



# TIPOS DE LENTES - LENTES UNIFOCAIS -

## AUTOR

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

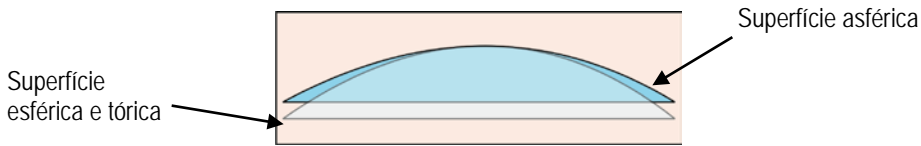
## REVISOR

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

## ESTE CAPÍTULO IRÁ INCLUIR UMA REVISÃO DE:

- Lentes monofocais
- Introdução ao astigmatismo oblíquo
- Desenho de lentes unificais
- Secções cónicas
- Mudança de curvas base
- Gráfico de potência esférica
- Gráficos de potência astigmática
- Montagem correcta das lentes na armação
- Sumário

## LENTE UNIFOCAIS

<p><b>LENTE ESFÉRICAS E TÓRICAS</b></p>	<p>Estas são as lentes unifocais mais comuns. Elas são lentes de menisco simples ou lentes tóricas, normalmente, com uma superfície frontal esférica positiva e uma superfície posterior esférica negativa ou tórica (Figura 4.1). Estas lentes estão disponíveis na maioria dos materiais.</p>
<p><b>LENTE ASFÉRICAS</b></p>	<p>As lentes asféricas utilizam superfícies cónicas, designadas por elipsóides, para produzir lentes mais planas e finas. A esfericidade permite um desenho de lente mais plano sem incremento do astigmatismo marginal. Sendo possível produzir lentes asféricas em qualquer material, elas são normalmente fabricadas em novos materiais de plástico de elevado índice os quais permitem incrementar a redução da espessura da lente.</p> <p>Até recentemente, as lentes asféricas estavam confinadas às lentes de elevada potência positiva utilizadas em afaquia. Elas evoluíram para lentes de potência média e baixa onde o ênfase está no aspecto estético em vez do benefício óptico. As curvas asféricas permitem obter lentes mais planas (Figura 4.1) e desta forma permitir que sejam fabricadas lentes mais atrativas sem criar aberrações não desejáveis, em particular astigmatismo marginal. O objectivo principal das primeiras lentes de elevada potência positiva era eliminar o astigmatismo oblíquo para potências fora do perfil da elipse de Tscherning, que irá ser discutido mais à frente.</p> <div data-bbox="491 920 1415 1064" data-label="Image">  </div> <p><b>Figura 4.1:</b> Diferença entre superfícies esféricas, asféricas e tóricas</p> <p>As curvas asféricas permitem lentes com formas mais planas que as recomendadas para lentes de tipo esférico. Enquanto as lentes de formato plano são superiores a nível cosmético, é importante registar que as lentes de forma plana com curvas esféricas normais induzem níveis inaceitáveis de astigmatismo oblíquo.</p>



## INTRODUÇÃO AO ASTIGMATISMO OBLÍQUO

### INTRODUÇÃO AO ASTIGMATISMO OBLÍQUO

O astigmatismo oblíquo é introduzido nesta secção de forma a entender melhor o seu significado ao considerar o desenho da lente. Ele irá ser abordado novamente em mais detalhe como parte das aberrações das lentes num capítulo futuro.

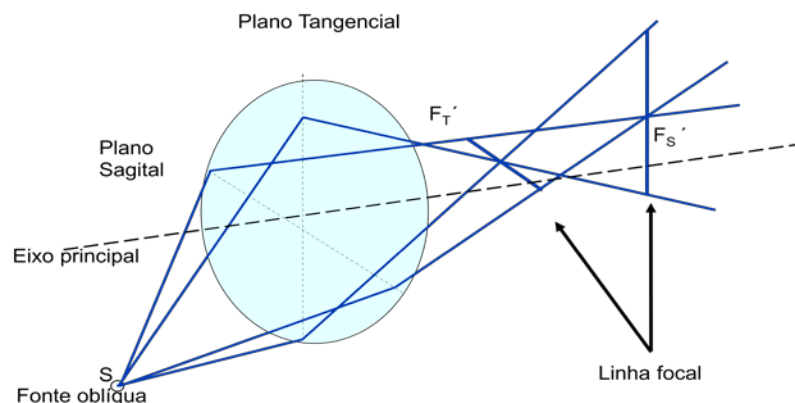
O astigmatismo oblíquo é criado por um feixe de luz periférico. A refração diferente na superfície esférica faz com que o feixe de luz se torne astigmático. Os raios tangenciais formam a primeira linha de foco  $F_T$ , posicionados no plano sagital. Os raios sagitais formam a segunda linha focal  $F_S$ , posicionada no plano tangencial.

As duas linhas focais formadas são perpendiculares uma á outra e separadas pelo intervalo de Sturm.

Um feixe oblíquo irá também exibir aberração cromática, mas esta é considerada com negligenciável com a utilização de uma abertura (tal como a pupila).

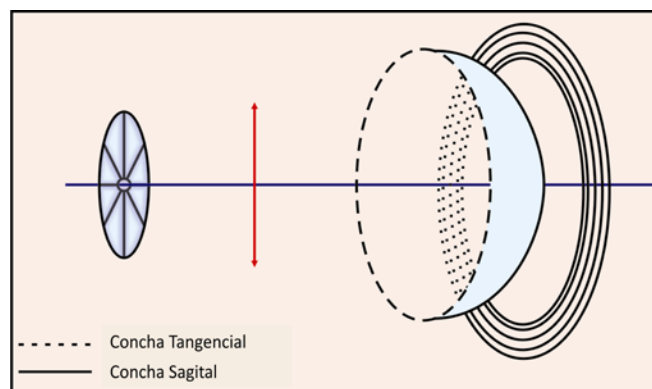
Na figura 4.2 a luz de um ponto luminoso  $S$  atinge a lente de forma oblíqua com os raios do plano tangencial a formar a linha focal horizontal  $F_T'$  enquanto os raios do plano sagital formam a linha focal vertical  $F_S'$ . Notar que nenhuma das linhas focais se forma no eixo principal.

O comprimento das linhas focais e a quantidade de separação (Intervalo de Sturm) irá aumentar com o aumento do desvio.



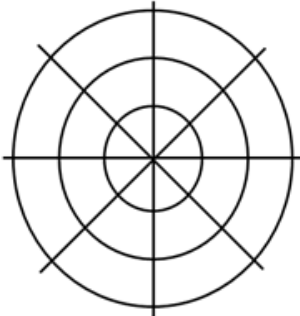
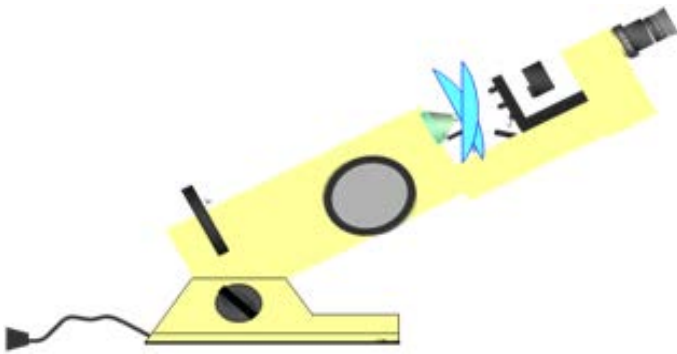
**Figura 4.2:** Planos Sagital e Tangencial

A figura 4.3 mostra as posições das linhas focais para todos os ângulos de desvio, pode também ser apresentado como um diagrama a três dimensões. Isto dá ao diagrama o nome de chávena e pires, por razões óbvias. Pode ser visto através deste diagrama que as linhas focais do envelope tangencial (a chávena) são horizontais relativamente ao eixo principal e para o envelope sagital (o pires) eles são verticais. Isto porque o plano tangencial passa sempre pelo eixo principal.



**Figura 4.3:** Aparência chávena e pires

## INTRODUÇÃO AO ASTIGMATISMO OBLÍQUO (cont.)

<b>EFEITO DO ASTIGMATISMO OBLÍQUO</b>	<p>O efeito do astigmatismo oblíquo é semelhante ao efeito obtido por uma lente astigmática. Para as lentes que já são astigmáticas, os efeitos do astigmatismo oblíquo alteram a natureza da potência astigmática. Isto irá originar visão desfocada para o utilizador.</p>
<b>DEMONSTRAÇÃO DO ASTIGMATISMO OBLÍQUO 1</b>	<div data-bbox="820 427 1121 741" data-label="Image">  </div> <p><b>Figura 4.4:</b> Gráfico para demonstrar o astigmatismo oblíquo</p> <p>De forma a demonstrar o astigmatismo oblíquo, o observador segura uma carta com um padrão semelhante ao da figura 4.4, e observa-a fora do ponto focal de uma lente de potência <math>&gt;+6.00</math> D (colocada junto ao olho). A carta deve ser então deslocada gradualmente em direcção ao observador. A parte central da carta irá ficar focada primeiro. Isto porque a região paraxial é menos potente (isto é onde a chavena e o pires se encontram). À medida que a carta é aproximada as linhas radiais serão as próximas a ficar nítidas. Elas correspondem ao plano sagital menos potente (lembrar que as linhas focais são perpendiculares ao plano que as forma e visto que o plano sagital está no plano dos círculos concêntricos as suas linhas focais irão ser radiais).</p> <p>À medida que a carta é aproximada ainda mais os círculos concêntricos irão finalmente ficar nítidos. Eles correspondem ao plano tangencial de maior potência.</p>
<b>DEMONSTRAÇÃO DO ASTIGMATISMO OBLÍQUO 2</b>	<p>Segure uma lente de <math>+5.00</math> D num ângulo razoável no focómetro e leia a potência; seguidamente a lente é inclinada e a Potência é lida novamente.</p> <div data-bbox="628 1263 1307 1615" data-label="Image">  </div> <p>Esta segunda demonstração mostra os efeitos da luz a incidir de forma oblíqua no centro óptico. Este é o efeito descrito pela fórmula de Martin para a inclinação (ver abaixo).</p>
<b>FORMULA MARTIN PARA INCLINAÇÃO</b>	<p><b><math>S' = S [1 + (\sin a)^2/3]</math></b></p> <p>S = Potência Esférica  S' = nova Potência esférica  a = inclinação</p> <p>Uma lente de <math>+5.00</math> D inclinada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 graus irá criar <math>+5.85/-0.66 \times 90</math></li> <li>30 graus irá criar <math>+7.09/-1.67 \times 90</math></li> <li>40 graus irá criar <math>+9.21/-3.52 \times 90</math></li> <li>45 graus irá criar <math>+10.83/-5.00 \times 90</math></li> </ul>

## DESENHO DE LENTES

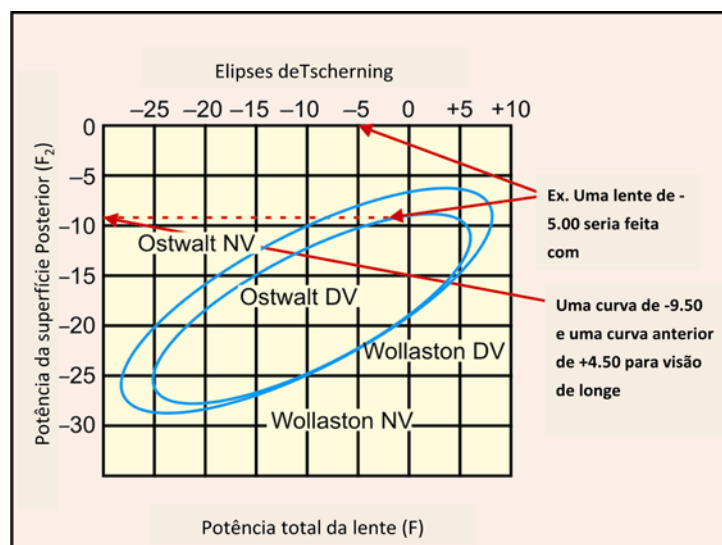
### ELIPSES DE TSCHERNING

De acordo com Tscherning, existem duas curvas esféricas recomendadas para cada Potência de lente; uma curva mais fechada (forma de Wollaston) ou uma curva mais plana (forma de Ostwalt). As elipses de Tscherning identificam a curva base esférica para utilizar em diferentes potências de lente. Elas representam a forma de menor potência de Ostwalt e a forma de maior potência de Wollaston. Qualquer lente feita de acordo com as curvas nos ramos de Ostwalt ou de Wollaston da elipse irá eliminar o astigmatismo oblíquo.

Por exemplo: na Figura 4.6, uma lente de -5.00 D pode ser feita com uma curva posterior de -9.50 e uma curva anterior de +4.50 (forma de Ostwalt) ou com uma curva posterior de -22.00 D e uma curva frontal de +17.00 D (forma de Wollaston).

Notar que as elipses de Tscherning variam:

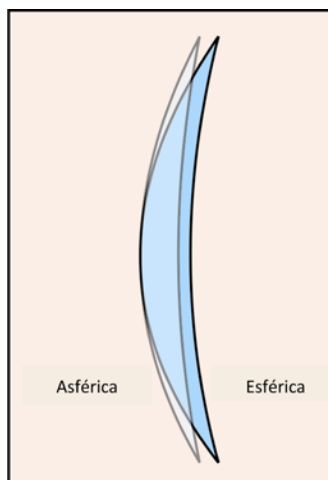
- utilização de longe ou perto
- índice de refração



**Figura 4.6:** Elipses de Tscherning

### CURVAS ASFÉRICAS

A figura 4.7 mostra os benefícios de uma lente de formato esférico. O astigmatismo oblíquo é eliminado e a lente é mais fina, mais plana e mais atrativa.



**Figura 4.7:** Diferença entre formatos de lentes esféricas e asféricas



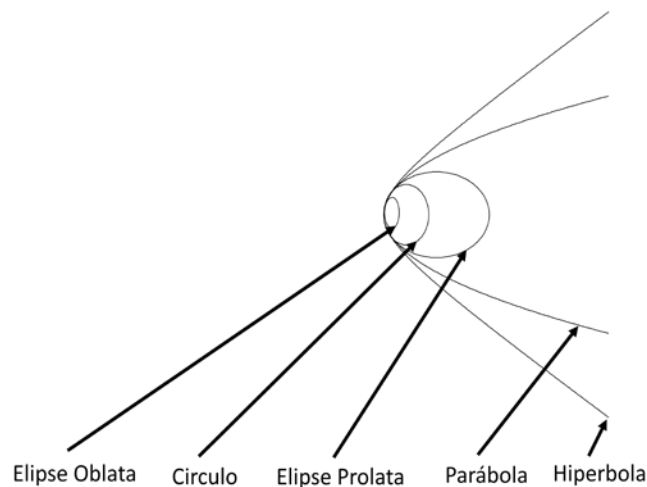
## SECÇÕES CÔNICAS

### SECÇÕES CÔNICAS

As formas mais simples de curvas asféricas utilizam secções cónicas tais como as que se seguem:

- Elipses
- Prolata
- Oblata
- Parábolas
- Hipérboles

Com o objectivo de explicar como as secções cónicas eliminam o astigmatismo oblíquo, iremos considerar as elipses como um exemplo, no entanto os mesmos argumentos podem ser aplicados a outros conóides.

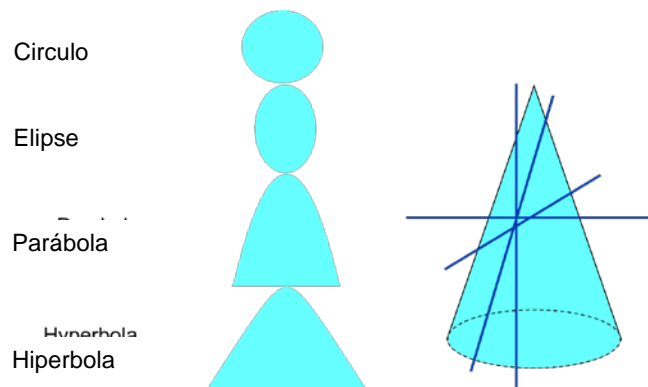


**Figura 4.8:** Várias formas de curvas asféricas

### CLASSIFICAÇÃO DE CONÓIDES

Os conóides são designados desta forma porque são secções de um cone (Figura 4.9).

- Um círculo é formado seccionando um cone paralelo à sua base
- Uma elipse é criada seccionando um cone através de ambos os lados fazendo um determinado ângulo com base
- Uma parábola é criada seccionando um cone através num dos lados até à base de forma paralela ao outro lado
- Uma hipérbole é criada seccionando um cone através de um dos lados até à base de forma paralela ao eixo do cone.



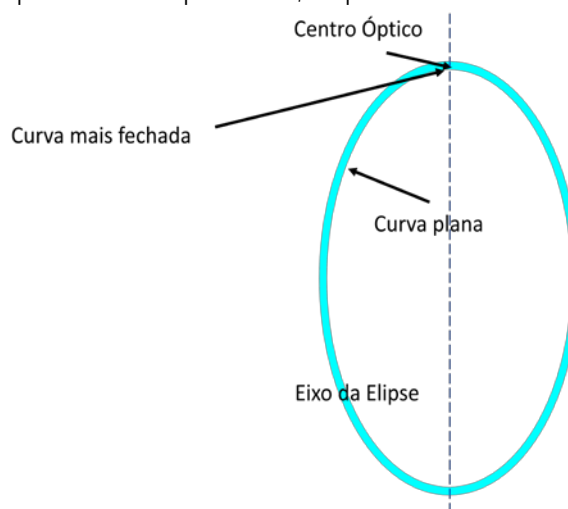
**Figura 4.9:** Curvas cónicas asféricas



## SECÇÕES CÔNICAS (cont.)

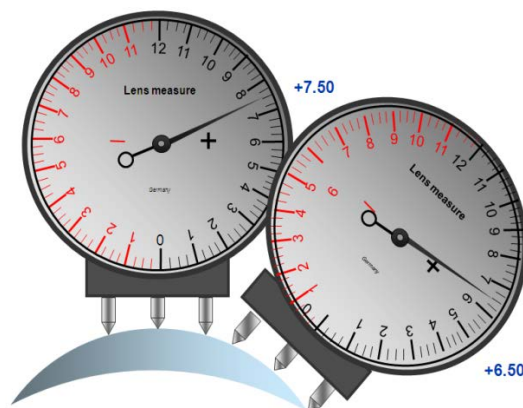
## ELIPSE PROLATA

Uma elipse prolata tem um raio mais curto no seu vértice do que na periferia (Figura 4.10). Quando rodada ao longo do seu eixo cria um elipsóide prolato. Este tipo de curva é utilizado na superfície anterior de lentes positivas (tal como o são os parabolóides e hiperbolóides, os quais têm características semelhantes).



**Figura 4.10:** Elipse Prolata

Assim, a medição de uma lente feita no centro óptico irá indicar uma potência mais elevada do que quando medida na periferia (com as pernas alinhadas no plano tangencial) (Figura 4.11).



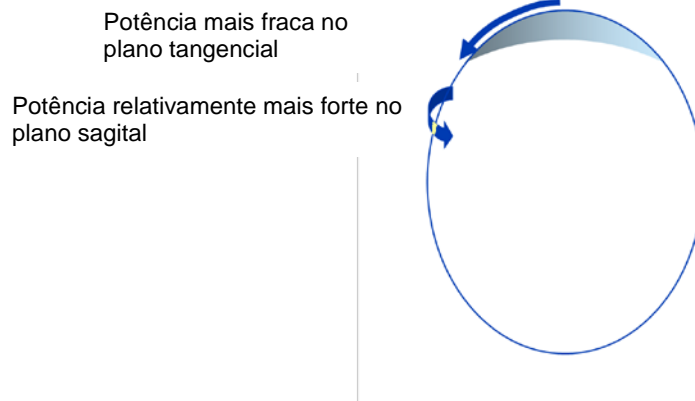
**Figura 4.11:** Variação da potência da lente esférica no centro óptico versus na periferia numa elipse prolata

## SECÇÕES CÔNICAS (cont.)

### ELIPSE PROLATA

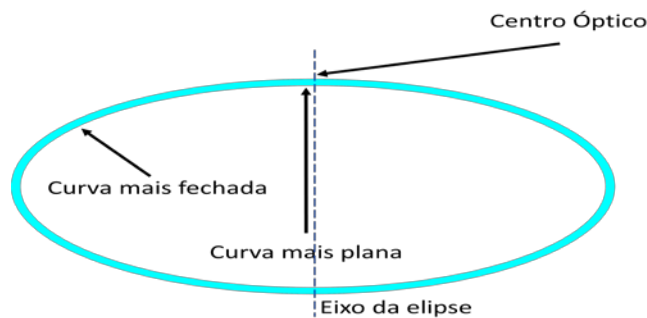
Uma elipse prolata tem uma forma como uma bola de rugby ou aproximadamente a “forma de ovo”. Qualquer ponto na sua superfície à parte do centro o seu raio tangencial irá ser maior (e, desta forma, a potência da curva irá ser menor nesse meridiano) do que na curva sagital. A potência tangencial irá decair muito mais rapidamente que a potência sagital.

Este tipo de superfície é utilizado na curvatura frontal das lentes positivas. Desde que a potência tangencial seja maior que a potência sagital para luz incidente de forma oblíqua, a potência sagital mais elevada da elipse prolata irá corresponder ao meridiano sagital menos potente do feixe incidente, enquanto a potência tangencial mais fraca do elipse prolata irá corresponder ao meridiano tangencial mais potente do feixe.



**Figura 4.12:** Diferença na potência nos meridianos sagital e tangencial numa elipse prolata

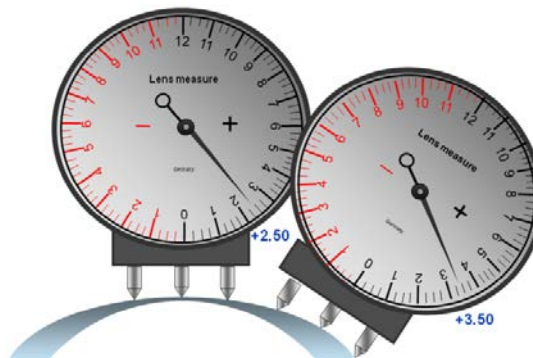
### ELIPSE OBLATA



**Figura 4.13:** Elipse Oblata

Uma elipse oblata (Figura 4.13) tem um raio maior no vértice do que na periferia. Quando rodada em torno do seu eixo mais pequeno irá criar uma elipse oblata.

Este tipo de superfície é utilizado na superfície anterior das lentes negativas. A medição das lentes irá apresentar uma potência positiva superior na periferia comparada com o centro óptico (com as pernas alinhadas com o plano tangencial) Figura 4.14.

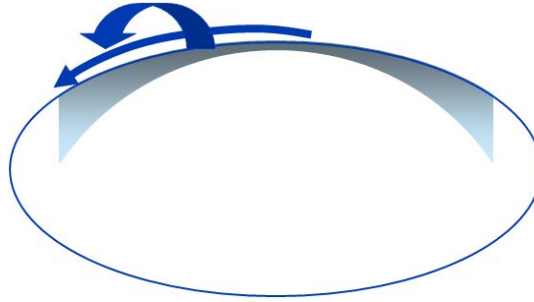


**Figura 4.14:** Variações na potência de lentes esféricas no centro óptico versus a periferia numa elipse oblata



## SECÇÕES CÔNICAS (cont.)

### ELIPSE OBLATA



**Figura 4.15:** Elipse oblata em forma de disco ou disco voador

Uma elipse oblata tem a forma de um disco ou de um disco voador (Figura. 4.15). Em qualquer ponto da superfície à parte do centro o seu raio tangencial é mais curto (e, desta forma a potência da curva irá ser maior nesse meridiano) do que na curva sagital. A potência tangencial irá incrementar mais rapidamente que a potência sagital.

A potência tangencial é maior que a potência sagital para luz que incide de forma oblíqua, a potência tangencial mais elevada da superfície da elipse oblata irá criar uma lente negativa fraca e corresponde com o negativo mais elevado do meridiano tangencial do feixe incidente enquanto a potência sagital da superfície da elipse oblata irá produzir uma potência negativa superior e corresponde com o meridiano sagital negativo mais fraco do feixe.

## ALTERAÇÃO DAS CURVAS BASE

Para todas as lentes esféricas ou progressivas, não é recomendável escolher curvas base as quais variem daquelas recomendadas pelas elipses de Tscherning ou pelo fabricante das lentes no caso de lentes esféricas ou lentes progressivas.

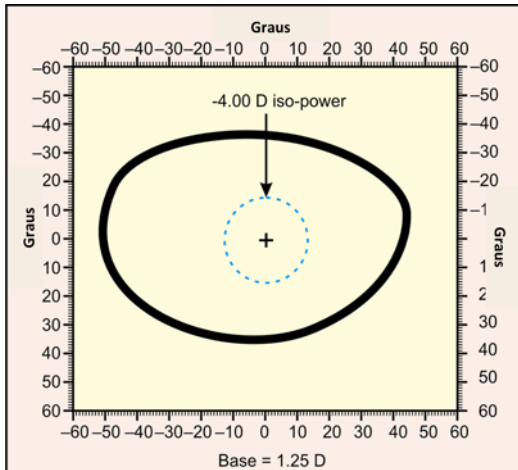
Por exemplo, um fabricante recomenda que uma lente de -4.00 D deve ser fabricada na forma esférica com uma curvatura anterior de +1.25 D. Se os técnicos fabricarem a lente com uma curva frontal de +8.00 D para ser colocada numa armação ocular completa então as consequências são as apresentadas na Figura 4.16.

## GRÁFICOS DE POTÊNCIA ESFÉRICA

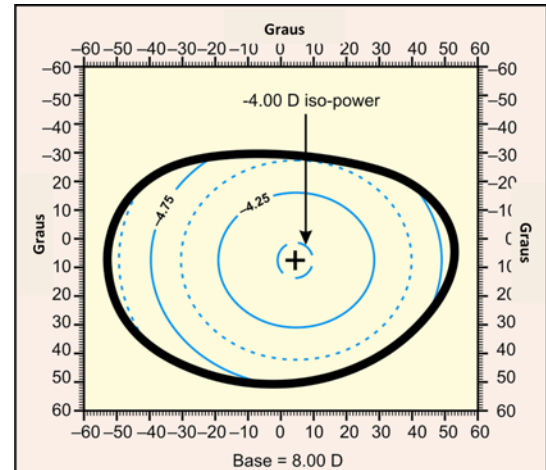
Rx:  $-4.00$  D.

A curva base esférica apropriada e otimizada para esta prescrição é  $1.25$  D.

Veja o que acontece se uma curva base de  $8.00$  for pedida (exemplo: para armação de sol).



(A) tamanho da potência esférica estabilizada com a curva base ideal; versus



(B) Tamanho da potência esférica estabilizada com uma curva de base superior

**Figura 4.16**

A representação isocilíndrica esquerda (Figura 4.16 A) mostra o tamanho da potência esférica estabilizada com a curva base ideal. Notar também que a linha isocilíndrica de  $0.25$  seguinte não é alcançada até que ao bordo da lente, assim existe uma quantidade insignificante de astigmatismo oblíquo não desejado.

A representação isocilíndrica na direita (Figura 4.16 B) mostra o tamanho da potência esférica estabilizada com uma curva base superior, a qual é significativamente menor que aquela para a curva base ideal. Notar também que a linha isocilíndrica de  $0.25$  seguinte é alcançada bastante rápido na forma lente, assim existe uma quantidade considerável de astigmatismo não desejável.

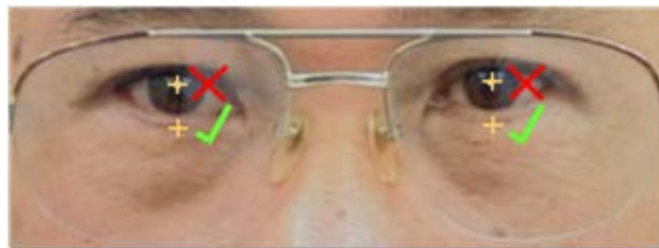
## AJUSTE CORRECTO DAS LENTES NAS ARMAÇÕES

Uma vez escolhida a armação e as lentes elas devem ser montadas da forma correcta para alcançar o melhor resultado cosmético e visual. Isto é, medições correctas da DP e da altura. Ambos, o conforto visual e aparência dos óculos podem ser afectados de forma adversa por um ajuste errado. Então a optimização das lentes, não impede a selecção da melhor combinação de lentes e armação.

As lentes de visão simples devem ser ajustadas de acordo com a regra de rotação do eixo/centro principal. Isto é, os centros ópticos devem ser rebaixados da altura pupilar 1 mm por cada dois graus de inclinação pantoscópica. Isto assegura que o eixo principal da lente passa através do centro de rotação do olho.

Na figura 4.17, a inclinação pantoscópica é de  $8^\circ$ , assim o centro óptico da lente deveria ser rebaixado 4 mm abaixo do centro da pupila quando o cliente está a olhar em frente.

Isto deve ser baixo para todas as lentes de visão simples, mas é consideravelmente critico para lentes asféricas. No caso de lentes progressivas, e a inclinação pantoscópica ter sido levado em consideração pelos fabricantes de lentes, assim se seguir as instruções colocando a cruz de ajuste no centro da pupila, as aberrações irão ser mantidas num mínimo.



**Figura 4.17:** Posição do centro óptico com alteração do ângulo pantoscópico

A posição do centro óptico pode ser encontrada usando uma técnica de medição mais simples em vez de medir a Inclinação pantoscópica e rebaixar o centro de acordo.

O cliente deve ser instruído a inclinar a sua cabeça para trás e o técnico, observando de lado, e deve dizer para manter a cabeça quieta quando a armação (e desta forma as lentes) for perpendicular ao chão. Enquanto o cliente se senta mantendo-se estável nesta posição, o técnico senta-se então de frente para o cliente (à mesma altura de olhos) e mede as alturas dos centros da pupila quando o cliente olha em frente (para os olhos do técnico); a sua cabeça mantém-se inclinada para trás, apenas os olhos se moveram (Figura. 4.18 A). Quando o cliente volta à sua postura normal (Figura. 4.18 B) as alturas irão baixar em 1 mm por cada  $2^\circ$  de inclinação.



(A) Registo do centro óptico com a cabeça do paciente inclinada para trás

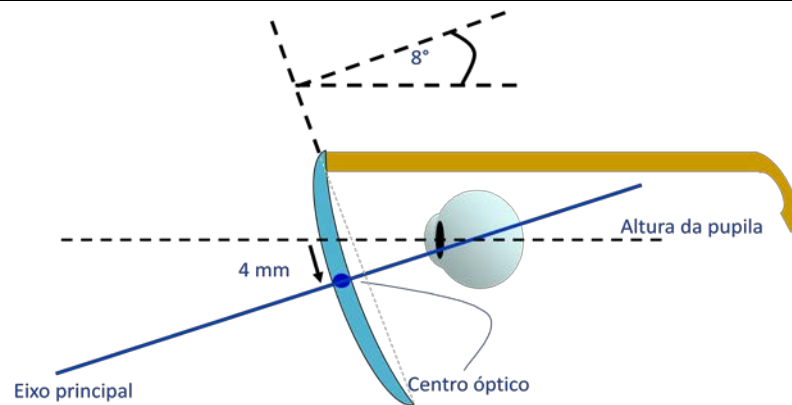
(b) Comparar o centro óptico com o paciente em postura normal

**Figura 4.18**

### POSIÇÃO DO CENTRO ÓPTICO

## AJUSTE CORRECTO DAS LENTES NAS ARMAÇÕES (cont.)

### EIXO PRINCIPAL / REGRA DO CENTRO DE ROTAÇÃO



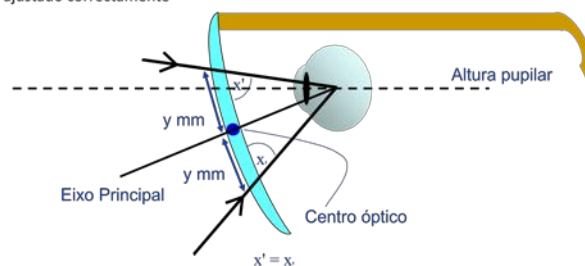
**Figura 4.19:** Representação esquemática do eixo principal

Se as lentes são ajustadas de acordo com a regra do centro de rotação, a direcção do olhar para qualquer distância do centro óptico irá ser a mesma independentemente da direcção. Assim, se o observador olha  $y$  mm acima do centro óptico o ângulo de olhar irá ser  $x$  graus. Se o observador olha  $y$  mm abaixo do ângulo irá ser também  $x$  graus. Os fabricantes de lentes sabem este ângulo (através da medição da distância ao vértice) e criam a quantidade correcta de asfericidade para eliminar o astigmatismo oblíquo para este ângulo.

Os fabricantes de lentes assumem a distância do centro de rotação ao vértice posterior da lente (normalmente 27 mm) e eles também assumem que a lente é montada correctamente. Com esta informação eles podem traçar a trajectória de luz para qualquer ponto da lente e utilizar a quantidade correcta de asfericidade para eliminar o astigmatismo oblíquo (Figura 4.20).

### EFEITO DE UM AJUSTE ÓPTIMO

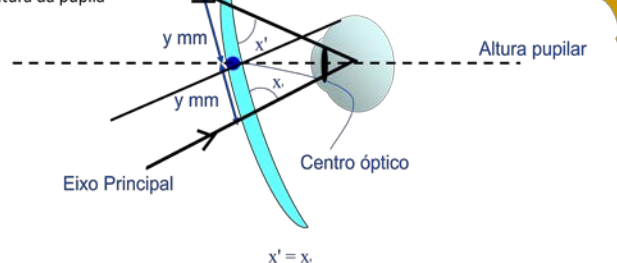
CO ajustado correctamente



Aqui a pessoa olha através da lente com o mesmo ângulo à mesma distância do CO

**Figura 4.20:** Ajuste Correcto

CO ajustado incorrectamente  
à altura da pupila



Aqui a pessoa olha através da lente com o ângulos diferentes à mesma distância do CO

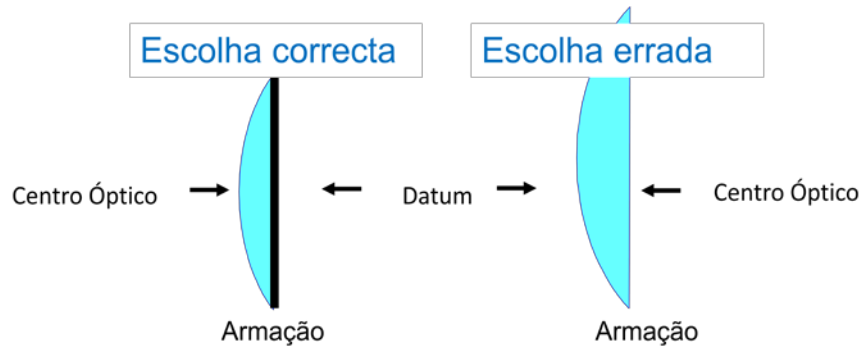
**Figura 4.20:** Efeito de um ajuste incorrecto

## EFEITO DE UM AJUSTE INCORRECTO

Se as lentes forem ajustadas à altura da pupila, a distância do olhar para qualquer distância do centro óptico NÃO irá ser a mesma independente da direcção. Assim, se um observador olhar  $y$  mm acima do centro óptico o ângulo de fixação irá ser  $z$  graus. Se o observador olha  $y$  mm abaixo do ângulo irá ser  $w$  graus. Estes são ângulos totalmente diferentes (Figura 4.20). As lentes não podem ter a esfericidade correcta para eliminar o astigmatismo oblíquo para dois ângulos completamente diferentes à mesma distância do centro óptico.

## SUMÁRIO

Para assegurar o melhor resultado cosmético, o melhor é seleccionar a armação onde as pupilas irão estar acima da linha central horizontal. Fazendo isto, ao seguir a regra do eixo principal (*datum*), os centros ópticos irão descer também para, ou próximos, da linha média e assim o bordo superior e inferior da lente terão uma espessura igual.



**Figura 4.21:** Montagem óptima de lentes

## BIBLIOGRAPHY

- 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.



## NOTES