

# Recursos ópticos à disposição do médico oftalmologista

## *Optical resources for ophthalmologists*

A. Duarte\*

---

### INTRODUÇÃO

---

Os recursos ópticos terapêuticos podem ser convenientemente agrupados em lentes de óculos, lentes de contato, lentes intraoculares e dispositivos para visão subnormal. Este artigo trata dos principais tipos de lentes de óculos, destacando seus aspectos clínicos e evitando considerações teóricas de óptica física e fórmulas matemáticas. Ao leitor interessado na teoria e na representação matemática dos fenômenos ópticos recomendam-se as obras de Alves<sup>1</sup>, Freeman<sup>10</sup>, Jalie<sup>15</sup> e Prado<sup>20</sup>.

---

### RESUMO HISTÓRICO

---

A origem das lentes dos óculos remonta a tempos antigos. O primeiro registro da utilização de lentes para melhorar a visão parece dever-se ao sábio persa Alhazan ao redor do ano 1000 AD. Alhazan descrevia a colocação da lente sobre o texto. Em 1268 encontra-se a mesma recomendação por Bacon na Inglaterra. Pensa-se que os primeiros óculos antepostos aos olhos se devam a Salvino del Armati em fins do século treze em Florença. Em fins do século dezessete o estudo físico das lentes já levava ao conhecimento da aberração da esfericidade, que Huygens propôs reduzir ao mínimo utilizando lentes biconvexas de curvatura anterior seis vezes mais forte do

que a curvatura posterior<sup>15</sup>.

No início do século dezoito Hertel construiu as primeiras lentes bifocais. Estas acabaram por ficar conhecidas pelo nome de Franklin, que as difundiu nos Estados Unidos em fins do mesmo século<sup>15</sup>. No início do século dezanove o oftalmologista inglês Wollaston foi o primeiro a propor lentes menisco, das quais estudou experimentalmente a redução do astigmatismo oblíquo<sup>15</sup>, que ocorre quando os raios atravessam enviadamente as lentes esféricas.

Graças à contribuição de oftalmologistas notáveis, o conhecimento das lentes oftálmicas registrou avanços significativos ao longo do século dezanove. Em 1864 o holandês Donders difundiu a prescrição de lentes cilíndricas<sup>20</sup> e publicou obra fundamental sobre as anomalias da refração e sua correção, na qual aplicava à clínica os dados da óptica física<sup>12</sup>.

O estudo da marcha dos raios continuou já com o objetivo de reduzir e se possível eliminar as aberrações das lentes através de modificações de sua forma. Dentre tais aberrações, os pesquisadores se ocuparam principalmente com o astigmatismo oblíquo. Dois oftalmologistas, o francês Ostwalt em 1898 e o dinamarquês Tscherning em 1904, estudaram curvaturas para lentes isentas de astigmatismo oblíquo. Em 1908 Gullstrand, oftalmologista sueco, incentivou o físico alemão von Rohr a aperfeiçoar as lentes oftálmicas a partir dos trabalhos de Ostwalt e Tscherning, o que resultou nas lentes "Punktal", com maior redução de aber-

rações e conseqüente melhora da qualidade da imagem. Entre 1901 e 1914 o oftalmologista inglês Percival estudou curvas para lentes com astigmatismo mínimo. Por outro lado, há muito se sabia que com uma só lente não era possível eliminar todas as aberrações inerentes às lentes esféricas, sendo necessário ponderar a importância relativa de cada uma a fim de escolher as formas mais favoráveis<sup>15</sup>.

Concluiu-se que lentes menisco com curvaturas convenientemente calculadas e com a face côncava voltada para o olho proporcionavam as melhores imagens em qualquer posição do olho, conforme já sugerira Wollaston.

Paralelamente aos estudos de física óptica procurava-se o melhoramento dos materiais. Embora se utilizassem vidros de qualidade para a pesquisa óptica, até 1896 as lentes oftálmicas eram feitas em vidros comuns de estrutura heterogênea com variações de poder refringente e transparência, com bolhas, raias e outros defeitos. Sob inspiração da Sociedade de Oftalmologia de Paris, em 1896 foi possível produzir economicamente para lentes oftálmicas um tipo de vidro sem defeitos e com propriedades ópticas constantes<sup>3</sup>.

O aperfeiçoamento das lentes oftálmicas continuou durante o século vinte, em cujo início se criaram as primeiras lentes em curvas asféricas de revolução, as famosas "Katal". As lentes asféricas reduzem as aberrações da esfericidade, proporcionando imagens de qualidade óptica superior àquelas das lentes esféricas. Por serem de fabri-

---

\* Professor Associado. Pós-Graduação. Oftalmologia. PUC Rio (Titular: Prof. Dr. Flávio Rezende).

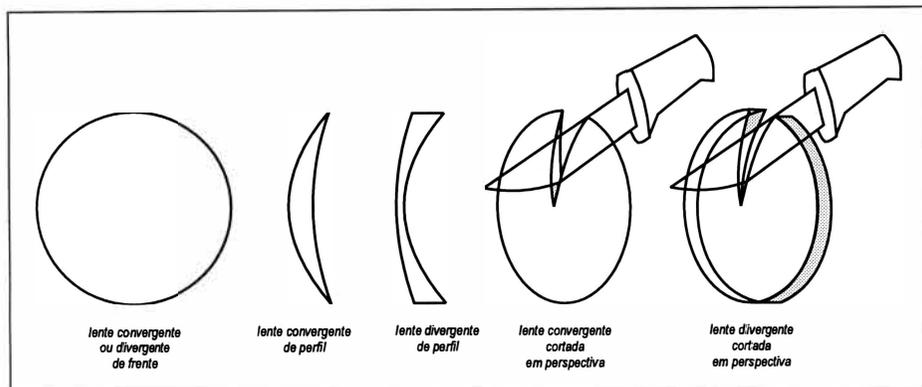


Figura 1.

cação difícil e cara, as lentes esféricas eram produzidas apenas em altas potências para correção da afacia. Sua construção vem se aperfeiçoando, produzindo-se atualmente lentes de curvaturas polinomiais convexas que proporcionam imagens de alta qualidade óptica graças a reduções importantes das aberrações das lentes esféricas. No início da segunda década do século vinte o físico inglês Crookes iniciou pesquisas em lentes de vidro com substâncias filtrantes para comprimentos de onda cobrindo a gama das radiações ultravioleta, do espectro visível e das radiações infravermelhas <sup>15</sup>.

Em 1950 introduziu-se o uso da

resina CR-39 (alil diglicol carbonato), conhecida desde 1941, à qual se seguiram outras resinas de propriedades ópticas e físicas adequadas a novos tipos de lentes.

As lentes progressivas, estudadas desde 1906 por Aves na Inglaterra <sup>26</sup>, foram tornadas práticas e acessíveis em escala industrial em 1959 depois dos trabalhos de Maitenaz na França <sup>22</sup>.

A figura 1 mostra lentes menisco de frente, de perfil e em perspectiva.

As lentes de óculos podem ser didaticamente consideradas sob diversos aspectos, dos quais se destacam:

- **Material:** vidro óptico e resinas.
- **Focalização:** Lentes planas, unifocais,

- cais, bifocais, trifocais e progressivas.
- **Curvatura:** Esféricas, cilíndricas, esferocilíndricas, prismáticas, planas, esféricas e atóricas.
- **Lentes para altas ametropias.**
- **Lentes filtrantes:** Para cores, para raios ultravioleta, para raios polarizados. Lentes fotocromáticas.
- **Revestimentos:** Anti-reflexo e anti-abrasão.

Estes aspectos, muitas vezes parcialmente sobrepostos, serão estudados levando em conta suas implicações clínicas.

## MATERIAL

Consiste em vidro ou resina transparente de superfícies perfeitamente lisas, isto é, de irregularidades menores do que o menor comprimento de onda da luz (cerca de 390 nanômetros). Para isso o material é submetido a operações de desbaste e polimento. O conjunto desses procedimentos é chamado surfacagem (do francês “surfaçage”, polir uma superfície). O material deve ser perfeitamente homogêneo e opticamente isótropo (transmissor da luz por igual em toda e qualquer direção). No jargão profissional os vidros ópticos também são genericamente chamados “cristal” ou “mineral” enquanto as resinas são ditas “orgânico”.

Dentre as características do material, são importantes:

- **Poder refrativo:** Capacidade de desviar os raios de luz. Cada material tem seu poder refrativo, o qual é expresso pelo índice de refração (IR). Quanto mais alto o poder refrativo, maior o desvio dos raios que atravessam o material e mais alto o IR (fig. 2). Calcula-se o IR dividindo-se o valor da velocidade da luz no ar pelo valor da velocidade da luz no material. Esta é sempre menor do que a velocidade da luz no ar. Por isso os índices de refração dos materiais são sempre maiores do que 1. O índice de refração varia segundo o comprimento de onda, o qual por sua vez corresponde à cor da luz. Para fins

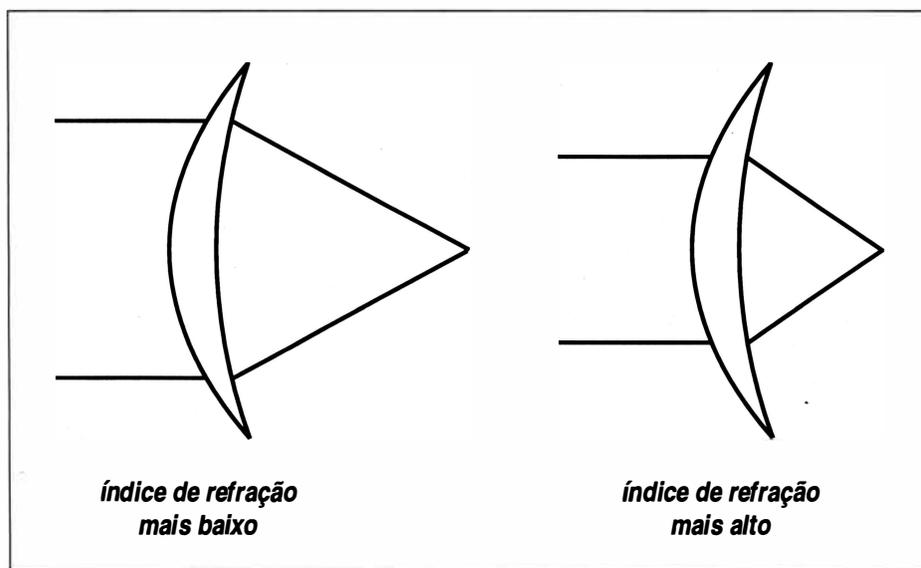


Figura 2.

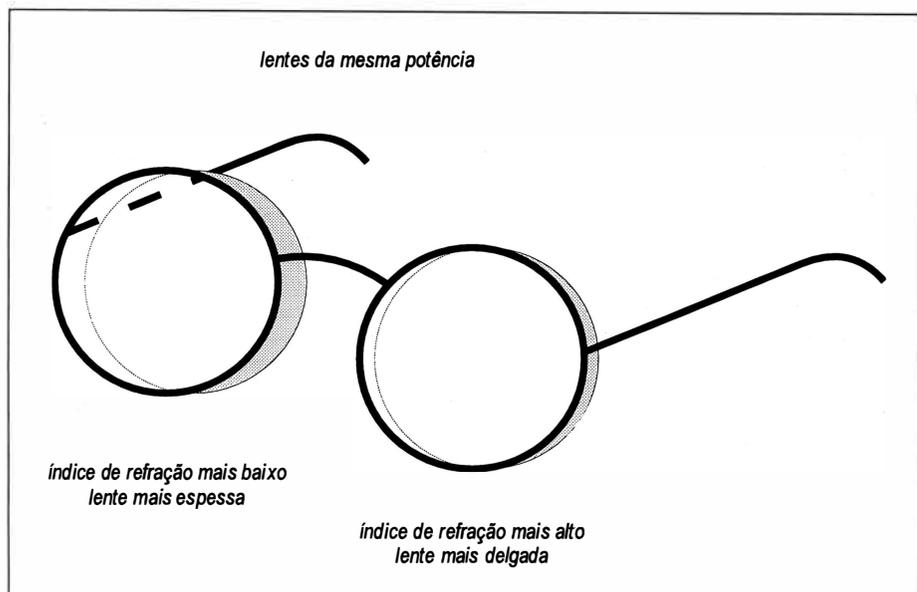


Figura 3.

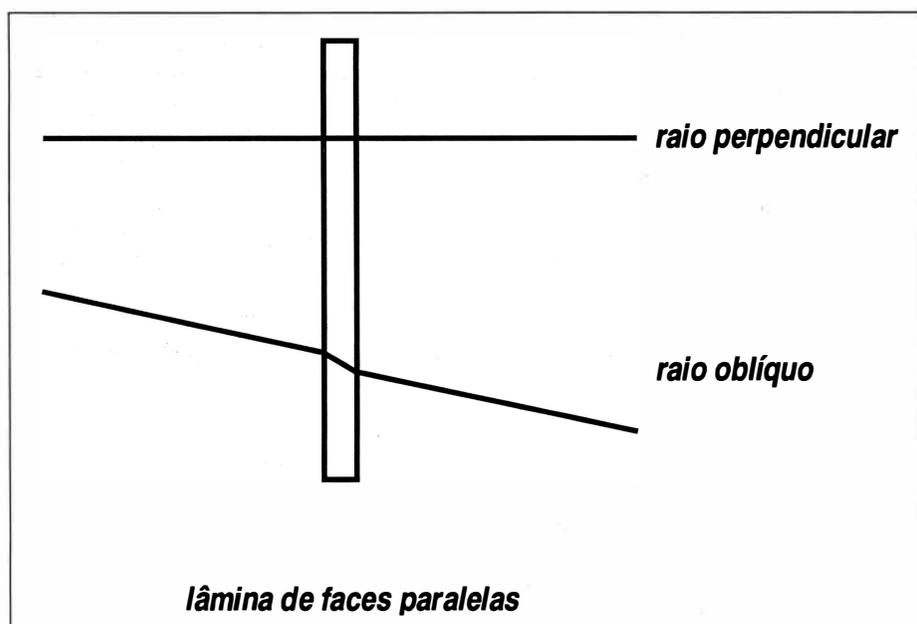


Figura 4.

de padronização emprega-se luz amarela com índice de 587,56 nanômetros<sup>15</sup>.

Dentre os vidros ópticos, o mais utilizado para lentes de óculos é o vidro crown, cujo IR é 1,523. Vidros com IR maiores do que este são chamados genericamente vidros de alto índice.

Dentre as resinas ópticas a mais utilizada é a CR-39. Seu IR é 1,499. Resinas com IR maiores do que este são

chamadas genericamente resinas de alto índice.

Quanto mais alto o poder refrativo do material, mais delgadas serão as lentes, favorecendo a boa aparência dos óculos (fig. 3) Por outro lado, vidros de altos IR são geralmente mais densos e portanto mais pesados do que o vidro crown. Resinas e vidros de altos IR produzem mais reflexos em suas

superfícies do que aqueles de baixos IR. O aumento da intensidade dos reflexos reduz a quantidade de luz que chega aos olhos. Por outro lado, os reflexos na superfície das lentes escondem parcialmente os olhos e a mímica facial do portador, prejudicando a comunicação com seus interlocutores.

- *Dispersão e constringência:* Ao atravessar o material a luz branca se decompõe dispersando-se em suas diversas cores num espectro contínuo de comprimentos de onda do vermelho ao violeta. O espectro pode ser mais largo ou mais estreito segundo a natureza do material. Dos materiais que produzem espectros largos diz-se que tem alta dispersão ou baixa constringência. Já os materiais que proporcionam espectros estreitos tem baixa dispersão e alta constringência. Dispersão e constringência são aspectos opostos do mesmo fenômeno.

Quanto mais alta a constringência do material, menor a aberração cromática e melhor a qualidade da imagem formada pelas lentes. Exprime-se a constringência pelo número de Abbe, físico alemão autor de muitos trabalhos fundamentais de óptica.

- *Densidade:* É o peso específico do material. Quanto mais baixa a densidade, mais leves e portanto mais confortáveis as lentes.

As resinas pesam cerca da metade do que pesa o vidro crown, o mais leve dos vidros ópticos. Em sua composição as resinas contém substância absorvente da radiação ultravioleta, plenamente eficaz mesmo em resina incolor. As lentes de resina resistem muito mais a impactos do que as de vidro. Quando se quebram, as bordas são menos cortantes do que as das lentes de vidro. Por outro lado, o vidro óptico é mais duro e deixa-se arranhar com mais dificuldade do que as resinas.

Vidros e resinas ópticas resultam de pesquisas longas e dispendiosas. Suas formulações são guardadas zelosamente pelos fabricantes, que as apresentam por nomes registrados. O médi-

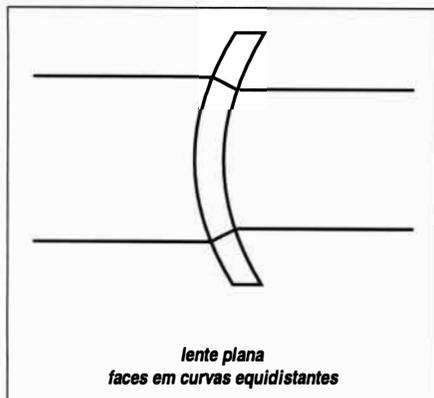


Figura 5.

co deve procurar conhecer por esses nomes os diferentes materiais e suas características. Para isso deve dirigir-se aos fabricantes os quais tem interesse em prestar informações sobre seus produtos.

A tabela abaixo apresenta as características de alguns materiais transparentes <sup>14, 15, 17, 24, 25</sup>.

### FOCALIZAÇÃO

As curvaturas das duas faces da lente determinam o desvio que sofrerão os raios luminosos ao atravessá-la. Quanto maior a curvatura, maior o desvio. Numa lâmina de faces paralelas como o vidro plano das vidraças, os raios luminosos que a atravessam perpendicularmente não sofrerão desvio algum. Já os que a atravessam obliquamente sofrerão desvio ao passar do ar para o vidro e experimentarão desvio exata-

	Índice de refração	Número de Abbe	Densidade g/cm <sup>3</sup>
<b>Vídras:</b>			
Crown	1,523	59	2,54
Crown denso com bário	1,623	56	3,71
Flint denso	1,626	35	3,66
Highlite/Tital/FX1	1,701	31	2,99
DESAG LaSF	1,80	35	3,62
Schott LaSF N15	1,88	38	-
<b>Resinas:</b>			
CR 39	1,499	58	1,32
Spectralite Sola	1,537	47	1,21
Ormex Essilor	1,56	38	1,23
HL-II Hoya	1,560	40	1,27
Policarbonato	1,586	30	1,20

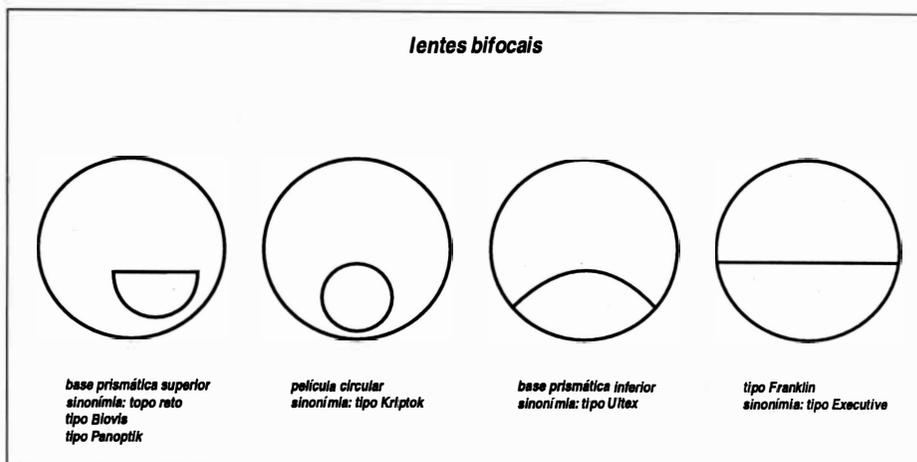


Figura 6.

mente oposto ao passar do vidro para o ar. (fig. 4)

Se o material transparente for curvado de modo a manter equidistantes as duas faces curvas, o trajeto dos raios corresponderá àquele das lentes de faces planas (fig. 5). Por isso tais lentes, geometricamente curvas, são chamadas opticamente planas ou lentes plano. Sua potência é igual a zero, pois não desviam os raios luminosos.

As lentes plano são utilizadas para equilibrar óculos em casos de ametropia unilateral, em óculos protetores para emétopes e principalmente em óculos com lentes escurecidas para proteção contra luz solar intensa.

Nas lentes unifocais, também chamadas lentes de visão simples, a focalização é sempre a mesma em qualquer região da lente. Seus usos clínicos são:

- Correção dos erros de refração no amélope não presbíta, a quem são receitadas para visão a qualquer distância.
- Correção da presbiopia no presbíta emélope ou portador de lentes de contato para visão de longe.

As bifocais são divididas em duas regiões de focalizações diferentes. Na parte superior fica a potência para a visão de longe, na parte inferior (chamada película ou segmento) a potência para a visão de perto. Esta consiste na potência para longe à qual se acrescenta a potência para perto. Este acréscimo, sempre positivo, chama-se adição.

No Brasil utilizam-se principalmente as bifocais mostradas na figura (fig. 6). Ao dirigir o olhar de longe para perto e vice versa, o portador de bifocais tem a sensação de um salto vertical da imagem, ocasionado pela diferença de refração entre as duas partes da lente. Este inconveniente pode ser muito atenuado pela receita do tipo de bifocal segundo as regras de Lueck <sup>18</sup>. Para aplicá-las é necessário:

- Considerar a potência dióptrica para longe. Se for esférica, aplicar direta-

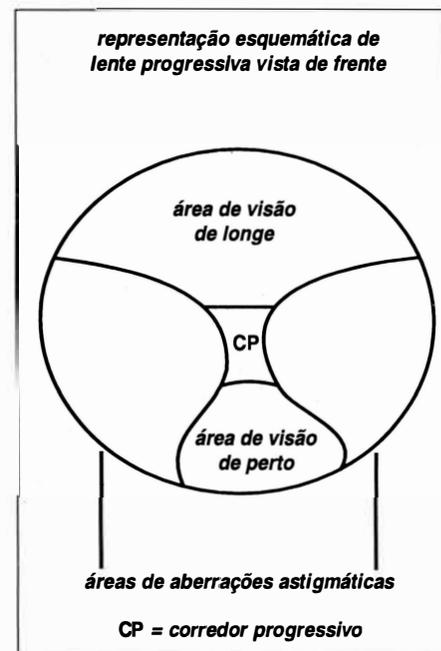


Figura 7.

COMPONENTES VERTICAIS NOS GRAUS CILÍNDRICOS EM EIXOS OBLÍQUOS

VALOR DO GRAU CILÍNDRICO RECEITADO	EIXO DO GRAU CILÍNDRICO RECEITADO																			
	0 180	5 175	10 170	15 165	20 160	25 155	30 150	35 145	40 140	45 135	50 130	55 125	60 120	65 115	70 110	75 105	80 100	85 95	90	
0,25	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	
0,50	0,50	0,49	0,47	0,44	0,41	0,38	0,34	0,30	0,25	0,21	0,17	0,13	0,09	0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	
0,75	0,74	0,73	0,70	0,66	0,62	0,58	0,50	0,44	0,37	0,31	0,25	0,18	0,14	0,09	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	
1,00	0,99	0,97	0,93	0,88	0,82	0,75	0,67	0,59	0,50	0,41	0,33	0,25	0,18	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	
1,25	1,24	1,21	1,16	1,10	1,02	0,94	0,84	0,74	0,62	0,51	0,41	0,31	0,23	0,15	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	
1,50	1,48	1,45	1,40	1,32	1,23	1,12	1,00	0,89	0,75	0,61	0,49	0,38	0,27	0,18	0,11	0,05	0,01	0,00	0,00	
1,75	1,73	1,70	1,63	1,54	1,43	1,31	1,17	1,03	0,87	0,72	0,58	0,44	0,32	0,21	0,12	0,05	0,02	0,00	0,00	
2,00	1,98	1,94	1,86	1,76	1,64	1,50	1,34	1,18	1,00	0,82	0,66	0,50	0,36	0,24	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00	
2,25	2,23	2,18	2,09	1,98	1,84	1,69	1,51	1,33	1,12	0,92	0,74	0,56	0,40	0,27	0,16	0,07	0,02	0,00	0,00	
2,50	2,48	2,42	2,32	2,20	2,05	1,87	1,67	1,47	1,25	1,03	0,82	0,63	0,45	0,30	0,17	0,08	0,02	0,00	0,00	
2,75	2,72	2,66	2,56	2,42	2,26	2,06	1,84	1,62	1,37	1,13	0,91	0,69	0,50	0,33	0,19	0,08	0,03	0,00	0,00	
3,00	2,98	2,91	2,79	2,64	2,46	2,25	2,01	1,77	1,50	1,23	0,99	0,75	0,54	0,36	0,21	0,09	0,03	0,00	0,00	
3,25	3,22	3,15	3,02	2,86	2,76	2,44	2,18	1,92	1,62	1,33	1,07	0,81	0,59	0,39	0,23	0,10	0,03	0,00	0,00	
3,50	3,46	3,39	3,25	3,08	2,87	2,62	2,34	2,08	1,75	1,44	1,15	0,88	0,63	0,42	0,24	0,11	0,03	0,00	0,00	
3,75	3,71	3,64	3,49	3,30	3,07	2,81	2,52	2,21	1,87	1,54	1,24	0,94	0,68	0,45	0,26	0,11	0,04	0,00	0,00	
4,00	3,96	3,88	3,72	3,52	3,28	3,00	2,68	2,36	2,00	1,64	1,32	1,00	0,72	0,48	0,28	0,12	0,04	0,00	0,00	
4,50	4,45	4,37	4,18	3,96	3,69	3,37	3,02	2,65	2,25	1,85	1,48	1,12	0,81	0,54	0,31	0,14	0,04	0,00	0,00	
5,00	4,95	4,85	4,65	4,40	4,10	3,75	3,35	2,95	2,50	2,05	1,65	1,25	0,90	0,60	0,35	0,15	0,05	0,00	0,00	

Os valores dos componentes cilíndricos a 90° correspondem ao valor da potência cilíndrica no meridiano oposto ao eixo multiplicado pelo quadrado do seno do ângulo compreendido entre o meridiano do eixo e o meridiano de 90°.

mente as regras.

- Se for cilíndrica ou esferocilíndrica, determinar o componente cilíndrico a 90°. Para isso, procurar valor da potência cilíndrica a 90° na tabela acima e somá-la algebricamente ao valor da potência esférica. Ao resultado aplicar as regras de Lueck, citadas adiante.

**Regras de Lueck**

a) Atentar para a potência de longe no meridiano de 90. Se for negativa, receitar bifocais topo reto (tipo Panoptik) ou modelo Franklin (tipo Executive). Se for positiva, passar ao item b.

b) Se a potência for positiva até 7 dioptrias divide-se seu valor pelo valor da adição. O resultado da divisão pode ser:

1 - Menor do que 1. Receitar bifocais topo reto ou modelo Franklin (tipo Executive).

2 - Igual a 1. Receitar indiferentemente topo reto ou película circular (tipo

Kryptok).

3 - Maior do que 1 e menor do que 2,5. Receitar película circular.

4 - Igual a 2,5. Receitar indiferentemente película circular ou base prismática inferior (tipo Ulex).

5 - Maior do que 2,5. Receitar base prismática inferior.

O gráfico da próxima página fornece o tipo de bifocal mais adequado sem necessidade de cálculo.

Outra indicação para as bifocais é a adição no eso (endo) desvio acomodativo na criança. Recomenda-se o modelo Franklin (tipo Executive) com a linha divisória passando pelo centro das pupilas <sup>2</sup>.

O uso de bifocais torna-se problemático a partir de cerca de +7,00 para longe. Em tais casos as regras de Lueck não se aplicam. Já o alto míope frequentemente prefere ler sem óculos ou

com óculos só para perto.

As lentes trifocais são pouco receitadas no Brasil. As mais encontradas são as de topo reto, nas quais a película para visão intermediária tem a metade do valor da adição. Por isto a indicação para trifocais começa a partir da adição de cerca de 2 dioptrias.

As lentes progressivas constituem o melhor recurso para substituir a acomodação <sup>1</sup>. Em sua face anterior podem se distinguir cinco áreas (fig. 7): visão de longe, visão de perto, corredor progressivo, astigmatismo irregular (as chamadas "aberrações") nasal e temporal <sup>6</sup>. A face posterior é surfçada para conferir à lente a potência desejada.

A distribuição dessas áreas forma um desenho integrado. Na área de visão de longe a potência é constante, aumentando gradualmente ao longo do corredor progressivo até a área de visão de perto onde novamente se torna cons-



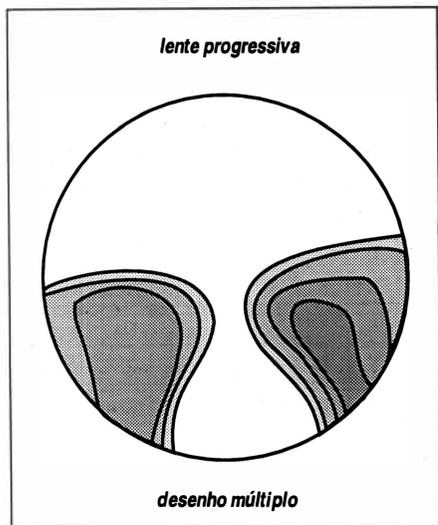


Figura 9.

assim o médico compromete o óptico a aviar exatamente o que foi receitado e conta ainda com a assistência técnica do fabricante. Caso nada especifique, o médico expõe seu cliente a receber lentes de qualidade duvidosa <sup>6</sup>.

A montagem das progressivas na armação deve ser exata, com a cruz de montagem recaindo exatamente sobre a pupila. Por isso o médico deve escrever na receita que não se retirem as marcações impressas nas lentes, indispensáveis para a verificação rápida da montagem e do nome da lente receitada. As potências para longe e perto são facilmente verificadas ao lensômetro nos círculos ao redor dos centros ópticos para longe e perto <sup>7</sup>.

A colocação de um diafragma de cerca de 3mm de diâmetro sobre a objetiva do lensômetro facilita a verificação <sup>19</sup>.

Um novo tipo de progressivas, de lançamento recente, contém apenas as áreas de visão para perto e para distância intermediária. A área da aberrações laterais é muito reduzida. Indicam-se ao presbíta que passa muito tempo ocupado em tarefas que exigem visão a essas distâncias (escrivaninha, prancheta, tela de computador). Tais lentes ainda não tem nome genérico, sendo conhecidas pelas marcas registradas (p. ex. "Access" e "Proximal").

### CURVATURA

Para que o material transparente funcione como lente, pelo menos uma das superfícies tem de ser curva. A potência da lente resulta da diferença entre as curvaturas das duas superfícies. As superfícies convexas são chamadas positivas e as superfícies côncavas negativas. As superfícies planas tem valor zero.

Nas lentes oftálmicas é conveniente que a superfície interna, voltada para o olho, seja côncava a fim de que seu afastamento do ápice da córnea (distância vértice) varie o menos possível durante os movimentos oculares (fig. 10).

No trabalho de desbaste e polimento feito no laboratório de óptica, é mais fácil atuar sobre a superfície interna. Por isso os fabricantes fornecem ao laboratório lentes semi-acabadas com a curvatura externa definitiva. Esta chama-se curva-base (abreviadamente base) da lente. As curvas-base se calibram

em dioptrias. Podem se fazer lentes de mesma potência utilizando bases diferentes, desde que a soma algébrica da base com a curva posterior resulte na potência desejada (fig. 11). Por outro lado, para reduzir as aberrações das lentes esféricas existe para cada potência dióptrica uma relação de curvatura ideal entre a curva anterior que deve ser convexa e a posterior que deve ser côncava. O ideal é utilizar uma combinação de curvas para cada potência dióptrica. Lentes produzidas desta maneira chamam-se lentes de curvas corrigidas ou lentes de forma ideal. Tal procedimento contudo encareceria muito a fabricação e os estoques das lentes. Assim, prefere-se usar a mesma base para uma série de lentes de potências próximas, o que reduz os custos e mantém as aberrações em níveis toleráveis.

A curvatura anterior influencia decisivamente o tamanho da imagem na retina <sup>15</sup>. Lentes de potência igual e curvas anteriores diferentes produzi-

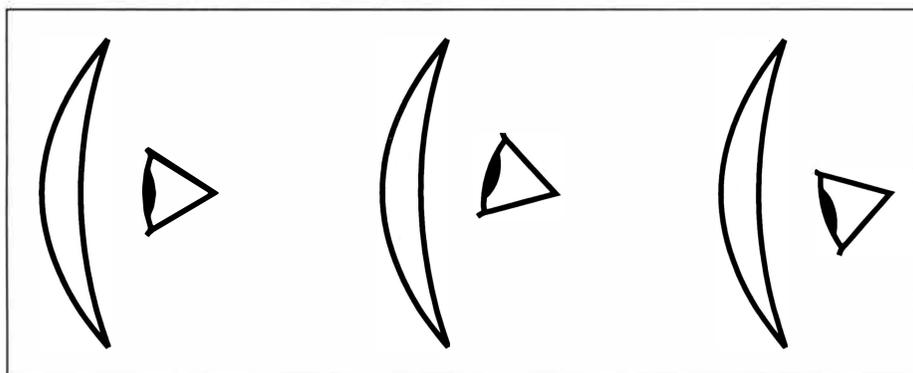


Figura 10.

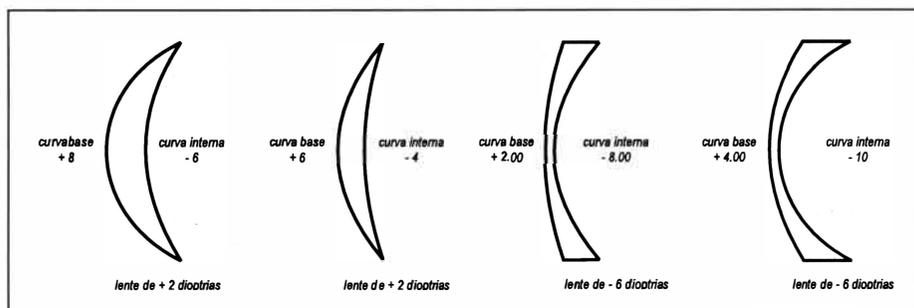


Figura 11.

rão imagens a distâncias focais iguais porém de tamanhos diferentes.

Quanto maior a diferença de imagens entre as duas retinas, pior será a tolerância sensorial, tornando desconfortável ou mesmo impossível o uso dos óculos<sup>1</sup>. Ao receitar lentes diferentes para cada olho, o médico deve recomendar por escrito que sejam feitas na mesma base sempre que possível.

A medida exata do valor das curvaturas da lente é dada pelo esfêmetro. Clinicamente, contudo, é possível verificar qualitativamente as bases das lentes a olho nu. Para isso seguram-se os óculos a cerca de dois metros de uma lâmpada (p. ex. a lâmpada no teto da sala). As faces anteriores das lentes ficam voltadas para cima. Em cada len-

te aparecem dois reflexos da lâmpada; um maior, outro menor. O reflexo maior é o da face menos curva. Comparam-se os reflexos das faces anteriores das duas lentes. Se forem iguais em forma e tamanho, as duas lentes foram feitas na mesma base. Quanto maior a diferença entre reflexos, maior a diferença das bases.

**Esféricas:** Pelo menos uma das superfícies tem a forma de calota esférica, podendo a outra ter a mesma forma ou ser plana. As superfícies esféricas, de produção industrial fácil, apresentam porém as conhecidas aberrações da esfericidade, que vão comprometer a qualidade da imagem na razão direta do aumento da potência da lente. Para atenuar essas aberrações e conformar a

refração da lente à rotação do olho utilizam-se as lentes de curvas corrigidas como descrito acima.

As lentes esféricas podem ser convergentes ou positivas e divergentes ou negativas. As convergentes são mais espessas no centro e mais delgadas na borda, ocorrendo o contrário nas negativas. Estão indicadas para a correção da hipermetropia e da presbiopia sem astigmatismo. Para potências elevadas existem as lentes chamadas lenticulares, cuja periferia não tem curvatura óptica. Obtém-se assim lentes mais leves e menos espessas, embora de aspecto menos atraente (fig. 12).

Nas lentes esféricas convergentes os raios luminosos vindos do objeto convergem todos para um ponto; nas divergentes todos divergem de um ponto (fig. 13). Este ponto é chamado foco da lente. Quando os raios vem do infinito a distância entre a lente e seu foco é chamada distância focal. A unidade de potência da lente é a dioptria, que corresponde ao inverso da distância focal medida em metros. Coloquialmente usa-se por vezes a expressão "grau" em lugar de dioptria. As lentes convergentes são chamadas positivas e as divergentes, negativas.

A tabela abaixo mostra a relação entre distância focal e potência dióptrica de algumas lentes.

**Cilíndricas:** As primitivas tinham a forma de seção cilíndrica longitudinal e o nome ficou. Nas lentes cilíndricas convergentes os raios luminosos vindos do objeto convergem para uma linha reta; nas divergentes os raios divergem de uma linha reta. A linha é o foco da

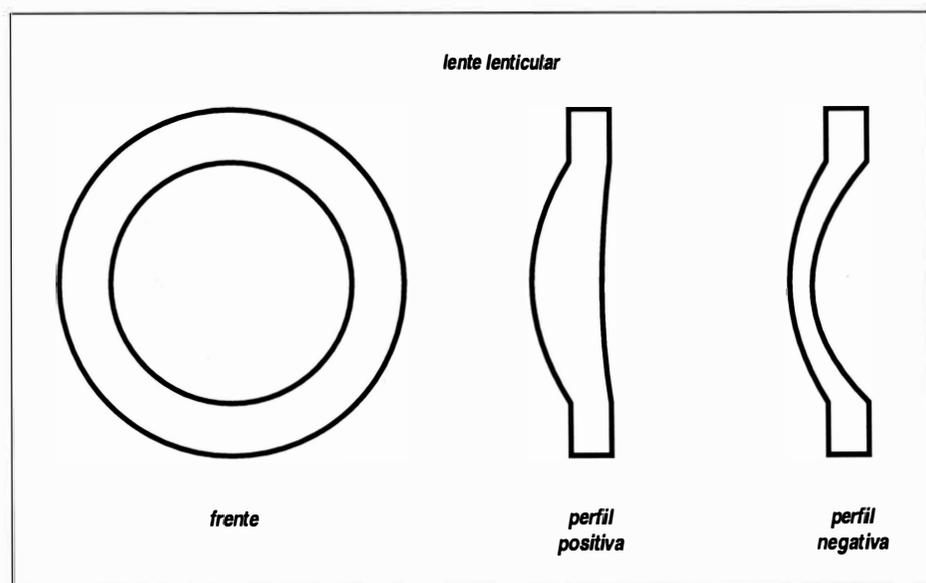


Figura 12.

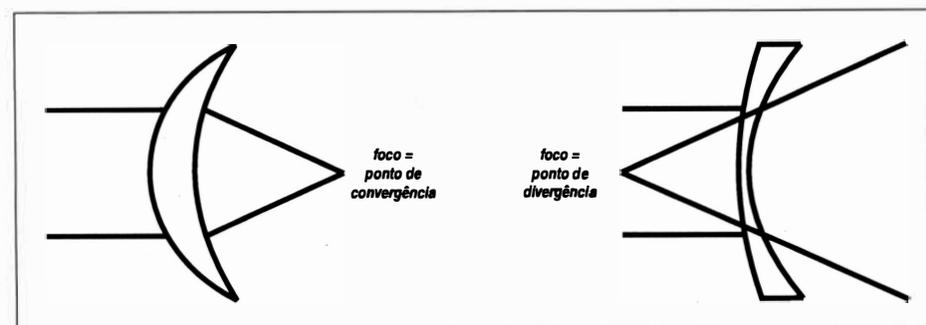


Figura 13.

Distância focal em metros	Dioptrias	
	lente convergente	lente divergente
4	+1/4 = +0,25	-1/4 = -0,25
2	+1/2 = +0,50	-1/2 = -0,50
1,33	+1/1,33 = +1,75	-1/1,33 = -0,75
1	+1/1 = +1,00	-1/1 = -1,00
0,8	+1/0,8 = +1,25	-1/0,8 = -1,25
0,66	+1/0,66 = +1,50	-1/0,66 = -1,50
0,57	+1/0,57 = +1,75	-1/0,57 = -1,75
0,5	+1/0,5 = +2,00	-1/0,5 = -2,00

lente cilíndrica, sendo paralela ao eixo longitudinal da seção cilíndrica. Assim como as esféricas, as lentes cilíndricas também são aferidas em dioptrias.

As primitivas lentes cilíndricas tinham aparência desgraciosa e davam origem a aberrações importantes às miradas oblíquas. Por isso foram substituídas pelas lentes tóricas.

Uma superfície tórica tem uma curvatura máxima e outra mínima em direções opostas a 90 graus. Estas direções são chamadas eixos. Nas direções oblíquas as curvas apresentam curvaturas intermediárias. Bom exemplo é uma câmara de ar de pneumático inflada, cujo exterior é uma superfície tórica convexa ou positiva, sendo o interior outra superfície tórica côncava ou negativa.

Para fazer lentes tóricas com refração e focalização idênticas àquelas das lentes cilíndricas, em um dos meridianos a lente tem a mesma curvatura nas duas faces. Nesse meridiano a potência é zero. No meridiano oposto a 90° a curvatura de uma das faces é aquela necessária para atingir a potência cilíndrica desejada. Nesta face a curvatura é tórica, sendo esférica na outra.

Tais lentes, geometricamente tóricas, comportam-se opticamente como lentes cilíndricas, sendo chamadas por este nome e também coloquialmente de "cilindro" no jargão profissional.

As lentes cilíndricas estão indicadas na correção do astigmatismo miópico ou hipermetrópico sem componente esférico.

As lentes tóricas podem conter a curvatura tórica em qualquer das faces. Para proporcionar boa qualidade óptica da imagem, facilitar as operações de desbaste e polimento e conferir bom aspecto estético, é conveniente que a superfície tórica ocupe a face interna da lente <sup>21</sup>.

As superfícies tóricas prestam-se ainda à fabricação de lentes esferocilíndricas. As lentes esferocilíndricas estão indicadas na correção da miopia e da hipermetropia com componente

astigmático e no astigmatismo misto.

**Lentes asféricas:** Chama-se asférica qualquer superfície de curvatura diferente daquela da esfera ou de calota esférica (exemplos: ovo de galinha, lente tórica, antena parabólica, corredor de lentes progressivas, regiões de aberrações astigmáticas laterais das lentes progressivas).

Dentre a infinidade de curvaturas asféricas, o jargão óptico se serve tradicionalmente da expressão "lentes asféricas" para aquelas nas quais pelo menos uma das superfícies foi gerada pela revolução de curva simétrica (excetuando o círculo) em torno de seu eixo de simetria <sup>15</sup>.

Exemplos de tais superfícies são a elipsóide, a parabolóide e a hiperbolóide. Além destas, utilizadas há várias décadas, a engenharia óptica projeta e constrói atualmente superfícies asféricas de revolução em curvaturas polinomiais convexas <sup>15</sup>.

As lentes tóricas e o corredor das lentes progressivas não configuram superfícies asféricas de revolução.

Daqui em diante neste artigo a expressão "asférica" será usada exclusivamente para as superfícies asféricas de revolução.

A principal vantagem das lentes asféricas sobre as esféricas de igual potência dióptrica é a redução importante das aberrações da esfericidade, resultando em melhora acentuada da qualidade da imagem <sup>13,22</sup>. O portador dos óculos percebe nitidamente tal melhora, que pode ser comprovada experimentalmente por medidas exatas nos laboratórios de engenharia óptica <sup>15</sup>. Por outro lado, seus olhos vistos através das lentes ganham melhor aspecto, ficando menos reduzidos no miope e menos ampliados no hipermetrope. Estes efeitos, presentes em qualquer potência, tornam-se mais evidentes a partir de cerca de duas dioptrias positivas ou negativas. As lentes asféricas são ainda mais leves e mais delgadas do que lentes esféricas de igual potência.

As primeiras lentes asféricas de su-

cesso amplo foram as famosas Katral com curvatura côncava elipsóide <sup>15</sup>. Datam de 1909 e eram produzidas apenas em altas potências positivas para os operados de catarata pelas mais avançadas técnicas cirúrgicas da época. Feitas uma a uma por desbaste em vidro óptico, seu preço era elevado devido às dificuldades técnicas de fabricação <sup>1</sup>. Lentes deste tipo para afacia continuam sendo produzidas em resina.

A produção de lentes asféricas por moldagem em resinas transparentes reduziu seu custo, o que estimulou os fabricantes a projetar e construir lentes asféricas também em baixas potências dióptricas <sup>22</sup>.

No presente estado da tecnologia as superfícies asféricas de revolução ocupam a face anterior de lente na curva base adequada à potência desejada. A face posterior é surfaçada em curvatura esférica ou tórica.

Por outro lado, o estudo das curvaturas tóricas levou à construção das chamadas curvas atóricas, que permitem melhorar as imagens formadas pelas lentes para a correção do astigmatismo <sup>11</sup>.

As lentes asféricas tem sua curvatura definida pela equação da curva. Tais equações constituem segredos industriais zelosamente guardados pelos fabricantes, que divulgam as lentes apenas pelos nomes das marcas registradas. Assim como faz para o receituário de medicamentos, o médico deve se familiarizar com tais nomes, com as características das lentes e com seus limites de prescrição. As lentes asféricas custam cerca de quatro vezes mais do que lentes esféricas de potência equivalente. Recorde-se porém que as lentes esféricas são baratas e que o componente mais caro dos óculos geralmente é a armação.

As lentes asféricas estão indicadas para quem exige alta qualidade de imagem: profissionais liberais, artistas plásticos, gráficos, pessoas que leem ou escrevem durante muito tempo, profissionais ocupados em trabalhos de precisão. Pelo melhor aspecto que conferem aos olhos do portador indicam-

se também a pessoas que necessitam manter sempre boa aparência, como recepcionistas e oradores. Os óculos feitos em lentes asféricas tem melhor aspecto do que aqueles com lentes esféricas, por serem as lentes asféricas mais delgadas, mais leves e de curvaturas menos pronunciadas do que lentes esféricas de igual potência.

Para receitá-las determina-se a refração e redige-se a receita como de hábito. Tomam-se as distâncias nasopupilares que devem constar da receita das lentes asféricas unifocais porque seus centros ópticos devem coincidir exatamente com os centros pupilares. Receitam-se as asféricas pelo nome de marca. Trata-se de procedimento ético, pois assim fazendo o médico compromete o óptico a aviar os óculos com as lentes indicadas.

É preciso estar atento para novos lançamentos pois os progressos neste domínio vem se acelerando. No Brasil as lentes asféricas estão à disposição do médico para receituário tanto em unifocais quanto na região de visão para longe das lentes progressivas.

#### LENTE PARA ALTAS AMETROPIAS

Alta ametropia é um conceito clínico, aplicado a defeitos de refração para cuja correção a distância entre olho e lente (distância vértice) tem de ser levada em consideração, o que começa a ocorrer a partir de cerca de 5 dioptrias<sup>1</sup>. Recorde-se que ao se afastar a lente do olho seu efeito se torna mais positivo, ocorrendo o inverso quando ela se aproxima do olho.

Ao receitar deve-se especificar que ambas as lentes sejam aviadas na mesma base sempre que possível. O médico deve ainda fornecer ao óptico a distância vértice medida na correção montada na armação de provas no consultório. Os altos amétropes beneficiam-se com a leveza e excelente qualidade da imagem das lentes asféricas em resina, a receitar com os mesmos cuidados acima.

#### LENTE FILTRANTES

As lentes escurecidas filtram intensidade e comprimentos de onda da luz e se destinam a atenuar a luminosidade do espectro visível em condições de iluminação intensa natural e artificial e a impedir que o olho seja atingido por radiações nocivas. Para escurecer lentes de vidro, acrescentam-se óxidos metálicos à massa vítrea durante sua produção. Diferentes óxidos resultarão em diferentes colorações<sup>15</sup>. A desvantagem das lentes de vidro escurecidas é a diferença de intensidade da cor e portanto da absorção, que será tanto mais intensa ou atenuada quanto mais espessa ou delgada a região da lente depois de surfacada. Lentes positivas terão centro mais escuro e periferia mais clara, ocorrendo o inverso em lentes negativas.

As lentes em resina são antes surfacadas e só então escurecidas por imersão em soluções quentes contendo o pigmento<sup>15</sup>, o qual penetra na lente de fora para dentro na espessura de alguns micra, tingindo-a por igual sejam quais forem as espessuras de centro e periferia. Este procedimento permite ainda escurecer regiões da lente de forma seletiva, deixando-se em geral a parte superior mais escura e reduzindo-se gradualmente a coloração de cima para baixo.

As lentes de vidro colorido absorvem a radiação ultravioleta (UV) segundo a coloração dada pelos óxidos constantes de sua composição. A cor mais eficaz é a verde, absorvendo 100% de UV até 350 nanômetros (nm)<sup>5</sup>. Recorde-se que as radiações UV são danosas para as estruturas oculares<sup>9</sup>.

As lentes de resina encerram em sua composição substâncias do grupo das benzofenonas, que barram a passagem dos raios UV mesmo na resina incolor. Os limites dessa barreira variam entre 360 e 380 nm em resinas para lentes incolores e 400 nm para lentes que serão tingidas para uso em ambientes ensolarados, as chamadas lentes solares.

Na escolha da cor, recorde-se que a

maior parte das lentes coloridas utilizadas no Brasil são em resina, a qual já apresenta proteção UV antes de ser tingida. A coloração contribui para esta proteção<sup>5</sup>. Segundo Corbé e cols.<sup>5</sup>, os matizes cinza-esverdeados são os que menos alteram a coloração original dos objetos observados; o cinza, mais indicado para uso na neve, pode atenuar os contrastes; o castanho é o mais apropriado para luminosidade forte, vindo por isso às regiões tropicais.

Como a escolha da cor depende de fatores individuais, obtém-se bons resultados clínicos aconselhando o cliente a olhar para ambiente fortemente ensolarado através de lentes coloridas planas. Ao receber os óculos incolores na própria loja da óptica, o cliente pede o mostruário de lentes planas coloridas e as antepõe à lente dos óculos. Fecha o outro olho e olha para a rua ensolarada. Observa assim o aspecto das cores e escolhe tanto o matiz mais agradável quanto a intensidade mais confortável.

Nas lentes polarizantes, no momento ausentes do Brasil, uma película polarizante, feita de um composto iodado de álcool polivinílico, fica presa entre dois meniscos justapostos, de vidro ou resina. A película só se deixa atravessar pelos raios luminosos que vibram perpendicularmente a seu eixo óptico. Por eixo óptico entende-se uma direção do polarizador relativa à direção de um plano do feixe de luz que o atravessa<sup>10</sup>.

A luz refletida pela superfície da água (mar, rios, lagos), pela neve, por areais, nuvens e pavimentações claras é polarizada no plano horizontal, podendo ser interceptada por lentes polarizantes. Eliminam-se assim os reflexos de luz polarizada abolindo o ofuscamento e melhorando a percepção visual<sup>15</sup>. As lentes polarizantes estão indicadas para uso nas condições acima, podendo ser aviadas em lentes planas ou na potência dióptrica do portador. Sendo destinadas a uso sob iluminação intensa, além de conterem película polarizante as lentes são escurecidas.

As lentes fotocromáticas podem ser em vidro óptico ou resina CR-39. Nas primeiras incorporam-se halogenetos de prata à massa do vidro em fusão. A energia da luz separa o halogênio da prata, formando agregados submicroscópicos respectivamente só de halogênio e só de prata. Por ser opaca a prata, seus agregados tem como resultado o escurecimento da lente. Na ausência de luz halogênio e prata voltam a se combinar e a lente clareia, pois os halogenetos são transparentes embora confiram à lente uma ligeira coloração esverdeada ou acastanhada.

Nas lentes de resina o material fotocromático é uma película de substância do grupo das indolina-spiro-naftoxazinas (ISN) que ocupa o interior da lente. As ISN são moléculas que mudam de configuração sob a ação da radiação ultravioleta (UV) entre 300 e 370 nm presente na luz do sol. Nesta nova configuração a ISN absorve radiações do espectro visível escurecendo assim a lente. Cessando a ação da radiação UV a ISN recupera a configuração original e a lente clareia, conservando porém ligeira coloração <sup>16</sup>.

As indicações das lentes fotocromáticas são semelhantes àquelas das lentes escurecidas, com a vantagem de bastar um só par de óculos. Por outro lado, as lentes fotocromáticas são mais caras do que as lentes permanentemente coloridas.

#### **Tratamento anti-reflexo (AR)**

Cerca de 8% da luz incidente nas superfícies anterior e posterior da lente é refletida, não chegando aos olhos do portador. Além de receber menos luz, o portador vê o reflexo no campo de visão das lentes. Seu interlocutor também vê reflexos sobre as lentes, o que restringe a percepção da mímica facial do portador. Para evitar estes inconvenientes, aplica-se às duas faces da lente uma camada de espessura e índice de refração calculados para dividir a parte refletida do raio incidente em dois raios da mesma intensidade porém defasados em meio comprimento de onda.

Disso resulta interferência que anula o raio refletido daquele comprimento de onda. O emprego de várias camadas com índices de refração e espessuras convenientes permite anular a reflexão de quase todos os comprimentos de onda, reduzindo a intensidade da luz refletida de 8% para 0,2% <sup>22</sup>. Os resultados para o portador são visão mais clara e melhor aparência dos olhos vistos por seus interlocutores.

Tanto lentes de vidro quanto de resina podem receber tratamento AR. Nas lentes de resina o revestimento AR costuma ser aplicado juntamente com o revestimento endurecedor, ambos requerendo procedimentos de alta tecnologia. Por isso convém receitar lentes AR pelo nome de marca.

---

#### **REVESTIMENTO ENDURECEDOR**

---

Por serem menos duras do que as lentes de vidro, muitas lentes de resina recebem revestimento de superfície para protegê-las de arranhaduras e abrasões. Tais revestimentos são identificados por nomes registrados amplamente divulgados pelos fabricantes e fornecidos ao médico a pedido.

---

#### **LENTE PRISMÁTICAS**

---

A indicação mais comum é a hiperforia <sup>4, 23</sup>. A suspeita clínica se coloca quando a visão corrigida de cada olho é melhor do que a visão com ambos os olhos (AO). Diante deste quadro pode-se pesquisar a hiperforia ao forômetro ou pelos prismas de Risley <sup>1</sup> e receitar o prisma corretor na posição conveniente.

Pode-se também proceder empiricamente: usando a correção montada na armação de prova o cliente olha os optotipos com AO abertos. O médico antepõe a um olho um prisma de uma dioptria prismática com a base inferior e depois com a base superior. Em cada posição pergunta ao cliente se a visão melhorou ou piorou. A melhora da visão aumenta o grau de certeza diagnós-

tica e indica a posição correta da base do prisma. O médico vai então antepondo prismas de potências crescentes e indagando a melhora. A partir de duas dioptrias divide-se a potência pelos dois olhos, colocando-se no segundo olho o prisma com base em posição inversa àquela do primeiro olho. Convém não ultrapassar o total de seis dioptrias prismáticas pois a partir desse nível a aberração cromática começa a deteriorar a qualidade da imagem <sup>4</sup>.

Usando a correção total (esférica + cilíndrica + prismática) na armação de prova o cliente anda pelo consultório e pela sala de espera observando subjetivamente a sensação de conforto visual. Pede-se também ao cliente que leia durante cerca de quinze minutos usando a correção de perto acrescida do prisma. Caso haja queixa de desconforto reduza-se a correção prismática.

---

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

1. ALVES, A. A. - *Refração*. Editora Cultura Médica. Rio, 1989.
2. BICAS, H. E. A. e cols. - Bifocais ou cirurgia? *Arq. Bras. Oftal.* 50(5): 1987.
3. BRIK, M. - Comunicação pessoal. Instituto Graefe, Curitiba, 1992.
4. BOURGON, A. - *Les Verres Isométriques*. A. Maloine, Paris, 1899.
5. CORBÉ, C. e cols. - *Traité d'optique physiologique et clinique*. Doin Editeurs, Paris, 1994.
6. DUARTE, A. - Aspectos do receituário de lentes progressivas. Simpósio Assoc. Paranaense Oft. Curitiba, Jun. 1991.
7. DUARTE, A. - Correção da presbiopia com lentes progressivas. *Jornal Soc. Bras. Lentes de Contato (SOBLEC)*, 3(7): 11-12, nov 1996.
8. FANNIN, T. & GROSVENOR, T. - *Clinical Optics*. Editora Butterworths. Boston, 1987.
9. FARIA & SOUSA, S. J. - Toxicidade das radiações ultravioleta. Em *Foco. Soc. Bras. Cirurg. Refrat. Catarata. Impl. Intraoc.* 35, out. de dez. 1993, 31-33.
10. FREEMAN, M. H. - *Optics*. Editora Butterworths. Londres, 1990.
11. FÜRTER, G. - *Hypal - das asphärisch-atorische Einstärken-Design*. Optometrie, Heidelberg, vol. 5, 1986.
12. GIL DEL RÍO, E. - *La Refracción del Ojo y sus Anomalías*. Editorial Casals, Barcelona, 1957.
13. GUILINO, G. - *Asphärische Brillengläser. Augenärztliche Fortbildung* 15 (1992): 32-39 Nº1.
14. GUILINO, G. & SCHUSTER, H. - Zur Herstellung von Brillengläsern aus hochbrechenden Polymeren und ihre Verwendung. *Deutsche Optikerzeitung*, 9/92: 22-26, 1992.

15. JALIE, M. - *The Principles of Ophthalmic Lenses*. Assoc. Brit. Dispensing Opticians. Londres, 1988.
16. KÖPPEN, W. - Ein neues organisches Glas mit phototropen Eigenschaften. *Optometrie*, 3: 113-116, 1992.
17. KÖPPEN, W. - Fortschritte in der Brillenoptik. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, 206: 117-122, 1995.
18. LUECK, I. B., EM GETTES, B. - *Refraction*. Editora J & A Churchill. Londres, 1965.
19. MONTE, F. Q. - Erros de confecção das lentes progressivas e suas manifestações clínicas. *Arq. Bras. Oftal.* 47(2): 1984.
20. PRADO, D. - *Noções de Óptica, Refração Ocular e Adaptação de Óculos*. Editora Vademecum, São Paulo, 1942.
21. REINER, J. - Innentorische und aussentorische Brillengläser. *Deutsche Optikerzeitung* 4, 15 abr. 1978 17-22.
22. REINER, J. - *Auge und Brille*. Editora F. Enke, Stuttgart, 1987.
23. SARAUX, H. e cols. - *Prescription des prismes: em Optique Médicale Pratique*. Doin, Paris, 1968.
24. Sola Optical: Informação da Empresa.
25. TUNNACLIFFE, A. - Modern Ophthalmic Lens Materials. *Optician*, 10-13, 24 abr. 1992.
26. YOUNG, J. - The Progress of Progressives. *The Ophthalmic Optician*, 300-306, 28 abr. 1984.

# CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA

## EDITAL DE CONVOCAÇÃO

Por determinação do Presidente do Conselho Brasileiro de Oftalmologia, Dr. Adalmir Mortera Dantas, com base nos artigos 11º e 12º do Estatuto em vigor, convocamos os conselheiros para reunião ordinária do CONSELHO DELIBERATIVO\* dessa entidade a realizar-se no dia 05 de setembro próximo, das 18:00 as 19:00 horas, durante o XXIX Congresso Brasileiro de Oftalmologia, no Teatro Rio Vermelho do Centro de Cultura e Convenções de Goiânia-GO. Essa reunião terá a seguinte pauta:

- 1 - Relatório da gestão 1995/1997;
- 2 - Resultado da eleição da nova diretoria e da escolha da cidade sede do Congresso/99;
- 3 - Homologação de credenciamento de Cursos de Especialização e/ou filiação de Sociedades;
- 4 - Escolha do relator e do Tema Oficial para o XXXI Congresso Brasileiro de Oftalmologia - 2001;
- 5 - Eleição de três integrantes da Comissão Diretora do Fundo Especial;
- 6 - Entrega do Prêmio Ciba Vision/CBO-97;
- 7 - Entrega dos prêmios aos melhores temas livres:
  - 7.1. Prêmio Oftalmologia Clínica;
  - 7.2. Prêmio Oftalmologia Cirúrgica;
  - 7.3. Prêmio Pesquisa Básica;
  - 7.4. Prêmio Conselho Brasileiro de Oftalmologia (melhor Tema Livre inscrito);
- 8 - Preparativos para o XIII Congresso Brasileiro de Prevenção da Cegueira e Reabilitação Visual;
- 9 - Assuntos diversos.

São Paulo, 12 de junho de 1997.  
DR. GERALDO VICENTE DE ALMEIDA  
*Secretário Geral*

Art. 9º - O Conselho Deliberativo é constituído por duas categorias de membros:

1. Membros Vitalícios - os portadores de título Universitário (Professor Catedrático, Professor Titular, Professor Adjunto, Livre Docente, Doutor, Mestre ou Professor Assistente da área oftalmológica).
2. Membros Temporários:
  - a) coordenador dos Cursos de Especialização pelo CBO;
  - b) um representante de cada sociedade filiada ao CBO;
  - c) um representante do Departamento de Oftalmologia de cada federada da AMB.

§ único - A representação dos membros temporários corresponderá à vigência do mandato na respectiva sociedade.

Disposição transitória - continuarão como Membros Vitalícios do Conselho Deliberativo todos os que a ela pertenciam a 4 de setembro de 1961.

Art. 10º - É condição indispensável para pertencer ao Conselho Deliberativo ser sócio titular do CBO (e estar em dia com a tesouraria).