



# CONTROLO DE QUALIDADE (VERIFICAÇÃO FINAL)

## AUTOR

**David Wilson:** Brien Holden Vision Institute (BHVI), Sydney, Australia

## REVISOR

**Mo Jalie:** Visiting Professor: University of Ulster, Varilux University in Paris

## ESTE CAPÍTULO IRÁ INCLUIR UMA REVISÃO DE:

- Introdução
- Ferramentas necessárias para o controlo de qualidade
- Focómetro
- Verificação de lentes com o focómetro
- Tolerâncias de potência
- Segmento bifocal – Tamanho e alinhamento
- Verificação de lentes com focómetro - Progressivas
- Outros instrumentos e ferramentas
- Verificação da qualidade da lente
- Verificação do alinhamento da lente na armação
- Medição de lente
- Conclusão

## INTRODUÇÃO

Antes de os óculos serem entregues ao paciente, eles precisam de ser submetidos à verificação final. Este procedimento de controlo de qualidade garante que os óculos cumprem os requisitos da receita. Os seguintes critérios deverão ser verificados e comparados com as tolerâncias definidas:

- Potência
- Centros
- Alturas de ajuste
- Material da lente
- Revestimento da lente
- Colocação da lente (e qualidade da lente)
- Alinhamento padrão da armação

## FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA O CONTROLO DE QUALIDADE

Após os óculos terem sido terminados, estes necessitam ser verificados em relação à receita original e de acordo com as tolerâncias nas normas adequadas. Caso não existam normas nacionais, a norma da International Organization of Standardization (ISO) deve ser aplicada. Para além dos parâmetros da prescrição, as lentes devem ser verificadas no sentido encontrar defeitos e a armação deve ser colocada no alinhamento padrão.



Figure 3.1: Ferramentas de Controlo de Qualidade

As ferramentas necessárias para controlo de qualidade são: (Figura. 3.1)

1. **O focómetro** – para verificar a potência, localizar centros ópticos e determinar o efeito prismático.
2. **O medidor de lentes** – para verificar a curva da base e confirmar o índice de refração.
3. **O compasso de espessura** – para verificar se as lentes têm a espessura mínima necessária.
4. **Um polariscópio** - para verificar a tensão na lente de vidro colocada numa armação de metal e verificar lentes polarizadas.
5. **Fonte de iluminação** - para verificar se há defeitos na superfície (idealmente a fonte de iluminação será fluorescente, ao nível da secretária).

## FOCÓMETRO

O focómetro, também chamado frontofocómetro, é o instrumento mais importante no controlo de qualidade (Figura 3.2).

A sua função é medir a potência ao vértice posterior ou anterior de uma lente ou sistema de lentes, bem como determinar o efeito prismático, provocado ou indesejado.

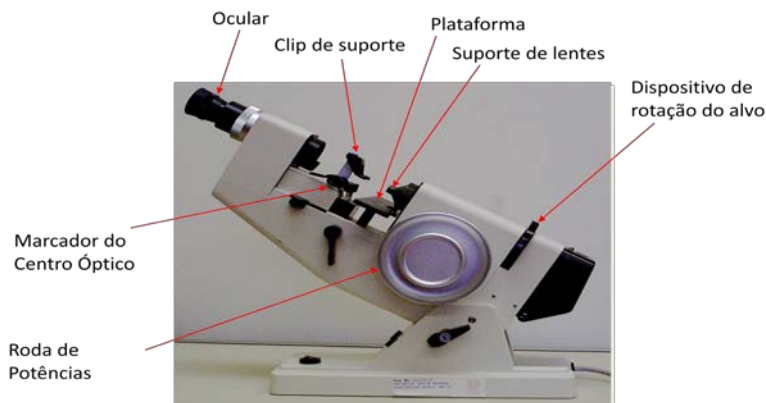

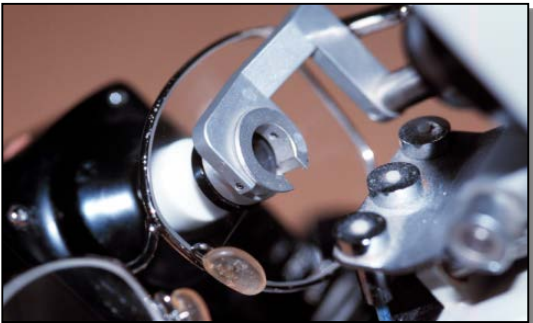



Figure 3.2: O Focómetro

Para lentes oftálmicas, a potência do vértice posterior da lente é medida quando o pólo posterior da lente está assente no suporte de lentes. Da mesma forma, a potência do vértice anterior da lente é medida quando o pólo anterior da lente está assente no suporte de lente.

## VERIFICAÇÃO DE LENTES USANDO O FOCÓMETRO

O uso focómetro para verificação completa dos óculos requer uma abordagem sistemática. As etapas a seguir devem ser efectuadas em todos os casos.

<p><b>LENTEs UNIFOCALIS</b></p>	<p><b>Passo 1</b> Ajuste da ocular de acordo com o observador. O retículo deve ser claro e o tambor de potência deve marcar zero quando o alvo está centrado sem nenhuma lente a ser testada.</p> <p><b>Passo 2</b> Coloque as lentes na plataforma da armação e ajuste a altura da plataforma até que o alvo do olho direito esteja centrado.</p> <p><b>Passo 3</b> Verifique a potência da lente direita e marque o centro óptico (Figura. 3.3).</p> <p><b>Passo 4</b> Fixe a lente esquerda e localize o alvo no meridiano vertical. Meça a potência da lente, a quantidade de prisma vertical e marque a lente. NB: Se o meridiano vertical for mais forte que o olho direito, em seguida, ajuste a plataforma da armação para localizar o centro óptico do olho esquerdo e volte ao olho direito para determinar o prisma vertical.</p> <p><b>Passo 5</b> Remova os óculos e meça a distância de centragem tal como marcada pelos pontos na lente. Compare esta medição com a DP pedida e determine a quantidade indesejada de prisma horizontal, usando a regra da Prentice.</p>	 <p><b>Figura 3.3:</b> Verificação da potência da lente direita</p>
<p><b>BIFOCALIS</b></p>	<p><b>Passos 1-5</b> Os cinco passos são os mesmos que para as lentes unificais.</p> <p><b>Passo 6</b> Para verificar a potência da adição, coloque os óculos sobre a plataforma de armação com a superfície convexa contra o suporte de lente e meça a potência ao vértice anterior do segmento de longe da lente (Figura. 3.4).</p> <p><b>Passo 7</b> Meça a potência ao vértice frontal do segmento, a diferença entre esta medição e a potência ao vértice anterior de longe é a adição. Assegure-se que são utilizados os mesmos meridianos em ambas medições ao vértice anterior (Figura 3.5).</p>	 <p><b>Figura 3.4:</b> Verificação da Potência do segmento de longe</p>  <p><b>Figura 3.5:</b> Verificação da Potência da adição próxima</p>

## TOLERÂNCIAS DE POTÊNCIA

Notar que as tolerâncias de potência são menores para lentes unifocais e multifocais (bifocais e trifocais) e maiores para lentes progressivas. Isto reconhece a complexidade do desenho das lentes progressivas e a relativa simplicidade do focómetro.

As seguintes tolerâncias são usadas como guia:

- De 0.09D para  $\leq 3.00D$  a 0.37D para  $> 20D$
- Tolerâncias em cada meridiano e potência cilíndrica
- As tolerâncias variam entre lentes de visão simples/multifocais e progressivas

### Tolerâncias da Adição

- De 0.12D para  $\leq 4.00D$  a 0.18D para  $> 4.00D$

### Tolerâncias de eixo de cilindro

- De  $\pm 7^\circ$  para cilindro  $< 0.50D$  a  $\pm 1.25^\circ$  para cilindro  $\geq 0.50D$

### Tolerâncias diferenciais de prisma

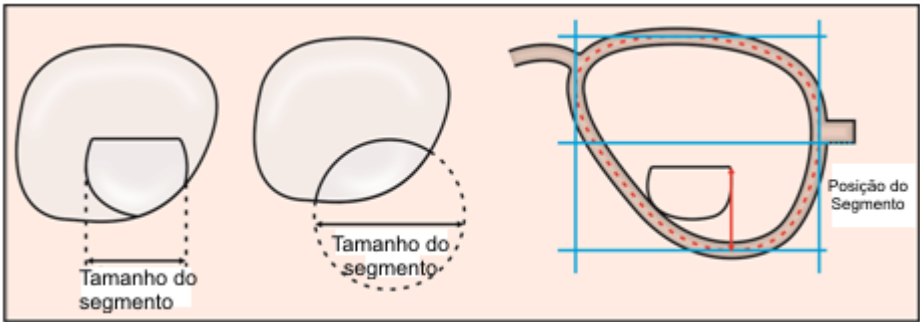
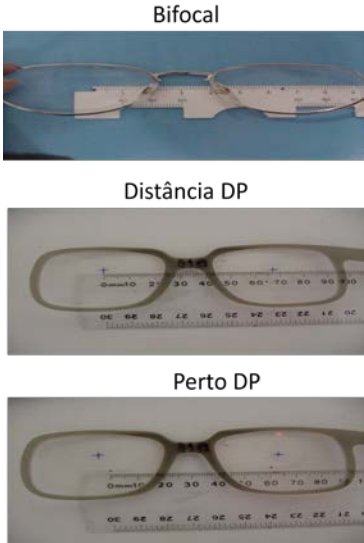
- $0.5^\Delta$  horizontal e  $0.25^\Delta$  vertical para  $\leq 5.00D$
- $1.0^\Delta$  horizontal and  $0.5^\Delta$  vertical para  $> 5.00D$

### Tolerância da direcção do prisma

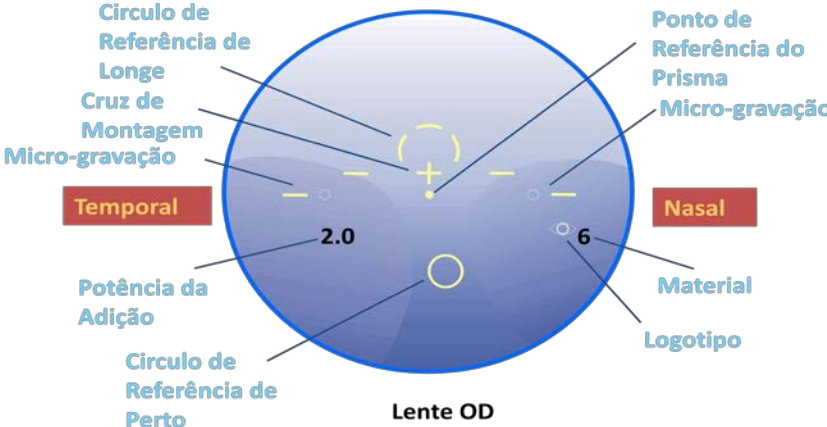
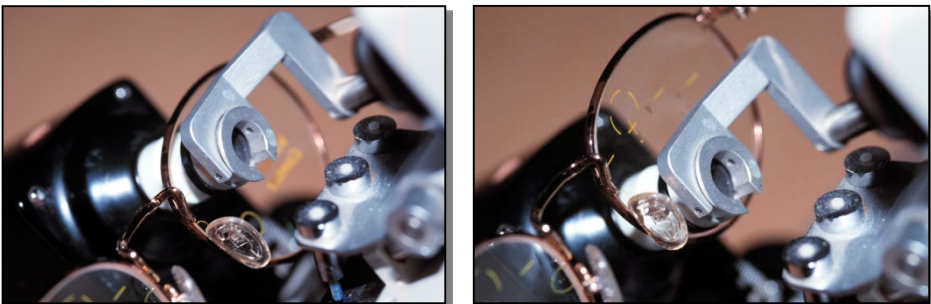
- De  $\pm 5^\circ$  para cilindro  $\leq 3.00D$  a  $\pm 1.5^\circ$  para cilindro  $> 6.00D$
- As tolerâncias variam entre lentes unifocais/multifocais e progressivas

Note que as tolerâncias mais generosas são para potências mais elevadas. Isto indica que a precisão é mais difícil de alcançar com potências mais elevadas, dado que pequenos movimentos ao cortar a lente irão dar origem a quantidades relativamente elevadas de prisma.

## SEGMENTO BIFOCAL – TAMANHO E ALINHAMENTO

<p><b>DIÂMETRO</b></p>	<p>O Segmento de diâmetro é medido no ponto mais largo do segmento (Figura 3.6).</p>  <p><b>Figura 3.6:</b> Medição do diâmetro do segmento (esquerda) e altura (direita)</p>
<p><b>ALTURA</b></p>	<p>As alturas do segmento devem ser medidas relativamente à parte mais inferior da lente, ou seja, o pico do bisel no ponto mais baixo da forma da lente. Em alternativa podem ser medidas relativamente à linha horizontal central (LHC), previamente conhecida como <i>datum</i>.</p>
<p><b>DC DE PERTO</b></p>	<p>A distância de centragem de perto deve ser medida do centro geométrico do segmento para o centro da ponte (monocular) ou do centro geométrico para centro geométrico (DC de perto binocular).</p>  <p><b>Figura 3.7:</b> Medição DP de lentes bifocais</p> <p>A localização de segmentos para lentes multifocais tem uma tolerância de <math>\pm 0,5</math> mm tanto na vertical como na horizontal (cada lente). Use uma régua DP para medir a distância entre os centros ópticos e entre os centros geométricos dos segmentos.</p> <p>Confirme DPs com a referência original.</p>

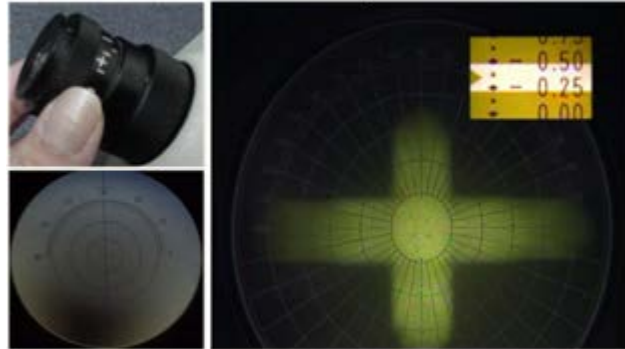
## VERIFICAÇÃO DE LENTES USANDO FOCÓMETROS - PROGRESSIVAS

<b>PASSO 1</b>	Confirme as marcações na lente, encontrando as marcas do localizador horizontal (Figura 3.8).
<b>PASSO 2</b>	Ajuste da ocular de acordo com o observador.
<b>PASSO 3</b>	<p>Coloque os óculos sobre a plataforma de armação e ajuste a altura da plataforma até que a distância do círculo de verificação corresponda ao suporte da lente. Meça a potência da lente.</p>  <p><b>Figura 3.8: Pontos de referência numa LAP</b></p>
<b>PASSO 4</b>	Desloque a plataforma de armação até o ponto de referência do prisma estar no centro do suporte da lente e meça o efeito prismático nesse momento. Pode existir um prisma de base inferior se tiver sido aplicado um prisma de redução de espessura pelo laboratório. Se esse for o caso registre apenas o efeito prismático.
<b>PASSO 5</b>	Fixe a lente esquerda e ajuste a altura da plataforma até que a distância do círculo de verificação corresponda com o suporte da lente. Meça a potência da lente.
<b>PASSO 6</b>	Desloque a plataforma de armação até o ponto de referência do prisma estar na abertura do suporte da lente e meça o efeito prismático nesse ponto. Compare o efeito prismático com do outro olho para determinar se existe uma diferença de prisma inaceitável.
<b>PASSO 7</b>	Verifique as DP monocular e as alturas medindo a localização das cruzes de marcação.
<b>VERIFICAÇÃO DA ADIÇÃO EM LENTES PROGRESSIVAS</b>	<p>A adição de lentes progressivas está permanentemente marcada no lado temporal da lente exactamente abaixo do localizador horizontal. No entanto, pode ser também verificada usando o focómetro (Figura 3.9).</p>  <p><b>Figura 3.9: Verificação da potência de LAP com um focómetro</b></p> <p><b>PASSO 1:</b> Para verificar se a potência da adição, coloque os óculos sobre a plataforma de armações com a superfície convexa contra o suporte de lentes e meça a potência ao vértice anterior da secção de longe da lente através do círculo de verificação de longe.</p> <p><b>PASSO 2:</b> Meça a potência ao vértice anterior através do círculo de verificação de perto, a diferença entre esta medição e a potência ao vértice frontal de longe é a adição. Assegure-se de que são utilizados os mesmos meridianos em ambas as medições ao vértice anterior.</p>



## VERIFICAÇÃO DE LENTES USANDO FOCÓMETROS - PROGRESSIVAS (cont.)

Verificação de lentes com focómetro



**Figura 3.10:** Verificação de lentes com focómetro

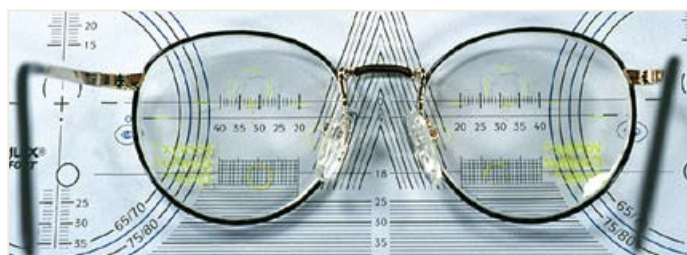
### VERIFICAÇÃO DA ADIÇÃO EM LENTES PROGRESSIVAS (cont.)

Quando se verifica uma lente progressiva o alvo pode não parecer regular como numa lente de visão simples ou bifocal. A razão para tais irregularidades na imagem é a complexidade da sua concepção e a relativa simplicidade do focómetro. Os focómetros foram concebidos para medir a potência das lentes (vértice anterior ou posterior) com luz incidente, normalmente ao longo do eixo principal (Figura 3.10). As lentes progressivas são concebidas usando traçado de raios, assumindo uma inclinação pantoscópica e posicionamento da cruz de ajuste no centro pupilar com o paciente na postura habitual. Como resultado das limitações do focómetro e da sua incapacidade de medir lentes de potência na posição 'de utilização' (com excepção de focómetros de varrimento), os fabricantes conceberam o que pode ser referido com "janelas de simplificação" nos seus desenhos. Estas janelas, os círculos de verificação de longe e perto, são esféricas no desenho e permitem ao especialista confirmar se as lentes foram colocadas correctamente. Se a cruz de ajuste estiver posicionada directamente em frente ao centro do suporte da lente, a imagem alvo iria aparecer distorcida, tal como acontece no ponto de referência do prisma. Algumas lentes, produzidas segundo a filosofia "como usado", alteram a potência dos círculos de verificação e os seus programas de traçado de raios produzem uma "potência equivalente" para ser lida pelo focómetro.

Da mesma forma, o efeito combinado da superfície asférica de um progressivo e de um cilindro oblíquo pode resultar na variação do eixo no círculo de controlo de perto. Isto é inevitável, uma vez que a superfície progressiva é dada no desenho e o eixo da superfície toroidal é constante em toda a superfície. Não cria problemas para o utilizador e deve ser negligenciada.

#### Verificação das DP's monoculares

As DP's monoculares podem ser verificadas colocando os óculos numa carta de padrão, a maioria delas tem a possibilidade de medir as DP's monoculares, ou usando uma regra paralela (Figura 3.11).



**Figura 3.11:** Verificação das DP's monoculares utilizando uma carta padrão

## VERIFICAÇÃO DE LENTES USANDO FOCÓMETROS - PROGRESSIVAS (cont.)

### VERIFICAÇÃO DA ADIÇÃO EM LENTES PROGRESSIVAS (cont.)

Como alternativa, podem ser verificados com uma régua de DP.

Neste ponto, as posições dos círculos próximos devem ser verificados. É possível que a lente direita possa ter sido montada no lugar da lente esquerda e vice-versa. Enquanto isso deve ser observado quando se verificam as marcações, justifica-se efectuar outra verificação.

#### Verificação da altura da cruz de ajuste

A altura da cruz de ajuste também pode ser verificada ao se colocarem óculos numa carta de padrão (Figura 3.12), a maior parte dos quais têm a possibilidade de medir a altura e as DPs monoculares, ou utilizando uma régua paralela.



**Figura 3.12:** Verificação da altura da cruz de ajuste utilizando uma carta de marcação e uma régua de DP

De forma alternativa, podem também ser verificados com uma regra DP (Figura 3.13).



**Figura 3.13:** Verificação da altura da cruz de ajuste utilizando uma régua de DP

As alturas devem ser medidas em relação à parte mais inferior da lente, ou seja, o pico do bisel no ponto mais baixo sobre a forma da lente. Alternativamente também se pode medir em relação à linha central horizontal (LCH), anteriormente conhecido como referência.


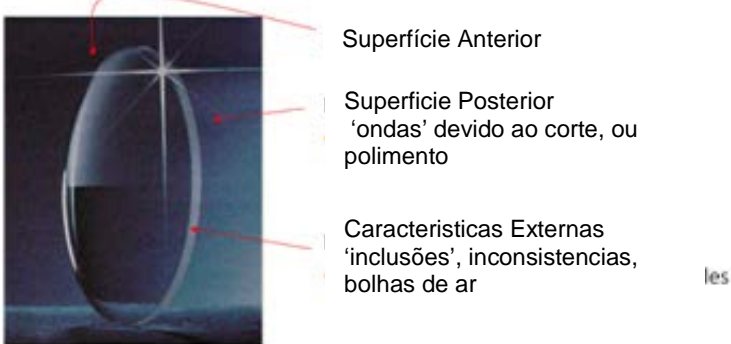
O posicionamento da cruz de ajuste para lentes progressivas tem uma tolerância de  $\pm 0.5$  mm, tanto a nível vertical como horizontal (em cada lente).

#### Verificação da prescrição

Compare a prescrição original ou a Rx com o trabalho (não o formulário de pedido). Ocasionalmente existem erros que podem ser feitos na transcrição de um formulário para outro. Ao confirmar comparando com a ordem original podemos eliminar a possibilidade de erros de composição.



## OUTROS INSTRUMENTOS E FERRAMENTAS

<b>COMPASSOS DE ESPESSURA</b>	Compassos espessura devem ser usados para verificar se a espessura central de lentes negativas ou a espessura do bordo temporal em lentes positivas corresponde aos requisitos mínimos. Eles seriam também vitais para verificar os parâmetros de lentes iseicónicas.	
<b>POLARISCÓPIO</b>	O polaroscópio pode ser usado para verificar lentes polarizadas e pressão nas lentes de vidro colocadas em armações de metal. É menos útil para lentes de plástico uma vez que os revestimentos de lentes de plástico não são geralmente homogêneos e assim parecem mostrar pressão onde esta não existe. Observar a superfície das lentes de plástico é a melhor forma de encontrar pressão. Uma lente de plástico sob pressão na armação fica deformada e mostra o que parece ser um "beliscar" da superfície no ponto de pressão. O polaroscópio também identificará lentes de vidro que tenham sido endurecidas termicamente.	
<b>FONTE DE LUZ</b>	Uma fonte de luz convenientemente localizada, de preferência à altura da mesa, pode ser usada para verificar se há arranhões, buracos, lascas no bordo de uma lente, imperfeições na lente tais como inclusões, estrias e ondas devido a um revestimento deficiente. A fonte de luz também serve de ferramenta útil para localizar as marcações em lentes multifocais, procurando falhas entre a lente e o aro da armação e controlar a qualidade dos revestimentos da lente.	
<b>OUTROS INSTRUMENTOS E FERRAMENTAS</b>	<p>Uma parte importante do controlo de qualidade é verificar a qualidade da lente. Enquanto o focómetro confirma a potência correcta, este tem apenas uso limitado no controlo de qualidade da lente. O focómetro vai detectar algumas imperfeições, como ondas, mas não encontrará arranhões, inclusões, estrias etc.</p>	 <p><b>Figura 3.14:</b> Verificação da qualidade da lente</p>
	<p>A verificação da qualidade de lentes requer uma observação da superfície da lente e uma imagem através da lente, usando uma luz brilhante (Figura 3.14). As imperfeições das lentes incluem (Figura 3.15):</p>	 <p><b>Figura 3.15:</b> Várias anomalias na qualidade da lente</p>
<b>ESTRIAS</b>	Esta é uma variação do índice de refração do material, produzindo o que parecem ser arranhões na lente. Numa inspecção mais próxima e usando uma caneta para marcar cada superfície adjacente aos "riscos" pode ser visto que as marcas estão dentro da lente.	
<b>ONDAS</b>	Estas são falhas na superfície que criam uma superfície irregular. Isto faz com que uma imagem vista através da lente oscile à medida que a lente é deslocada ao longo da fonte (Figura 3.15).	
<b>INCLUSÕES</b>	Inclusões incluem bolhas, metal etc. Estes são o resultado de má qualidade no fabrico de material de plástico ou de vidro (Figura 3.15).	

## OUTROS INSTRUMENTOS E FERRAMENTAS (cont.)

### OUTROS INSTRUMENTOS E FERRAMENTAS (cont.)

A qualidade do ajuste da lente na armação também deve ser verificada (Figura 3.16). É particularmente importante com armações de metal onde o excesso de pressão pode causar quebras ou fractura nas lentes.



**Figura 3.16:** Verificar o alinhamento da armação das lentes

Deve-se verificar o seguinte:

- Intervalos de ar entre os bordos da lente (muitas vezes referidos com "luz do dia")
- Falhas no bordo das lentes
- Uniformidade no bisel

Tensão no trabalho final (use filtros polarizados) que destaquem a sombra escura no corpo da lente com "pontos quentes" no aro, particularmente na posição de aperto do parafuso. Estes pontos representam o excesso de pressão. Algumas lentes de plástico, no entanto, podem apresentar o que parece ser pressão, apesar de esta não existir. Isto é devido ao facto de o material ou o revestimento não ser homogéneo. Em lentes de plástico a pressão pode ser vista através de um exame sob uma fonte de luz. A pressão é exibida como um "beliscado" no bordo do bisel.

## MEDIÇÃO DE LENTES

### 1. DETERMINAÇÃO DA CURVA BASE

A medida de lente deve ser usada quando se verificam os óculos de forma a determinar a curva base (de bifocais e progressivos) ou a curva anterior das lentes unifocais. Para lentes progressivas as pernas de medição devem ser mantidas horizontalmente sobre o centro do círculo de controlo de longe. (Figura 3.17).



**Figura 3.17:** Determinação da curva da base usando um esferómetro

A medida de lente só vai dar uma medida precisa das curvas se a lente for feita do mesmo índice como o desenho de medição da lente (geralmente 1.523 ou 1.530). Irá dar uma aproximação razoável para o CR-39, mas o factor de variação da curva (FVC) deve ser aplicado a outros materiais. Por exemplo, o FVC para vidro de alto índice  $n_d = 1.701$  é 0.746. Se um medidor de lente desenhado para  $n_d = 1.523$  medir a curva de uma lente de alto índice como + 10.00 D então multiplicando a curva anterior pelo FVC dará a potência verdadeira da curva frontal.

Isto é,  $+10.00 \times 0.746 = +7.46$  D.

### 2. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE REFRACÇÃO

A medida de lente também pode ser usada para auxiliar o especialista na determinação o índice de refração. O índice de refração aproximado de lentes negativas pode ser determinado com precisão razoável devido à sua espessura mínima. O processo torna-se menos preciso com lentes positivas mais espessas.

$$n_t = [ F_t (n_m - 1) / F_m ] + 1$$

Onde:  $n_t$  é o verdadeiro índice de refração dos materiais (o índice “verdadeiro”)

$n_m$  é o índice de refração para o qual se designa a medição da lente (índice “medido”)

$F_t$  é a potência da lente medida no focómetro (a potência “verdadeira”)

$F_m$  é a potência medida pela potência da lente

Por exemplo, uma lente que meça -10.00 D no focómetro, terá uma superfície curva de + 4.00 D curva frontal e - 11.50 D curva traseira, quando medida num medidor de lentes projetado para  $n_d = n_c$ . Assim:

$$n_t = [ F_t (n_m - 1) / F_m ] + 1$$

$$n_t = - 10.00 (1.523 - 1) / - 7.50$$

$$n_t = 1.698$$

Enquanto isso não irá fornecer uma medida precisa, irá certamente permitir ao especialista determinar se as lentes são de índice maior do que o normal.

### 3. DETERMINAR A ESPESSURA DA LENTE

A espessura da lente deve ser verificada durante o controlo de qualidade, quer pela cosmética, quer por questões de segurança.

Os requisitos de espessura são:

Mínimo “corte de eb”= 1mm

Se espessura de bordo (eb) for muito grande então a lente é demasiado grossa e pesada

Erros que resultem de especificações imprecisas das dimensões da armação

Espessura ao centro Mínima (ec) = 1.5 – 2.0 mm para CR-39 (por questões de fabrico).

A espessura também pode ser medida com compassos ou indicador de espessura gauge.

## SUMÁRIO

Uma refração e execução precisa requerem igualmente um controlo de qualidade preciso nos óculos acabados.

Os óculos concluídos devem ser verificados de acordo com as normas estabelecidas internacionalmente.

A verificação requer também uma abordagem holística, que envolve a verificação da potência das lentes, qualidade e alinhamento padrão das lentes e armação.

## BIBLIOGRAFIA

Jalie M. 2003. *Ophthalmic Lenses and Dispensing*. Butterworth Heinemann, London.

Jalie M. 1984. *Principles of Ophthalmic Lenses*, ABDO, London.

Wakefield KG and Bennet AG. 2000. *Bennett's Ophthalmic Prescription Work*, Butterworth-Heinemann.

Brooks CW and Borish IM. 2006. *System of Ophthalmic Dispensing*. Butterworth Heinemann.

Brooks CW. 2005. *Essentials of Ophthalmic Lens Finishing*. Butterworth-Heinemann.

Wilson D. 2006. *Practical Optical Dispensing* 2nd Edition. Open Training and Education Network, Sydney.

Wilson D and Stenersen S. 2002. *Practical Optical Workshop*. Open Training and Education Network, Sydney.