



# *Reflexo é coisa do passado*

Tratamentos Ópticos Garantem Qualidade Visual,  
Boa Aparência e Agregam Valor às Lentes Oftálmicas.

Artigo escrito por:  
Antonio Fontana – fontana@opto.com.br  
Nelson Mauricí Antonio – maurici@opto.com.br

Publicação em PDF: Fevereiro/2001  
Copyright © 2001 Opto Eletrônica S.A.

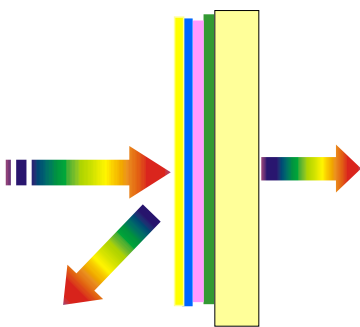
**Conheça as características, os benefícios, o processo de produção, os cuidados e a importância do valor agregado dos tratamentos anti-reflexo e anti-risco.**

## O que é Anti-Reflexo?

É um tratamento ao qual lentes oftálmicas são submetidas para eliminar reflexos indesejáveis, trazendo vantagens não apenas estéticas para os usuários de óculos, mas ganhos para a visão, pois o tratamento aumenta o contraste do que se vê. Além disso, ainda se tem os benefícios da camada hidrofóbica. O anti-reflexo pode ser empregado em todos os tipos de lentes: de cristal, orgânica, alto índice, policarbonato e fotossensíveis.

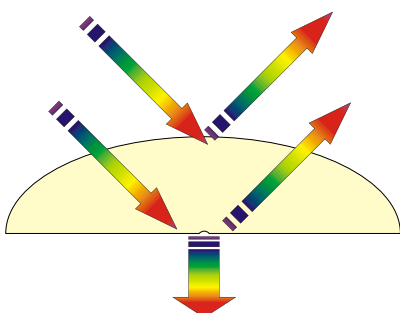
Um benefício importante do tratamento anti-reflexo se dá em consequência da camada que repele água, a hidrofóbica, e que é aplicada por último. Seu objetivo é repelir a água e facilitar a limpeza das lentes. Isso faz com que as lentes anti-reflexo não retenham pingos d'água, propiciando conforto em dias chuvosos, além de tornar imperceptível o embaçamento.

Em inglês, tratamentos aplicados sobre as lentes recebem o nome de *coatings*, isto é, camadas aplicadas sobre a sua superfície. O anti-reflexo enquadra-se nesta categoria; é um *coating* óptico, formado por camadas muito finas, cada uma com 80 nanômetros, cuja unidade equivale à milionésima parte do milímetro.

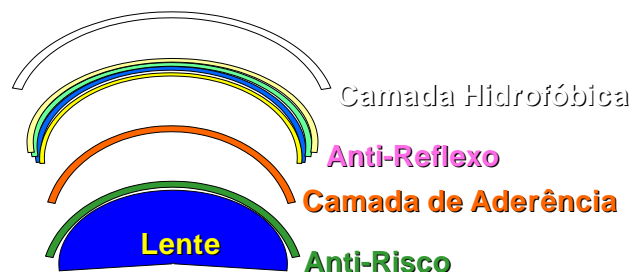


A luz, ao atravessar essa camada e atingir a lente, sofre uma interferência. Assim, parte desta luz é transmitida e outra, refletida. Artigos de outros segmentos, como espelhos dicróicos e filtros interferenciais, também são produzidos sob o mesmo princípio.

Ao lado, a seqüência de camadas que uma lente recebe. O anti-risco é a primeira camada a ser aplicada. Na seqüência, a de aderência, responsável por fixar o anti-reflexo na superfície da lente. O anti-reflexo vem em seguida e, por último, a camada hidrofóbica, própria para repelir a água, o que resulta em conforto para o usuário e facilidade ao limpar as lentes.



Quando a luz atravessa a lente, parte dela é refletida na superfície da frente e outra na superfície oposta. Isto é, parte da luz que atravessa uma lente é refletida quando entra na lente, ou seja, quando a luz sai do ar – que tem índice de refração 1.0 – e penetra-a. A outra parte, quando a luz sai da lente e entra no ar.





MATERIAL	ÍNDICE DE REFRAÇÃO	REFLEXO EM CADA SUPERFÍCIE*
Água	1,33	2,00%
Resina CR-39	1,499	4,00%
Vidro Óptico	1,5	4,00%
Resina Alto Índice	1,56	4,60%
Polycarbonato	1,6	5,32%
Cristal Alto Índice	1,8	8,16%
Cristal Alto Índice	1,9	9,36%

\* Tal reflexo acontece quando a luz sai do ar e penetra no material ou sai do material e penetra no ar.

### Cuidados Básicos com Lentes Anti-Reflexo:

1. Evitar limpar as lentes a seco.
2. Não utilizar produtos fortes como éter, tiner, acetona, etc.
3. Evitar expor as lentes ao calor excessivo.
4. Não abusar da limpeza.

### Como é Produzido o Anti-Reflexo?

O tratamento anti-reflexo é produzido em uma câmara de alto vácuo através da deposição por evaporação de materiais. Cada uma de suas camadas é composta de um material diferente. A espessura das camadas, assim como a ordem em que cada uma é aplicada, é fundamental para o sucesso do tratamento. É por isso que o anti-reflexo é denominado um *coating* de alta precisão. Se quaisquer das camadas for produzidas com um erro mínimo, haverá alterações – mudança de cor, por exemplo. Mesmo que tal incorreção seja de 5 nanômetros a mais ou a menos.

Para obter tal precisão e ainda evaporar materiais tão duros como os utilizados nas camadas do tratamento anti-reflexo, é necessário um maquinário complexo, que demanda um alto investimento (cerca de US\$ 1 milhão). O equipamento principal é chamado de evaporadora, que não realiza o trabalho sozinha; o número de equipamentos necessários à sua instalação e ao seu funcionamento são tantos e tão caros quanto ela. E para que o sistema funcione de forma adequada e seja eficiente, é preciso investir

quase o mesmo montante em infra-estrutura, que exige sala com ar limpo, equipamentos de refrigeração, sistemas de água deionizada etc.



Evaporadora Balzers-Leybold BAK-760

## Como se Obtém Qualidade?

Dois fatores estão intimamente ligados à qualidade de um tratamento anti-reflexo. O primeiro é o número de camadas, diretamente proporcional à capacidade de diminuir o reflexo e o segundo são os cuidados na produção, para garantir durabilidade ao tratamento.

O número de camadas revela a eficiência do tratamento. Portanto, um anti-reflexo de cinco camadas será melhor do que um de três, assim como um de sete será melhor do que um de cinco e um de nove melhor do que um de sete. É difícil determinar precisamente o número exato de camadas de um *coating* anti-reflexo, porém, é possível, ao confrontar dois tratamentos, descobrir o que tem maior número de camadas, ou seja, o que é mais eficiente na redução dos reflexos. Basta observar ambos sob uma lâmpada e determinar aquele que reflete mais luz – este é o que recebeu um número menor de camadas.

É ainda mais difícil determinar a durabilidade do que o número de camadas, pois qualquer constatação será destrutiva, isto é, os testes para definir a duração de um tratamento anti-reflexo acabam por destruí-lo. O mais eficiente é o choque térmico, que consiste em colocar a lente dotada de tratamento em um recipiente com água salgada em ebulição por um período de três minutos e, em seguida, em um recipiente com água em temperatura ambiente por mais três minutos. Isso deve acontecer repetidas vezes e o tratamento só terá uma durabilidade considerável se suportar cinco vezes este ciclo térmico.

Como qualquer processo industrial, a aplicação do tratamento anti-reflexo está sujeita a problemas durante a sua geração. Por isso, é fundamental que em

cada ciclo de produção sejam realizados testes de durabilidade para determinar a qualidade final do tratamento aplicado ao lote produzido.

Outro item importante para a qualidade do anti-reflexo é a superfície da lente. Lentes prontas de boa qualidade não apresentam problemas como riscos, manchas e mal acabamento e, com isso, o tratamento anti-reflexo aplicado terá qualidade.

Já o sucesso com lentes surfacadas em laboratórios a partir de blocos depende do laboratório de surfacagem. Máquinas modernas, em conjunto com a utilização de lixas e produtos polidores de qualidade, surfacam as lentes com o acabamento necessário. A indicação é que, para a aplicação de um tratamento anti-reflexo, o tempo de polimento seja dobrado, além do emprego de lixas novas para cada surfacagem.

A qualidade dos blocos também é um aspecto que deve ser considerado. Sempre se deve priorizar blocos de fabricantes que garantem qualidade em seus produtos.



## Como é Feito o Tratamento?

A aplicação do anti-reflexo deve ser precedida da limpeza correta da superfície das lentes – daí, a necessidade de utilizar equipamentos específicos. Além de uma infra-estrutura adequada e um maquinário de qualidade, todo o processo deve ser realizado com muito apuro e profissionalismo para garantir produtividade e qualidade.

Inicialmente, as lentes são lavadas em máquinas de limpeza automáticas e observadas em lâmpadas especiais. Defeitos como pequenos pontos, riscos e manchas impedem a aplicação do anti-reflexo. Pelo fato de eliminar reflexos, o tratamento "realça" até mesmo os menores defeitos existentes na superfície de uma lente.

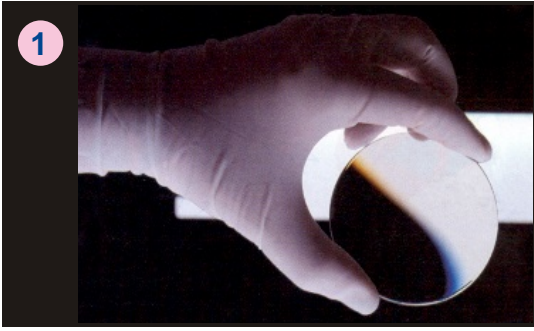
As máquinas de limpeza possuem diversos tanques. O primeiro é dotado de ultra-som e água aquecida, preparada com detergente neutro na concentração adequada. Após a lavagem, as lentes passam pela máquina de secagem por ar quente e são então colocadas em

estufas para a limpeza molecular, a fim de que sejam retiradas das suas superfícies as moléculas de água ou gases que ficaram aprisionadas durante a lavagem.

Uma condição para o sucesso do trabalho é a limpeza do local, porque qualquer fragmento, sujeira ou pó, por menor que seja, se depositará entre a superfície da lente e as camadas do *coating*, produzindo pontos brilhantes na superfície da lente, que nada mais são do que uma falha no tratamento, pois o anti-reflexo não aderiu deixando aparente a reflexão natural da lente.

Além da limpeza da sala, as máquinas de fluxo laminar são fundamentais para o processo. Trata-se de uma espécie de câmara, onde o ar é constantemente limpo e livre de qualquer impureza. As lentes são postas em anéis de acordo com sua dimensão. Em seguida, vão para uma calota que será inserida na câmara da máquina evaporadora, para receber as camadas de diferentes materiais que, por fim, formarão o *coating* anti-reflexo.





1 Inicialmente, todas as lentes têm sua superfície analisada.



2 As lentes são lavadas em máquinas de limpeza automáticas.



3 Após a lavagem, as lentes passam pela máquina de secagem por ar quente e em seguida são colocadas em estufas, para se fazer uma limpeza molecular de sua superfície.



4 Além da limpeza da sala, as "máquinas de fluxo laminar" são fundamentais para o processo, pois mantêm o ar constantemente limpo e livre de qualquer impureza.



5 As lentes são colocadas em anéis de acordo com sua dimensão e posteriormente numa campana (calota).

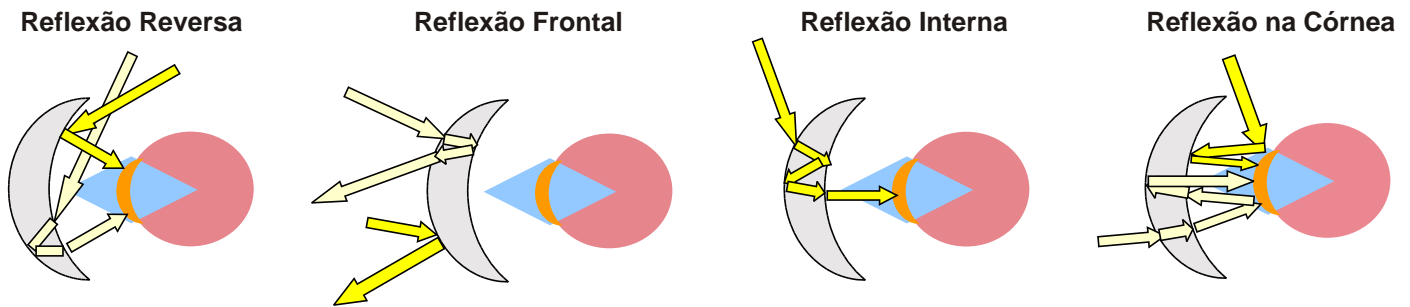


6 Em seguida, as lentes são colocadas dentro da máquina evaporadora, para receber as camadas de diferentes materiais.



7 Após uma hora, um dos lados das lentes está pronto. Então elas são retiradas, viradas e colocadas novamente na câmara para aplicação do *coating* no outro lado.

## Tipos de Reflexo em uma Lente sem Tratamentos



- **Reflexão reversa:**

Atrapalha o usuário quando um reflexo de uma fonte de luz externa reflete na lente e retorna para seus olhos, causando dificuldade de visualização.

- **Reflexão na córnea:**

O usuário enxerga a imagem do próprio olho refletida nas superfícies da lente. Também dificulta a visualização e é muito freqüente em lentes solares, fotossensíveis etc.

- **Reflexão frontal:**

Não atrapalha que o usuário veja, mas esconde seus olhos atrás dos reflexos da lente, comprometendo a sua aparência. Afinal, o olhar é peça fundamental na expressão humana (fotos ao lado – o anti-reflexo proporciona melhor estética).

- **Reflexão interna:**

A menos compreendida, porém é a que mais atrapalha quem usa óculos sem tratamento anti-reflexo. Uma das leis da Física prega que parte da luz é refletida quando ela sai de um meio com um índice de refração e entra em outro com índice diferente. Logo, parte da luz que incide nos óculos reflete quando entra na lente e a outra parte reflete para dentro da lente, quando a luz sai da lente pela superfície oposta. Esta luz que reflete para dentro da lente irá sair pela superfície da frente e parte dela será refletida novamente para dentro dela. As múltiplas reflexões geram a distorção de fontes de luz, principalmente da iluminação pública durante a noite, formando uma imagem semelhante a uma estrela em volta das luzes, causando prejuízos à visualização do usuário (fotos abaixo – o anti-reflexo proporciona conforto visual e segurança).



Óculos SEM Anti-Reflexo



Óculos COM Anti-Reflexo

## Como Limpar Lentes Anti-Reflexo

1. Molhar as lentes.
2. Usar um pedaço de algodão umedecido e passar o sabão ou sabonete neutro.
3. Esfregar gentilmente as superfícies da lente.
4. Enxaguar em água corrente.
5. Secar com pano ou papel macio.

### Quais as Preocupações que se Deve Tomar com o Tratamento Anti-Reflexo?

Alguns cuidados devem ser tomados para garantir a durabilidade do *coating*. Como qualquer produto disponível no mercado, existem tratamentos anti-reflexo de diversos tipos. Os de baixa qualidade, independentemente dos cuidados tomados pelo usuário, se desprenderão facilmente da lente.

Geralmente, o anti-reflexo de lentes oftálmicas de boa qualidade é superior àquele aplicado a superfícies de lentes de máquinas fotográficas. *Coatings* de máquinas fotográficas têm um tempo de vida longo,

superior a cinco anos, e isto se deve unicamente aos cuidados dispensados pelo proprietário da máquina. Logo, se o usuário dos óculos cuidar bem deles, o anti-reflexo terá uma durabilidade maior.

O principal é não inventar fórmulas mirabolantes. Água e sabão ainda são os melhores produtos para limpeza das lentes anti-reflexo. Não se deve utilizar sabonetes com creme, que engorduram a lente. Detergentes de cozinha podem ser usados, pois a grande maioria tem uma composição neutra.

## o valor agregado

Um aspecto que nem todos os lojistas perceberam é a capacidade do tratamento anti-reflexo de aumentar o faturamento de uma óptica. Afinal, qualquer valor que se possa agregar a uma venda resultará no aumento do faturamento sem elevação dos custos.

Uma pesquisa realizada junto a ópticas de todo o Brasil que comercializam lentes anti-reflexo comprovou tal incremento nos ganhos das ópticas. Constatou-se que 30% das lentes comercializadas são surfaçadas e os outros 70%, prontas. Metade do faturamento em lentes advém de lentes prontas e os outros 50% de lentes surfaçadas. Outro dado é que uma lente anti-reflexo é vendida por um preço, em média, 120% superior ao de uma lente sem tratamento.

Levando-se em conta que parte das lentes passem a ser vendidas com o tratamento anti-reflexo, chega-se à seguinte conclusão:

VENDA DE LENTES ANTI-REFLEXO	AUMENTO NO FATURAMENTO COM LENTES
5%	6%
10%	12%
20%	24%
50%	60%

Ao comercializar 5% de lentes anti-reflexo, o faturamento com a venda de lentes aumentará 6%. Aqueles lojistas que vendem metade das lentes com anti-reflexo têm uma elevação de 60% nos seus ganhos.

Nos números da tabela abaixo, considerou-se somente o valor que o anti-reflexo adiciona aos ganhos, isto é, o aumento no faturamento mostrado na segunda coluna refere-se apenas ao valor dos tratamentos e não ao da lente.

Tal ampliação no faturamento é conseguida sem a contratação adicional de funcionários, sem qualquer investimento em novos pontos de venda, sem a ampliação do número de clientes, dispensando um investimento em marketing de divulgação da loja para adesão de mais clientes e sem o aumento dos custos de estoque de mercadorias a serem vendidas – pelo menos nas lentes surfaçadas com anti-reflexo, cujo tratamento é pago somente após a venda.

Vale lembrar que lentes com tratamentos são produtos de alta tecnologia e devem, portanto, ser associadas a armações de qualidade, ampliando ainda mais o valor agregado à venda.



# resistência a toda prova

## O Que é o Anti-Risco?

Como diz o nome, o tratamento anti-risco nasceu da necessidade de aumentar a resistência contra riscos. Existem diversas formas de realizar este processo, inclusive tratamentos de endurecimento por têmpera, dopagem do material e aplicação de camadas de materiais mais resistentes.

No caso de lentes oftálmicas de material orgânico, a solução mais adequada para a melhora da resistência contra riscos é a aplicação de uma camada de um material mais resistente.

Diferentes materiais possuem diferentes resistências contra riscos. Suas propriedades são medidas em mohs, uma escala logarítmica, que significa que, de um grau para outro, a resistência a riscos é dez vezes maior.

MATERIAL	MEDIDA DE RESISTÊNCIA (em mohs)
Diamante	10
Quartzo (SiO <sub>2</sub> )	7
Vidro óptico	6
Resina CR-39	3
Resina alto índice	2
Giz	1

O anti-risco para lentes orgânicas é uma espessa camada de um material mais resistente a riscos do que a resina utilizada na fabricação da lente. Em geral, o material usado é o quartzo. Existem duas formas de aplicar uma camada de quartzo sobre lentes orgânicas. Vale lembrar que lentes de cristal dispensam tal tratamento pois já possuem resistência a riscos semelhante ao tratamento.

## Anti-Reflexo e Anti-Risco: Companheiros Inseparáveis

Pode-se dizer que um não vive sem o outro. Portanto, sempre que se lança mão do anti-reflexo, recomenda-se usar também o anti-risco. Isto se deve ao fato da durabilidade do tratamento anti-reflexo estar intimamente ligada ao tempo de vida da lente e a capacidade do anti-risco ampliar a vida de uma lente já está mais do que comprovada.

O anti-reflexo é aplicado sempre depois do anti-risco. Tal raciocínio pode soar contraditório à primeira vista, pois de imediato se pensa que o anti-reflexo será danificado, ou melhor, riscado, porque está desprotegido. Mas o detalhe é que ele é composto de materiais mais resistentes do que o próprio anti-risco. Conseqüentemente, o anti-reflexo aplicado sobre uma superfície mais resistente a riscos terá uma durabilidade maior.

## Passo a Passo do Tratamento Anti-Risco

1. Dissolve-se um material orgânico que possua moléculas de óxido de silício em sua composição em uma solução aquosa;
2. Aplica-se uma fina camada desta solução na superfície da lente. Há duas formas: por *deeping* (mergulhar a lente na solução) ou *spin* (colocar a solução em forma de *spray* na superfície da lente).
3. Põe-se a lente em uma estufa, de forma que a parte orgânica do material é queimada, restando apenas a parte inorgânica – o quartzo – sobre a sua superfície.

O processo por *deeping* resulta em uma camada mais espessa, uniforme e, conseqüentemente, mais resistente a riscos. Porém, deve-se tratar as duas superfícies da lente ao mesmo tempo. Em alguns materiais de lentes, como o policarbonato, não é possível fazer isso. Nesse caso, utiliza-se então a tecnologia por *spin*. Estes blocos já vêm de fábrica com o tratamento anti-risco nas duas superfícies mas, ao serem trabalhadas, o tratamento é retirado na superfície interna e necessita-se de um processo para repor o tratamento somente na superfície interna.

O tratamento anti-risco é fundamental para lentes de resina de alto índice, cuja resistência a riscos é muito baixa, e para as lentes de policarbonato que teriam sua viabilidade comprometida sem a existência do anti-risco, dada à extrema fragilidade de sua superfície.

