses ou provetes) em mais que uma fase do processamento (após o enceramento, após a polimerização, após a desinserção do modelo, após o acabamento, após a imersão em água

durante um determinado período de tempo) e compará-las entre si. As distâncias medidas nos espécimes nalguns estudos são comparadas com distâncias equivalentes do modelo.

Os elementos de referência para as medições podem ser:

- pequenos pinos de aço marcados com uma cruz colados aos dentes molares e/ou vertentes vestibulares das próteses^(19, 35, 36, 44, 62);
- pinos de aço inseridos nos modelos e marcados com indentações transferidas para as bases de acrílico, em positivo, durante a polimerização^(20, 60);
- marcas feitas no modelo transferidas para as bases de acrílico durante a polimerização^(2, 8-10, 16, 21-23, 32, 37, 40, 51, 57);
- poços feitos na resina⁽⁴⁶⁾.

Noutros estudos, com o microscópio faz-se a medição das coordenadas x, y, z, e com base nesses valores calcula-se a distância linear entre os elementos de referência^(11, 41).

1.2 – Paquímetro ou compasso digital – mede distâncias entre referências colocadas no modelo e/ou nos dentes e bases das próteses ou provetes de acrílico^(15, 21, 22, 33, 42, 43, 53).

O microscópio pode medir distâncias com uma precisão até 0,001 mm. Com o paquímetro digital essa precisão pode ir até 0,01 mm.

Análise crítica

Os microscópios e os diversos tipos de compassos podem ter um elevado nível de precisão para medir as alterações dimensionais dos materiais de base de dentaduras apenas quando se pretende medir a distância linear entre dois pontos calculada directamente ou indirectamente a partir das coordenadas x, y, z de cada um dos pontos. Contudo, recorrendo apenas a medições lineares como método de avaliação das alterações dimensionais, é difícil determinar a adaptação da base de uma dentadura ou a fidelidade de duplicação dos contornos duma impressão final³. As medições lineares transversais na região posterior de placas-base, não são um indicador representativo da sua adaptação¹⁴.

A libertação da tensão que ocorre quando a base é separada do modelo pode conduzir a distorções que ultrapassem a simples contracção ou expansão. A forma complexa da base da den-

tadura é inevitavelmente sujeita a uma deformação irregular que pode não ser bem avaliada em simples medições de distâncias. Por isso, é mais correcto avaliar a deformação através da medição de mais que uma dimensão da superfície dos modelos e da superfície correspondente das bases⁽²²⁾.

2 – Medição de discrepâncias

Com este método pretende-se medir a distância existente entre o modelo e a placa-base em pontos ou áreas predeterminadas, ou avaliar de um modo indirecto o espaço total entre eles. A medição de discrepâncias pode ser feita com um medidor de folgas (*thickness gauges*), silicone e microscópio.

2.1 – Os medidores de folgas medem o espaço entre a base e o modelo em locais predeterminados do bordo posterior, introduzindo fitas metálicas de calibre progressivamente crescente^(28, 44, 47). Considera-se para registo o calibre mais fino que já não entra. A precisão pode ir até 0,05 mm.

2.2 – O silicone pode utilizar-se em mais do que um método de medição: (1) medição com microscópio, em pontos pré-determinados, da espessura do silicone retido a nível posterior entre o modelo e a base - a precisão pode ir até 0,01mm^(1,59); (2) cálculo do espaço entre a base e o modelo depois de acoplados e submetidos a uma certa pressão, indirectamente através do peso do silicone (depois de polimerizado) aprisionado entre modelo e base - a precisão pode ir até 0,0001g^(6, 48, 54).

2.3 – Com o microscópio podemos avaliar a discrepância entre o modelo e a base por dois processos: (1) medição da discrepância entre o modelo e a base em pontos pré-determinados do bordo posterior^(39, 54); (2) medição da discrepância entre o modelo e a base em pontos pré-determinados de cortes transversais e longitudinais do conjunto modelo/base⁽⁴⁴⁾ – a precisão pode ir até 0,01mm.

Análise crítica

O medidor de folgas tem as vantagens da facilidade e da simplicidade. Tem os inconvenientes da medição poder ser influenciada pela

forma do calibrador relativamente à altura, profundidade e largura da discrepância e da força do operador poder deslocar a base do modelo.

O peso do material de impressão avalia indirectamente o volume do espaço entre a base e o modelo. Não especifica a natureza e localização das alterações que podem ter ocorrido. A viscosidade do material, a pressão aplicada sobre a base quando se coloca no modelo e a remoção dos excessos podem influenciar o resultado.

As medições com microscópio da discrepância entre o modelo e a base em pontos predeterminados do bordo posterior, com ou sem interposição de silicone, apresentam as mesmas deficiências já apontadas. Quando a medição é feita em pontos predeterminados de cortes transversais e longitudinais do conjunto modelo/base logo após a polimerização não se permite a libertação de tensões das bases, ou seja, não mede qualquer distorção.

Independentemente dos inconvenientes específicos de cada um dos processos, a avaliação da discrepância feita com a base e o modelo acoplados enferma de três erros metodológicos:

- a inserção da placa base no modelo pode ficar incompleta pela existência de interferências inerentes à contracção do acrílico;
- não é possível avaliar as deformações contractivas (o facto de todas as medições serem feitas com o modelo e a base acoplados limita-lhes a fiabilidade: alguns pontos da dentadura, em virtude da distorção, movem-se em direcção à mucosa (ao modelo) em vez de se afastarem dela e, independentemente da quantidade de contracção, tais pontos devem ser considerados inadaptados, uma vez que impedem a dentadura de assentar completamente⁽⁵⁾;
- o assentamento da base feito sob pressão, obriga necessariamente à sua deformação.

Al-Hanbali⁽¹⁾ tentou em 1991 reduzir alguns destes inconvenientes. Cada base, preenchida com uma camada fina de silicone, era posicionada no modelo-mestre de metal, orientada por três pinos e sujeita a uma certa pressão durante a polimerização do material de impressão. Um espaçador metálico de 1,99 mm de espessura era colocado à volta de cada pino

no modelo-mestre para proporcionar um espaço entre a superfície de adaptação da base e o modelo (eliminava as interferências). O seu valor era descontado quando se calculava a espessura final. O silicone era incluído em gesso, depois cortado transversalmente a nível posterior de modo padronizado em todos os exemplares, e a sua espessura medida com microscópio em sete pontos.

Este processo aparentemente atenua alguns dos inconvenientes referidos. Apesar disso, não deixa de ser um método indirecto e limitado de medição.

Compreende-se a importância da medição da discrepância entre o modelo e a base para avaliar e conhecer melhor o fenómeno da adaptação entre ambos. Contudo, essa medição tem que obedecer a alguns requisitos que não estão contemplados nos métodos analisados – a adaptação só pode ser avaliada com rigor se o modelo e a base forem medidos separadamente e com o mesmo aparelho.

3 - Alteração da dimensão vertical

As alterações dimensionais e distorções das bases acrílicas podem modificar as posições dos dentes e alterar a dimensão vertical. Esta alteração pode ser medida por dois métodos.

3.1 – Com montagem das próteses em articulador – consiste em comparar a dimensão vertical das dentaduras montadas em articulador depois do enceramento com a dimensão vertical após o processamento. Um aparelho de medição acoplado ao pino incisal regista o valor da dimensão vertical^(13, 19, 52, 62) ou com um compasso⁽¹⁵⁾ mede-se o grau de abertura do pino incisal.

Esta avaliação tem interesse directo (quanto menos alterações da dimensão vertical, menos acertos oclusais são necessários após a polimerização) e indirecto (as alterações da dimensão vertical podem ser um reflexo das distorções sofridas pelas bases durante o processamento). Estes sistemas têm uma precisão de medição de 0,01 mm.

3.2 – O outro método consiste em colocar as dentaduras em posição estandardizada na mesa do paralelómetro de Ney e medir as alturas das

cúspides e dos bordos incisais por meio de um micrómetro acoplado à haste vertical antes e depois da polimerização^(17, 60). Neste processo, as próteses são avaliadas individualmente. A precisão de medição é semelhante à do sistema anterior.

Análise crítica

Os principais factores de alterações oclusais nas próteses polimerizadas são a alteração na posição dos dentes relativamente ao modelo durante o processamento, e a distorção da base da prótese aquando da desinserção do modelo⁽⁵⁸⁾. Para além destas, as alterações da dimensão vertical podem ter outras causas^(12, 13, 18): o material de revestimento e a técnica usados na inclusão (o gesso artificial com uma camada de silicone como material de revestimento introduz menos alterações na dimensão vertical que o gesso Paris); o excesso de acrílico no molde na altura do fecho final da mufla; o fecho da mufla demasiado rápido; o processamento com o gesso Paris ainda mole; a utilização de uma mistura muito fluída de gesso Paris e a ausência de brida durante a polimerização.

As alterações da dimensão vertical, na medida em que são uma consequência indirecta e parcial da distorção das bases, têm muito pouco interesse na avaliação da adaptação.

4 - Avaliação radiográfica.

Estão descritos dois métodos de medição feita em películas radiográficas

4.1 – Num dos métodos, Latta e col²⁹ mediam as distâncias entre referências visíveis em películas radiográficas, obtidas de modelos e respectivas próteses marcados em pontos pré-determinados com elementos radiopacos. As radiografias do conjunto modelo/prótese eram efectuadas em três incidências (oclusal, frontal e lateral) com auxílio de um sistema standardizado. As distâncias entre as marcas na prótese e entre esta e o modelo eram medidas nas radio-grafias com um paquímetro, sendo registadas as medições transversal, diagonal e longitudinal, nas três incidências radiográficas. O autor considerava esta avaliação como tridimensional.

Análise crítica

Difícilmente a localização das marcas radiopacas era exactamente igual em todos os espécimes, mas como as medições eram feitas separadamente em cada espécime, esse pormenor não tinha relevância.

Uma vez que a percentagem de variação dimensional entre duas marcas podia variar muito consoante a incidência radiográfica, sendo maior nas incidências lateral e frontal e menor na incidência oclusal, não nos parece que este método seja muito rigoroso. A distorção inerente às incidências radiográficas reflecte-se nos resultados das alterações dimensionais que se pretendem avaliar.

4.2 – Outro método⁽³¹⁾ consiste na colocação de três pinos de aço, um em cada uma das tuberosidades e outro na região anterior do modelo, bem como nos pontos correspondentes da placa-base; é também colocada uma fita de aço com 1 mm de largura a contornar o perfil transversal que passa pelos dois pinos posteriores no modelo. Esta fita, depois da polimerização, é transferida para a base protética. As radiografias do modelo e da placa-base são efectuadas em tempos diferentes num dispositivo que garante as posições relativas constantes e permitem avaliar a sobreposição dos perfis radiográficos e a medição de distâncias entre referências equivalentes.

Análise crítica

Apesar de complexo, parece-nos um método que preenche quase todos os requisitos considerados fundamentais para a avaliação das alterações dimensionais de um perfil da base acrílica relativamente ao perfil equivalente do modelo. Além disso, permite comparar os modelos com áreas retentivas com as respectivas bases, através da sobreposição dos respectivos perfis radiográficos. Neste caso a imagem do modelo tem que ser obtida antes da sua inclusão em mufla, dado que a desinserção da base obriga à destruição do modelo.

5 – Técnicas não-paramétricas

Consistem na ordenação das bases que constituem a amostra, entre a melhor e a pior

adaptada, por um grupo de avaliadores independentes^(49, 50). A avaliação pode ser feita em mais do que uma fase do processamento. Este método não dá valores quantitativos.

Para determinar a concordância das classificações dos diferentes avaliadores pode utilizar-se o coeficiente de concordância de Kendall.

Análise Crítica

Uma vez que os valores da classificação não são absolutos, as diferenças (por exemplo, entre as fases de observação) não são comparáveis.

6 – Medições Tridimensionais

Vimos até agora um conjunto de técnicas de medição que, pelos motivos mais diversos, não preenchem os requisitos necessários à avaliação completa das alterações dimensionais sofridas pelo acrílico das bases durante o processamento.

Vários autores se têm pronunciado sobre este tema, relevando a necessidade da utilização de métodos de medição que permitam a avaliação das alterações dimensionais nos três planos do espaço^(3, 7, 22, 30). As alterações dimensionais ocorridas na forma complexa da base da dentadura resultam inevitavelmente numa distorção irregular que só pode ser avaliada em medições tridimensionais.

6.1 – Comparador de Rupp

Rupp⁴⁵, em 1957, descreveu um aparelho pantográfico cuja parte essencial consistia numa estrutura com a forma de um paralelograma tendo um dos seus lados fixos e os quatro cantos articulados. Quando um dos dois cantos opostos ao lado fixo se movia, o outro seguia um percurso similar. Aos cantos do lado livre estavam apenas dois ponteiros com ± 4 mm de diâmetro. O ponteiro do lado esquerdo estava fixo e funcionava como guia; o do lado direito era móvel para cima e para baixo e tinha acoplado um mostrador que assinalava a distância percorrida na direcção vertical. Estas leituras eram registadas como coordenada *y*. Deste modo, os contornos de duas impressões (modelos ou bases de próteses) podiam ser

comparados neste parâmetro (de altura) quando os ponteiros estivessem a tocar pontos homólogos dos dois objectos. Para medir a distância do movimento lateral existia um mostrador montado em diagonal num braço telescópico que media a distância percorrida transversalmente (coordenada *x*). Os ponteiros podiam ser bloqueados em posições predeterminadas do eixo *xx* enquanto se procedia às leituras em altura (coordenada *y*). O conjunto estava assente sobre carris de maneira a poder mover-se para trás e para diante. Também neste sentido (eixo *zz*) existia a possibilidade de bloquear o sistema numa posição fixa, introduzindo um pino num dos 15 buracos de uma placa perfurada.

As plataformas do comparador estavam dotadas com dispositivos de ajustamento, de modo a permitir posicionar com precisão os objectos a medir.

Um estilete fazia o registo gráfico da trajectória do ponteiro guia, isto é, dos diferentes pontos onde eram feitas as leituras das coordenadas. O perfil não era uma reprodução exacta do contorno, porque o ponteiro terminava em esfera e não era sempre o mesmo ponto da esfera a tocar os diferentes pontos da superfície (por exemplo, nas duas vertentes de uma crista). Contudo, o gráfico mostrava um perfil aproximado da superfície e assinalava nesse perfil os pontos nos quais se registavam diferenças de altura (coordenada *y*).

Análise crítica

O comparador de Rupp é essencialmente um pantógrafo que mede a distância na vertical entre pontos homólogos da superfície de dois objectos similares. Nas vertentes (planos inclinados), pequenas diferenças de posição podem dar valores com diferenças exageradas, o que é uma desvantagem deste sistema^(25, 45).

6.2 – Comparador modificado

Em 1959, Anthony e Peyton⁴ modificaram o comparador de Rupp, facilitando o posicionamento das bases a medir. Além disso, a distância entre dois pontos equivalentes de dois perfis deixou de ser medida na vertical, passando a ser medida de modo a representar a distância mais

curta entre esses dois pontos. Media linhas de contorno das bases de próteses (perfis transversais ou longitudinais), definidas a partir da medição de uma série de pontos com 0.635 mm (0.025 in) de intervalo entre eles. Os perfis da base eram reproduzidos em gráfico conjuntamente com os perfis equivalentes de uma impressão padrão, numa relação que permitia medir a distância entre pontos homólogos. O sistema de medição por comparador também permite detectar distorções contractivas.

Antes de qualquer medição, os dois objectos a serem comparados tinham que ser colocados em posições similares nas plataformas do comparador.

Análise crítica

Relativamente ao anterior tem duas vantagens: elimina o erro resultante da medição na vertical entre dois pontos homólogos de uma vertente; permite detectar distorções contrativas da base em relação ao modelo.

6.3 – Medidor de superfície

A partir de uma fresadora à qual juntou um mostrador micrométrico, Barsoum⁽⁷⁾ construiu um aparelho onde as bases das dentaduras eram comparadas com uma impressão padrão. Por meio de uma sonda terminada em esfera com 1,6 mm de diâmetro eram medidos uma série de pontos separados entre si de 1.27 mm. Quando a esfera tocava numa superfície horizontal, o ponto de contacto correspondia ao seu ponto mais inferior. Nas vertentes, o contacto era algures entre a extremidade inferior e o equador. Para diminuir este erro, o gráfico era feito com a sucessão de tangentes às circunferências desenhadas, tendo como centro o ponto correspondente à leitura registada em gráfico. Cada série de pontos definia um perfil. Neste estudo eram desenhados em gráfico seis perfis transversais e três longitudinais, separados 2,54 cm. Como se mediam muitos pontos próximos uns dos outros, podiam fazer-se cartas topográficas da impressão padrão e das diferentes bases, e avaliar nas áreas medidas a discrepância entre elas.

Em 1971, Lechner e Bevan⁽³⁰⁾ descreveram um aparelho que lia os perfis da superfície das bases de próteses com um estilete. Depois de

transformados em gráfico, os perfis podiam ser comparados com perfis equivalentes de uma impressão padrão ou de um modelo.

Análise crítica

O medidor de superfície não acrescenta nada de significativo ao sistema anterior.

6.4 Michigan Computer-Graphics Coordinate Measuring System (MCGCMS)^(5, 26, 34, 56)

Este aparelho mede a posição tridimensional de qualquer ponto na superfície de um objecto, com a precisão de 1 m, usando uma sonda de contacto orientada nos três planos do espaço. A sonda está em interface com um computador que mede e regista a localização do ponto nos eixos x , y e z .

Os objectos a medir têm que ter um plano de referência para standardizar o sistema e permitir medições repetidas do espécime ou de múltiplas réplicas do mesmo. Habitualmente o plano de referência (plano zero) é estabelecido por três de quatro poços ($R_0 - R_3$) maquinados na área periférica dum modelo de metal, depois transferidos, pelo sistema de duplicação, para os modelos de gesso e copiados como positivos nas bases de resina.

Seleccionam-se n pontos no modelo de metal. Para estabelecer uma matriz de medição, os valores das coordenadas específicas x e y de cada um dos pontos são registados a partir do ponto zero (R_0). Em cada uma dessas localizações específicas também se regista o valor da coordenada z . Depois de medir o modelo de metal, a mesma matriz é aplicada aos modelos de gesso e às bases protéticas. As alterações dimensionais podem ocorrer em um, dois ou três eixos x , y , z , e a respectiva medição tem que os considerar a todos, o que se consegue usando a versão tridimensional do teorema de Pitágoras: $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$. O resultado designado por valor vectorial representa a distância real entre a localização tridimensional de um ponto do espécime e o ponto zero (R_0).

Análise crítica

Vantagens: as medições são fiáveis e reproduzíveis; elimina erros de posicionamento; mede a distorção real, em mm, em áreas

específicas da dentadura; usa um computador em interface, eliminando erros humanos; pode medir a contracção da base em direcção à superfície dos modelos. Inconvenientes: nas áreas das vertentes há maiores alterações porque uma pequena variação de x e y produz uma grande variação de z e do valor vectorial resultante. Por este motivo, podem encontrar-se valores exagerados de deformação nas vertentes vestibulares.

6.5 – Máquina de Medição por Coordenadas Computadorizada (MMCC).

Esta máquina é capaz de medir, com a precisão de 0,5 mm, a posição tridimensional de qualquer ponto no espaço ou na superfície de um objecto, em relação ao sistema de eixos x , y , z . Possui uma sonda orientável nos três planos do espaço, provida de um rubi esférico na ponta e de um sensor de contacto. Sempre que o rubi toca em qualquer ponto da superfície do objecto a medir, a sonda emite um sinal eléctrico. O computador ao qual está ligada recebe e regista o sinal correspondente à medição das coordenadas x , y e z do ponto contactado, permitindo uma medição com elevada precisão e repetibilidade^(55, 63)(fig. 1).

Se o objecto a medir tiver no mínimo 3 elementos de referência estáveis para a definição de um plano horizontal e de um eixo, é possível medir as coordenadas x , y , z de qualquer

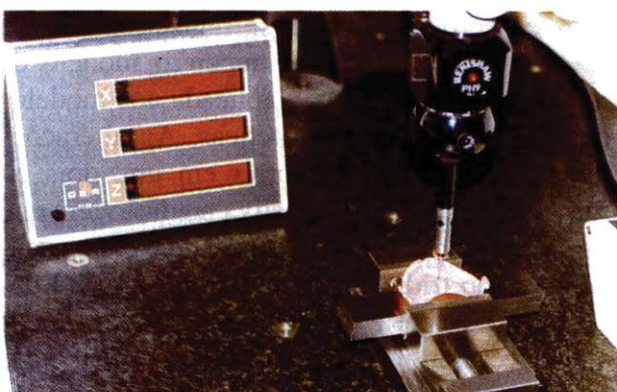


Fig. 1 - Medição da base. À dta - suporte para fixar a placa-base e a cabeça da sonda com o respectivo sinal luminoso. Pode ver-se com nitidez o rubi a contactar a superfície da base. À esq - valor das coordenadas do ponto contactado

ponto da sua superfície. Além disso, é possível medir e comparar os valores das coordenadas x , y , z de pontos homólogos de dois ou mais

objectos de forma e tamanho semelhantes, desde que tenham os mesmos elementos de referência para manter constante a sua posição relativamente à MMCC.

Com a ajuda de "software" adequado, a medição sequencial de vários pontos permite-nos definir matematicamente linhas - perfis. Com vários perfis podemos, inclusivamente, definir uma superfície.

Ao medir e comparar formas de perfis idênticos do modelo e da base (fig. 2) pode avaliar distorções assimétricas da forma complexa de uma prótese que não seriam aparentes por simples medição linear entre dois pontos.

O "software" possibilita o registo, compilação e tratamento de dados, bem como a representação gráfica dos perfis medidos (fig. 3).

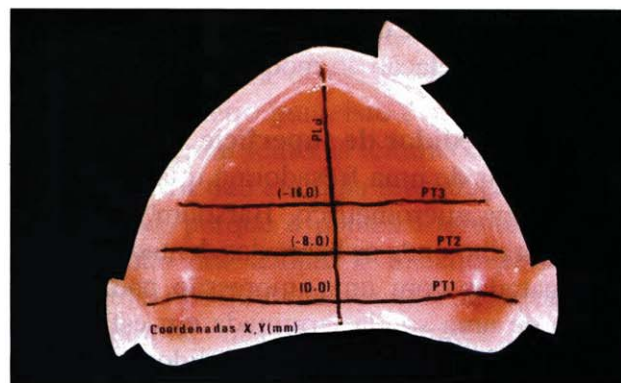


Fig. 2 - Placa-base com marcação dos perfis medidos e respectivas coordenadas x e y em mm.

6.5.1 Aferição do sistema de medição MMCC.

Antes da sua utilização em trabalhos de investigação, procedemos a um teste do método

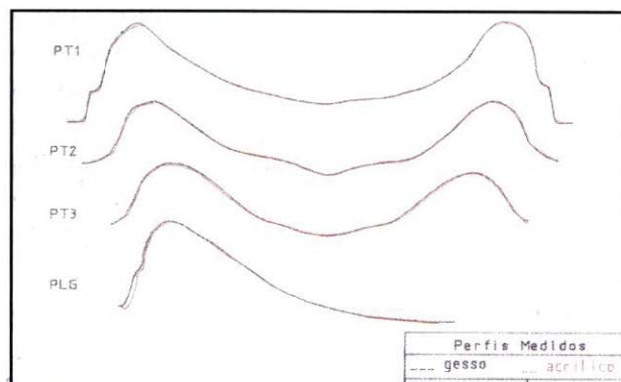


Fig. 3 - Representação gráfica da medição de 4 perfis do modelo de gesso e dos perfis homólogos da placa-base correspondente (PT1, PT2 e PT3 - perfis transversais; PLG - perfil longitudinal).

do. Para aferirmos a fiabilidade e reprodutibilidade deste sistema, foram efectuadas num modelo de gesso (fig 4) cinco medições de cada um de quatro perfis seleccionados, em cinco dias consecutivos, pelo mesmo operador. Os 3 elementos de referência estáveis, para a definição de um plano horizontal e de um eixo,

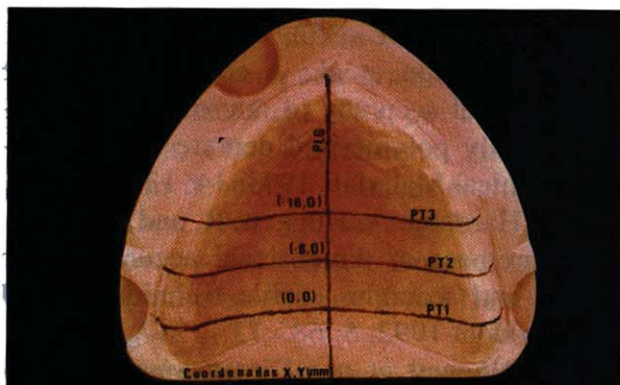


Figura 4 - Modelo de gesso com marcação dos perfis medidos e respectivas coordenadas x,y em mm.

correspondem às caixas semi-cilíndricas visíveis na área periférica do modelo da Fig 4. Dado tratar-se do mesmo modelo e sendo o processo de medição automático, a única coordenada que poderia variar significativamente nas diferentes medições dos diversos pontos de cada perfil seria a coordenada Z; foram os valores de Z que utilizámos para comparar as 5 medições (tabela I e gráfico 1).

Como se pode ver no gráfico 1 e pelos resultados da tabela I não existem diferenças significativas entre as medições sendo o método de medição proposto considerado fidedigno.

Tabela I: Médias das medições em μm da coordenada Z dos pontos dos quatro perfis do modelo

Medição	PT1 Média	PT2 Média	PT3 Média	PLG Média
1. ^a	6810	7419	9150	11482
2. ^a	6802	7411	9144	11481
3. ^a	6803	7414	9147	11480
4. ^a	6804	7414	9147	11484
5. ^a	6801	7409	9142	11477

PT1 - perfil transversal 1, PT2 - perfil transversal 2, PT3 - perfil transversal 3, PLG - perfil longitudinal.

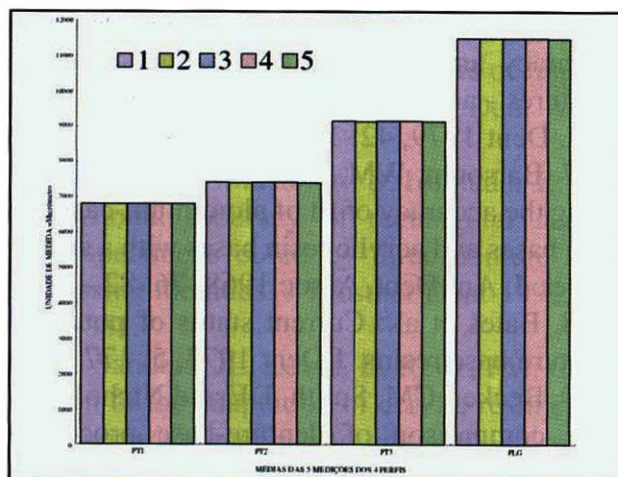


Gráfico 1 - Médias das 5 medições dos 4 perfis do modelo de gesso. PT1 - perfil transversal 1, PT2 - perfil transversal 2, PT3 - perfil transversal 3, PLG - perfil longitudinal.

Conclusão

Consideramos que a MMCC proporciona o mais fidedigno dos métodos apresentados porque, em nosso entender, preenche os requisitos fundamentais à avaliação das alterações dimensionais e deformações que podem afectar os materiais após a manipulação e processamento.

BIBLIOGRAFIA

1. Al-Hanbali, E, Kelleway, JP, and Howlett, JA.: Acrylic denture distortion following double processing with microwave or heat. J Dent 1991; 19: 176 - 180.
2. Anderson, GC, Schulte, JK and Arnold, TG.: Dimensional stability of injection and conventional processing of denture base acrylic resin. J Prosthet. Dent 1988; 60: 394 - 398.
3. Anthony, DH, and Peyton MS Dimensional Accuracy of Various Denture-Base Materials J Prosthet Dent 1962; 12: 67 - 81,
4. Anthony, DH, and Peyton MS Evaluating dimensional accuracy of denture bases with a modified comparator. J Prosthet Dent 1959; 9: 683 - 692.
5. Baemmert et al.: The effect of denture teeth on the dimensional accuracy of acrylic resin denture bases. Int J Prosthodont 1990; 3: 528 - 537.

6. Barco et al.: The effect of relining on the accuracy and stability of maxillary complete dentures - an in vitro and in vivo study. *J Prosthet. Dent* 1979; 42: 17 - 22.
7. Barsoum, WM, Eder, J, Asgar, K.: Evaluating the accuracy of fit of aluminium-cast denture bases and acrylic resin bases with a surface meter. *J. Am Dent. Assoc.* 1968; 76: 82 - 88.
8. Bates et al.: Current status of pour type denture base resins. *J Dent* 1977; 5: 177 189.
9. Becker, CM, Smith, DE and Nicholls, JI.: The comparison of denture-base processing techniques. Part II. Dimensional change due to processing. *J Prosthet. Dent* 1977; 37: 450 - 459.
10. Chen, JC, Lacefield, WR, and Castleberry, DJ.: Effect of denture thickness and curing cycle on the dimensional stability of acrylic denture bases. *Dent Mater* 1988; 4: 20 - 24.
11. DaBreo, EL and Herman, P: A new method of measuring dimensional change. *J Prosthet Dent* 1991; 65 . 718 - 722.
12. Dukes et al.: A comparative study of changes in vertical dimension of occlusion using different investing mediums *J Prosthet Dent* 1983; 49:568 - 571.
13. Dukes et al.: A laboratory study of changes in vertical dimension using a compression molding and a pour resin technique. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 667 - 669.
14. Fairhurst and Ryge: Tin foil substitute: warpage and crazing of acrylic resin. *J Prosthet. Dent* 1954; 4: 274 - 287.
15. Garfunkel, E.: Evaluation of dimensional changes in complete dentures processed by injection-pressing and the pack-and-press technique. *J Prosthet. Dent* 1983; 50: 757 - 761.
16. Goodkind, RJ, and Schulte, RC.: Dimensional accuracy of pour acrylic resin and conventional processing of cold-curing acrylic resin bases. *J Prosthet. Dent* 1970; 24: 662 - 668.
17. Grant, AA and Atkinson, HF.: Comparison between dimensional accuracy of dentures produced with pour-type resin and with heat-processed materials. *J Prosthet Dent* 1971; 26: 296 - 301.
18. Grunewald, AH, Paffenbarger, GC and Dickson, G: The effect of molding processes on some properties of denture resins. *J Am Dent Assoc* 1952; 44: 269 - 282.
19. Hardy, F.: Comparison of fluid resin and compression molding methods in processing dimensional changes. *J Prosthet. Dent* 1978; 39: 375 - 377.
20. Hargreaves, AS.: Equilibrium water uptake and denture base resin behaviour. *J Dent* 1978; 6: 342 - 352.
21. Harrison et al.: A comparison of the dimensional accuracy of microwave and conventionally polymerised denture base materials. *Clinical Materials* 1993; 14: 133 - 137.
22. Harrison, A, Huggett, R, and Zissis, A.: Measurement of dimensional accuracy using linear and scanning profile techniques. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 68 - 72.
23. Huggett et al.: Dimensional accuracy and stability of acrylic resin denture bases. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 634 - 640.
24. Huggett, R, Brooks, SC and Bates JF.: The effect of different curing cycles on the dimensional accuracy of acrylic resin denture base materials. *Quintessence Dent Techn* 1984; 8: 81 - 85.
25. Jackson et al.: The dimensional accuracy of two denture base processing methods. *Int J Prosthodont* 1989; 2: 421 - 428.
26. Jackson, AD, Lang, BR, and Wang, R-F.: The Influence of teeth on denture base processing accuracy. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 333 - 340.
27. Jerolimov et al.: Some effects of varying denture base resin polymer/monomer ratios. *Int J Prosthodont* 1989; 2: 56 - 60.
28. Kraut, RA.: A comparison of denture base accuracy. *J Am Dent Assoc* 1971; 83: 352 - 357.
29. Latta, GH, Bowles, WF, and Conkin, JE: Three-dimensional stability of new denture base resin systems. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 654 - 661.
30. Lechner, SK, and Bevan, EM.: An instrument for tracing surface contours of impressions, casts and dentures. *Aust Dent J* 1971; Dec.: 379 - 381.
31. Lechner, SK, and Lautenschlager, EP.: Processing changes in maxillary complete dentures. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 20 - 24.

32. MacGregor, AR and Graham, J: Recent experiences with denture polymers *J Dent* 1984; 12: 146 - 157
33. McCartney, JW.: Flange adaptation discrepancy, palatal base distortion, and induced malocclusion caused by processing acrylic resin maxillary complete dentures. *J Prosthet. Dent* 1984; 52: 545 - 553.
34. McDowell et al.: In vivo wear. Part I: The Michigan computer-graphic measuring system. *J Prosthet Dent* 1988; 60: 112 - 120.
35. Mirza, FD.: Dimensional stability of acrylic resin dentures - clinical evaluation. *J Prosthet. Dent* 1961; 11: 848 - 857.
36. Mowery and Others: Dimensional stability of denture base resins. *J. Am Dent. Assoc* 1958; 57: 345 - 353.
37. Murphy, WM, Huggett, R and Handley, RW.: A laboratory and clinical study of Trevalon(denture base material. *J Oral Rehab* 1982; 9: 401 - 411.
38. Murray, M D and Darvell, B W : The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention - a review. Part 4. *Aust. Dent.J.* 1993; 38(6): 450 - 5.
39. Nishii, M: Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. *J Osaka Dental University* 1968; 2: 23 - 40
40. Phillips, RW : Denture base resins: Technical considerations. In: Phillips, RW Skinner's Science of Dental Materials W. B. Saunders Company 1991: 177 - 203
41. Polukoshko et al.: Evaluation of heat-cured resin bases following the addition of denture teeth using a second heat cure. *J Prosthet. Dent* 1992; 67: 556 - 562.
42. Polyzois et al.: Dimensional stability of dentures processed in boilable acrylic resin: a comparative study *J Prosthet Dent* 1987; 57:639 - 647.
43. Polyzois, GL, Stavarakis, GA, and Demetriou, PP.: Dimensional accuracy of duplicate dentures prepared by different methods. *J Prosthet. Dent* 1986; 55: 513 - 517.
44. Polyzois. GL: Improving the adaptation of denture bases by anchorage to the casts: a comparative study. *Quintessence Int* 1990; 21: 185 - 190.
45. Rupp and Others.: A method for measuring the mucosal surface contours of impressions, casts and dentures. *J Am Dent Assoc* 1957; 54: 24 - 32.
46. Salim, S, Sadamori, S, Hamada, T.: The dimensional accuracy of rectangular acrylic resin specimens cured by three denture base processing methods. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 879 - 881.
47. Sanders, JL, Levin, B, Reitz, PV.: Comparison of the adaptation of acrylic resin cured by microwave energy and conventional water bath. *Quintessence Int* 1991; 22: 181 - 186.
48. Shlosberg et al.: Microwave energy polymerisation of poly(methyl methacrylate) denture base resin. *Int J Prosthodont* 1989; 2: 453 - 458.
49. Smith, LT, and Powers, JM.: Relative fit of new denture resins polymerised by heat, light and microwave energy. *Am J Dent* 1992; 5: 139 - 142.
50. Soni, PM, Powers; JM, and Craig, RG.: Comparison of the accuracy of denture bases by a non-parametric method. *J Oral Rehab* 1979; 6: 35 - 39.
51. Stafford et al.: A review of the properties of some denture base polymers. *J Dent* 1980; 8: 292 - 306.
52. Strohaber, RA.: Comparison of changes in vertical dimension between compression and injection molded complete dentures. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 716 - 718.
53. Sykora, O, and Sutow, EJ.: Comparison of the dimensional stability of two waxes and two acrylic resin processing techniques in the production of complete dentures. *J Oral Rehab* 1990; 17: 219 - 227
54. Takamata and Others: Adaptation of acrylic resin dentures as influenced by the activation mode of polymerisation. *J Am Dent Assoc* 1989; 119: 271 - 276.
55. Tan et al.: Three-dimensional analysis of the casting accuracy of one piece, osseointegrated implant-retained prostheses. *Int J prosthodont* 1993; 6 . 346 - 363.
56. Turck et al.: Direct measurement of dimensional accuracy with three denture-processing techniques. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 367 - 372.

57. Wallace et al.: Dimensional Accuracy of Denture resin cured by microwave energy. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 403 - 408.

58. Wesley et al.: Processing changes in complete dentures: posterior tooth contacts and pin opening. 1973; 29: 46 - 54.

59. Windecker, D, and Dippel, M.: Comparative studies of the exactness of fit of maxillary complete dentures with resin and cast metal bases. *Quintessence dent Technol* 1981; 5: 427 - 430 (Citados por Zissis, A, Huggett, R, and Harrison, A.: Measurement methods used for the determination of dimensional accuracy and stability of denture base materials. *J Dent* 1991; 19: 199 - 206).

60. Winkler and Others: Processing changes in complete dentures constructed from pour resins. *J Am Dent Assoc* 1971; 82: 349 - 353.

61. Woelfel, JB and Paffenberger, GC: Method of evaluating the clinical effect of warping a denture: report of a case. *J Am Dent Assoc* 1959; 59: 250 - 260.

62. Woelfel, JB, Paffenberger, GC, Sweeney, WT : Dimensional Changes Occurring in Dentures During Processing *J. Am Dent. Assoc* 1960; 61: 413 - 430.

63. Zissis, A, Huggett, R, and Harrison, A.: Measurement methods used for the determination of dimensional accuracy and stability of denture base materials. *J Dent* 1991; 19: 199-206.