

DUPLA POLARIZAÇÃO DA LUZ: um meio para entendermos os dentes naturais PARTE 2

*DUAL POLARIZATION OF LIGHT:
a mean to understand the natural teeth
Part 2*

Luiz Narciso Baratieri *
Júnio S. Almeida e Silva**
Gustavo Chraim***

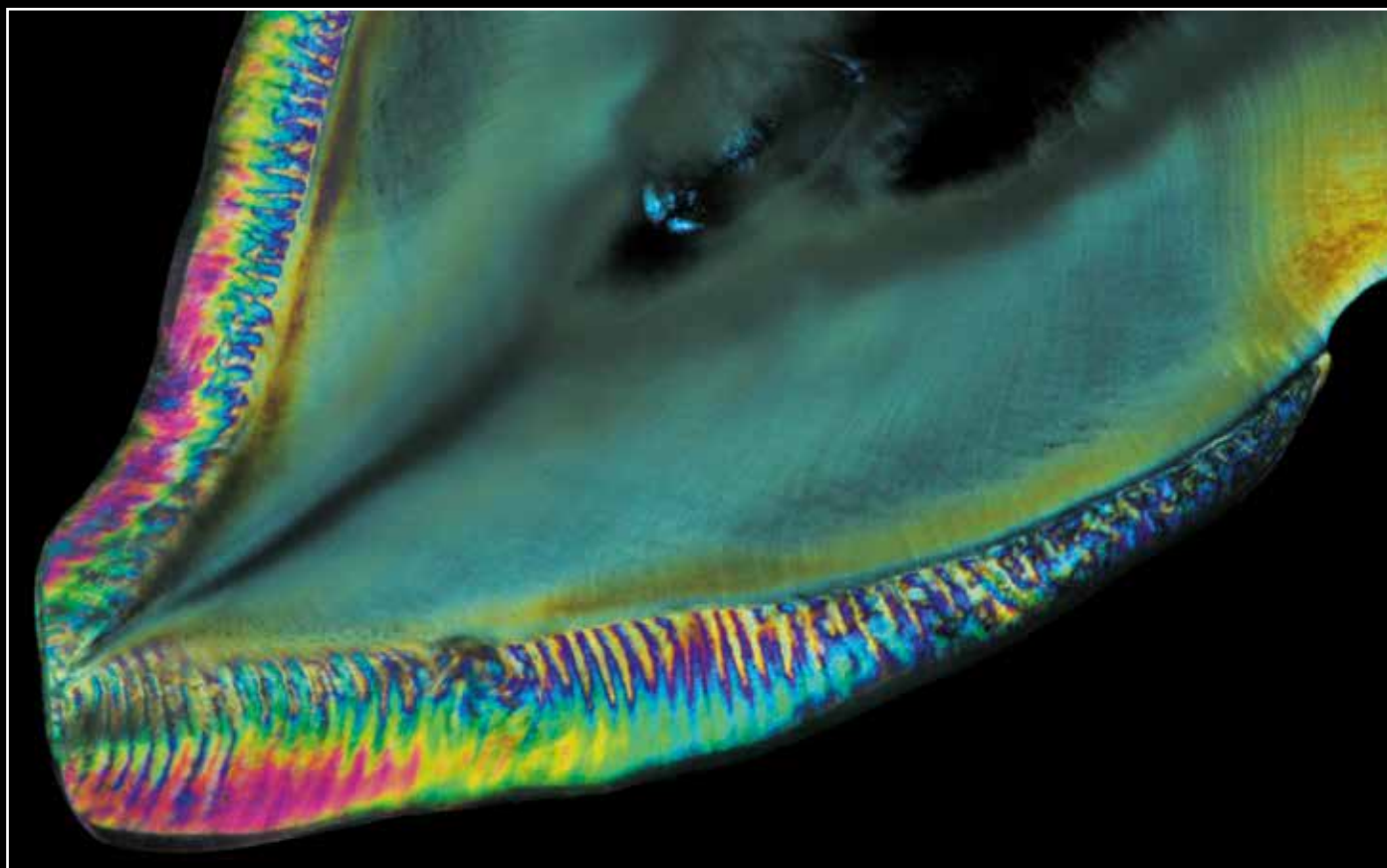
* Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC

** Doutor, Mestre e Especialista em Dentística pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC
Pesquisador visitante do Departamento de Prótese da Ludwig-Maximilians Universität, Munique, Alemanha

*** Especialista, Mestre e Doutorando em Dentística pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC

Luiz Narciso Baratieri
Rua Presidente Coutinho 311, 10 andar, Florianópolis-SC
lbaratieri@hotmail.com

Data de recebimento: 01/09/2014
Data de aprovação: 10/10/2014



RESUMO

A óbvia diferença estrutural entre o esmalte humano e os materiais restauradores estéticos explica a alta dificuldade de emulação da cor dental, pois esses se relacionam com a luz natural de maneiras extremamente distintas. O esmalte dental, quando iluminado, produz efeitos ópticos baseados nos princípios de birrefringência. Esse tecido interage com a luz decompondo-a em distintos feixes de diferentes comprimentos de onda, o que gera mudanças dinâmicas de cor, dependendo do ângulo de incidência da luz e de sua trajetória dentro do corpo prismático tridimensional do esmalte. Nesse sentido, é necessário estudar os meios para explorar e entender melhor como os dentes naturais têm suas expressões cromáticas estabelecidas. Neste segundo artigo sobre dupla polarização da luz, a metodologia necessária para a produção dessa técnica de extração e registro dos variados efeitos ópticos do esmalte é descrita.

PALAVRAS-CHAVE

Fotografia dentária. Luz. Filtros.

ABSTRACT

The obvious structural difference between human enamel and the esthetic restorative materials explains the high complexity in achieving shade matching and color reproduction, since such substrates interact with natural light through highly different ways. Enamel yields optical effects based on birefringence principles when illuminated. This tissue decomposes light into distinct rays and wavelengths which produces dynamic hue changes depending on the light incidence angle and on its trajectory within the tridimensional prismatic enamel body. Accordingly, it's necessary further studies on the interrelation between teeth and light, in order to better explore and understand how natural teeth chromatic expressions are set. This second paper on double light polarization aimed to describe the required methodology to carry out this technique of extraction and registration of the multiple optical effects of natural teeth.

KEYWORDS

Photography, dental. Light. Filters.

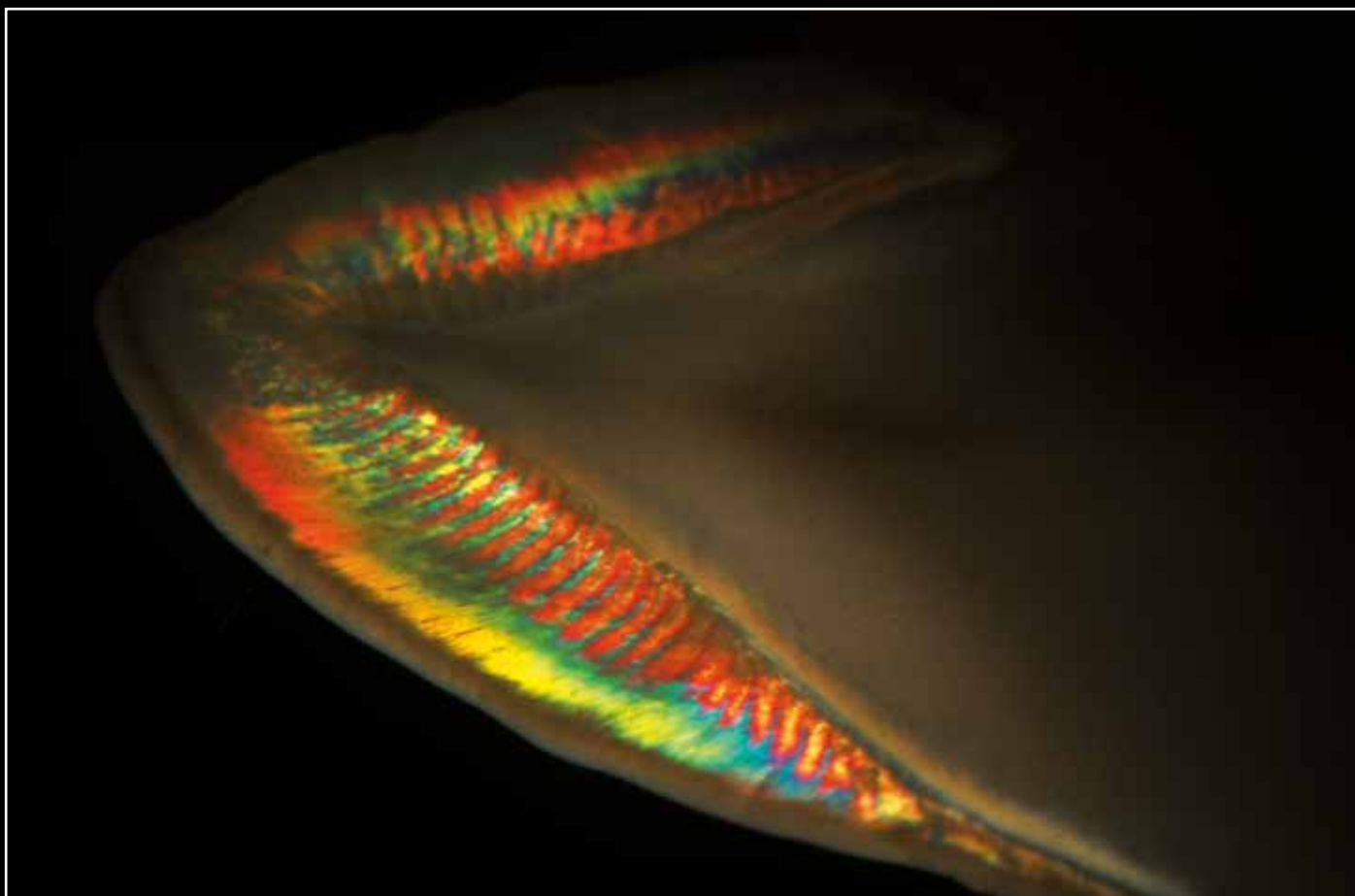


Figura 1: Figura obtida a partir de uma fatia de um premolar com, aproximadamente, 0,6 mm de espessura. Observe, pela a angulação, que a camera fotográfica estava manualmente suportada. É possível por essa foto verificarmos a espessura da fatia e os detalhes dos prismas do esmalte.

INTRODUÇÃO

Desde a introdução das primeiras porcelanas dentais que poderiam ser usadas para substituição biomimética funcional e estética do esmalte,¹⁻² a necessidade de maior conhecimento dos efeitos ópticos dos dentes naturais gerados pela interação destes com a luz se fez pujante ante as novas possibilidades restauradoras da integridade cromática dos tecidos dentais duros.

Denomina-se “luz” a parte visível do espectro eletromagnético cujo comprimento de onda varia entre 430 nm e 690 nm, com as cores alterando-se entre vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, índigo e violeta. Por isso, diz-se que a luz branca é a soma das outras cores. Quando incide num objeto, a luz pode ser

refletida, refratada ou absorvida. Na reflexão, a luz incide em um objeto e desvia sua trajetória sem passar através dele. Na refração, ao incidir no objeto, a luz passa através do objeto, mudando sua trajetória. Quando tratamos da absorção, a luz deixa de se propagar após incidir no objeto.³

A luz não é homogênea; é composta de diferentes ondas eletromagnéticas, e cada uma delas pode se comportar de maneira distinta quando incide em um objeto. Por exemplo, uma das cores pode ser transmitida, outra refletida, e outra absorvida. Esse fato explica uma série de efeitos ópticos observados na natureza e também nos dentes naturais, tais como a opalescência,

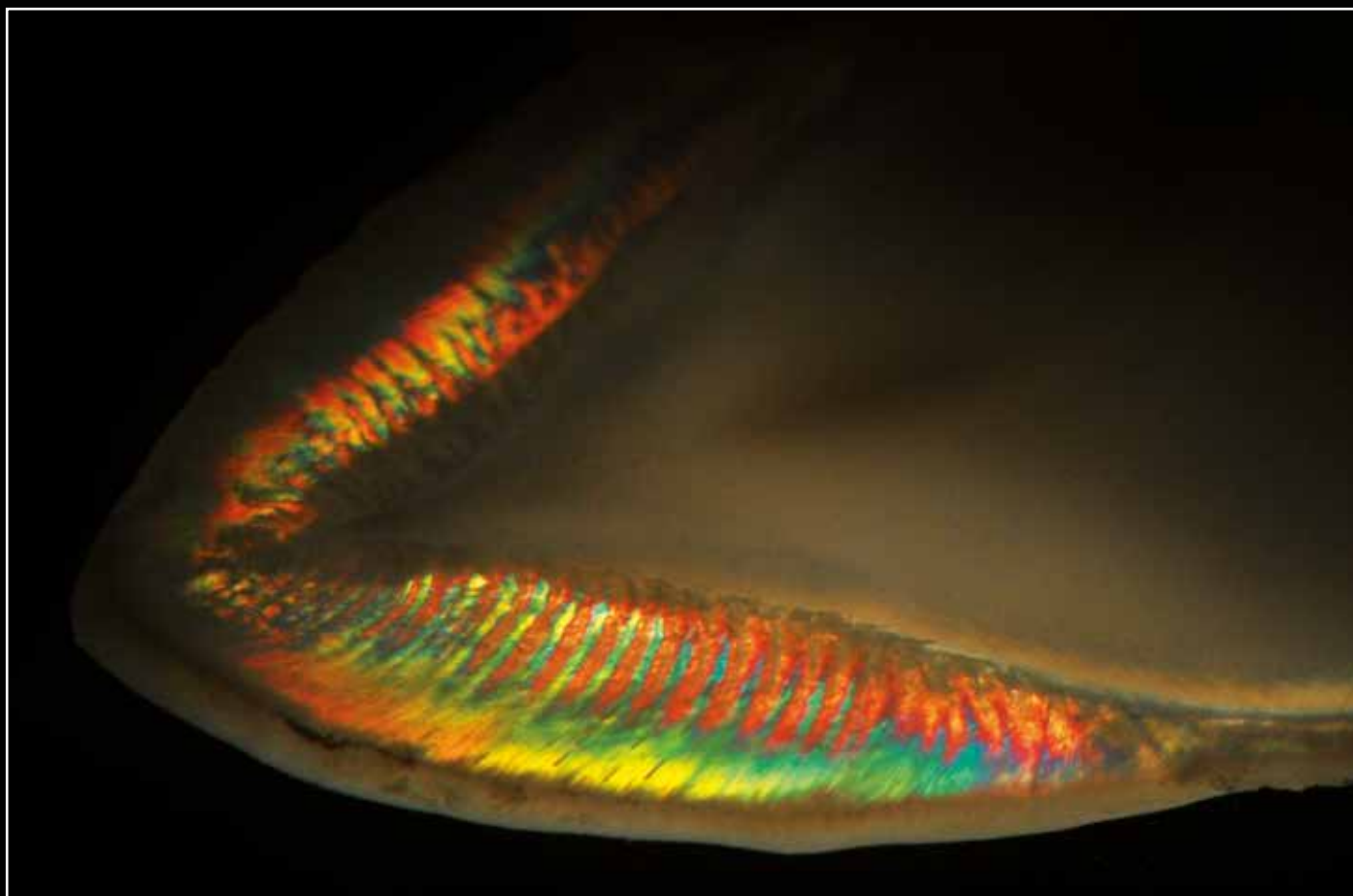


Figura 2: A mesma fatia da Figura 1 vista em outro ângulo. Nessa figura os prismas estão mais visíveis. Tanto para a Figura 1 como para essa, a máquina fotográfica foi manualmente suportada, no modo automatico e com a ISO 200.

a contraopalescência e outros efeitos principalmente observados no terço incisal de dentes anteriores.⁴⁻⁶ Essa informação também explica os efeitos ópticos obtidos nas fotografias de dentes com a técnica chamada de dupla polarização da luz, a qual revela os efeitos ópticos de birrefringência inerentes ao esmalte dental.⁷

A birrefringência é denominada como a habilidade de materiais cristalinos separarem a luz polarizada em dois feixes de diferentes velocidades desigualmente refletidos ou transmitidos, dependendo da direção de transmissão relativa à orientação da estrutura interna do cristal.⁷⁻⁸ Assim o esmalte dental, com seus cristais de hidroxiapatita e seu arranjo direcional dos prismas,

atua como um meio de anisotrópico, fazendo com que o índice de refração dentro do material seja variável de acordo com a direção de propagação da luz e o estado de polarização dela.^{6,9-10} Em outras palavras, quando iluminado, o esmalte possui a habilidade de mudar de cor, dependendo do ângulo de penetração da luz, o que gera diversas e dinâmicas expressões cromáticas. Nesta segunda parte da série de artigos sobre dupla polarização, é descrita a metodologia para a obtenção de imagens dos tecidos dentais duros, revelando seus complexos e belos efeitos de birrefringência.

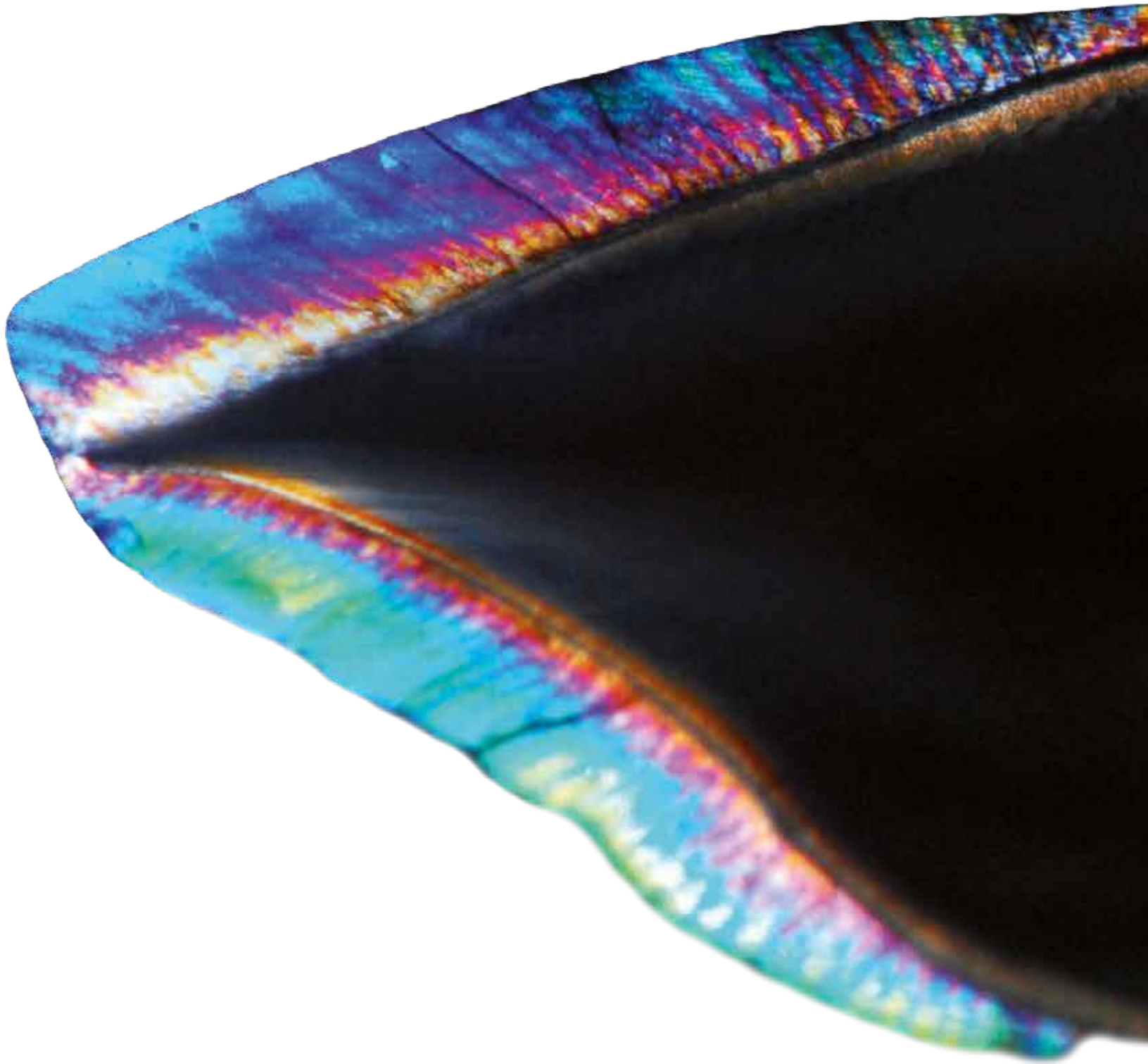
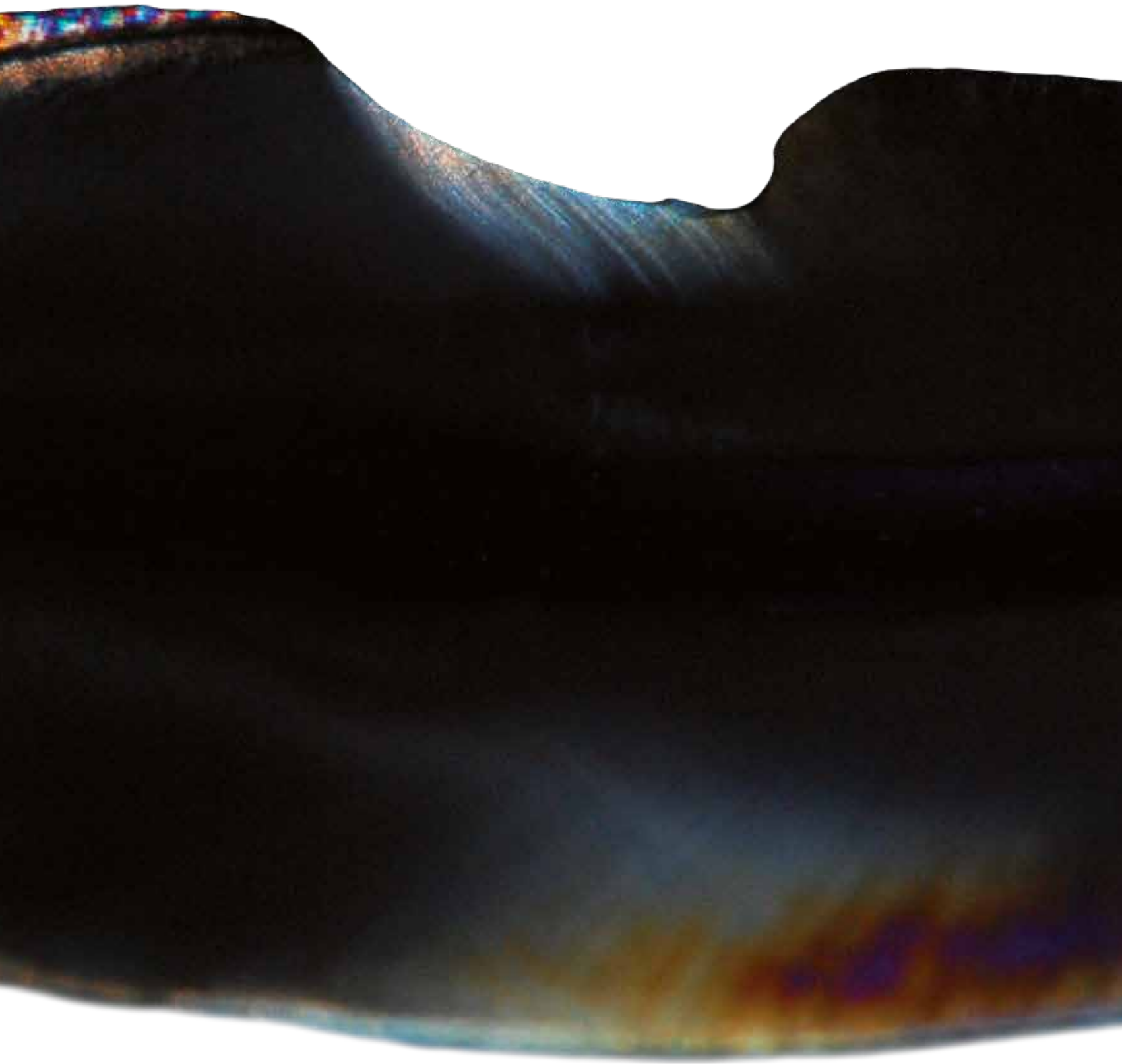


Figura 3a e 3b: Fatia de aproximadamente 0.1 mm de um canino superior. Observe que o foco foi colocado na região da Junção Emalte/Dentina da região vestibular, a qual se mostra, nesse ângulo, escura. Observe que a dentina a ela subjacente apresenta uma cor amarelada e de alta luminosidade. Destaque especial para a região cervical portadora de uma leão não cariada. Observe a luminosidade da dentina nessa região.



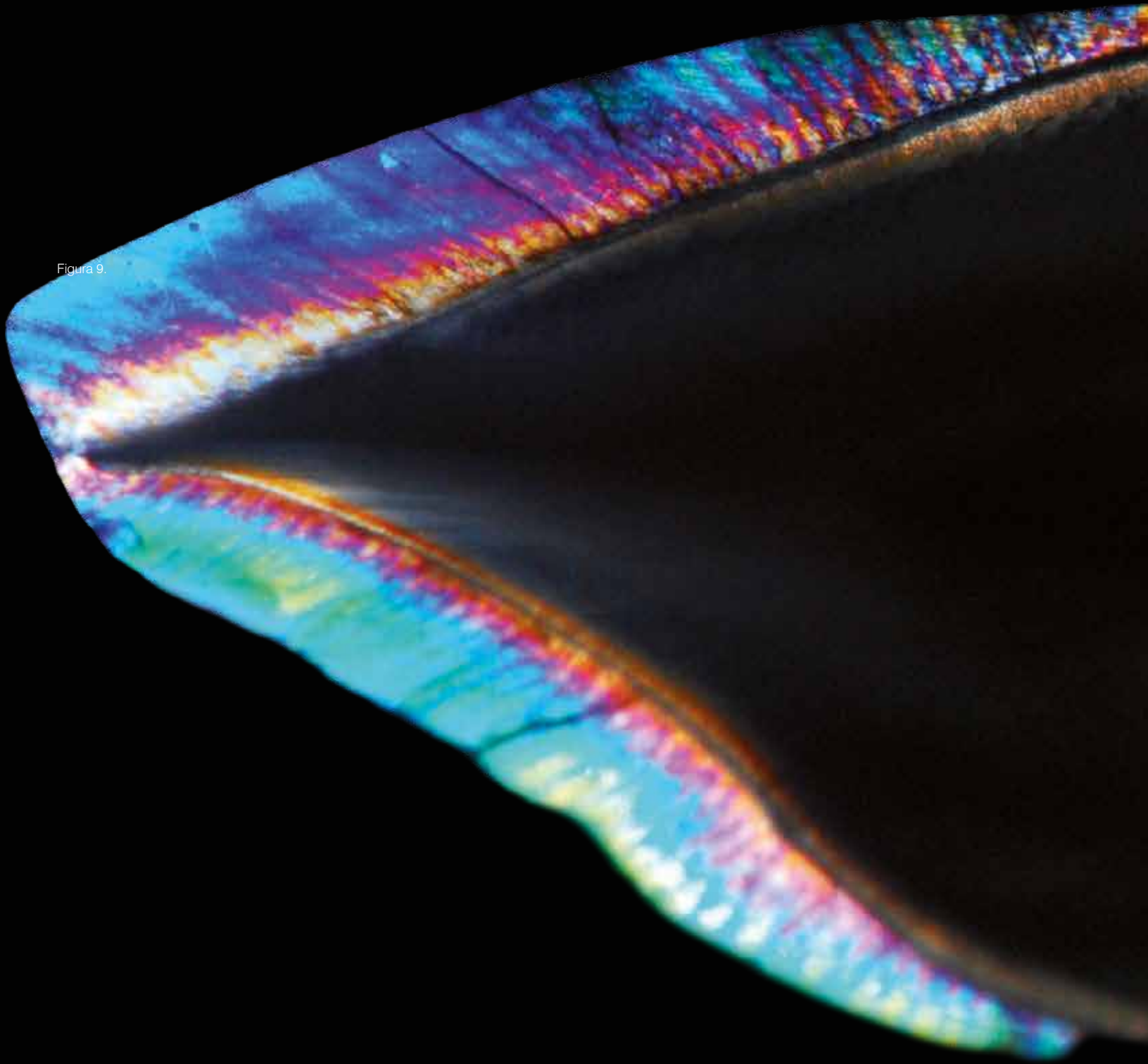


Figura 9.

Figura 3b.

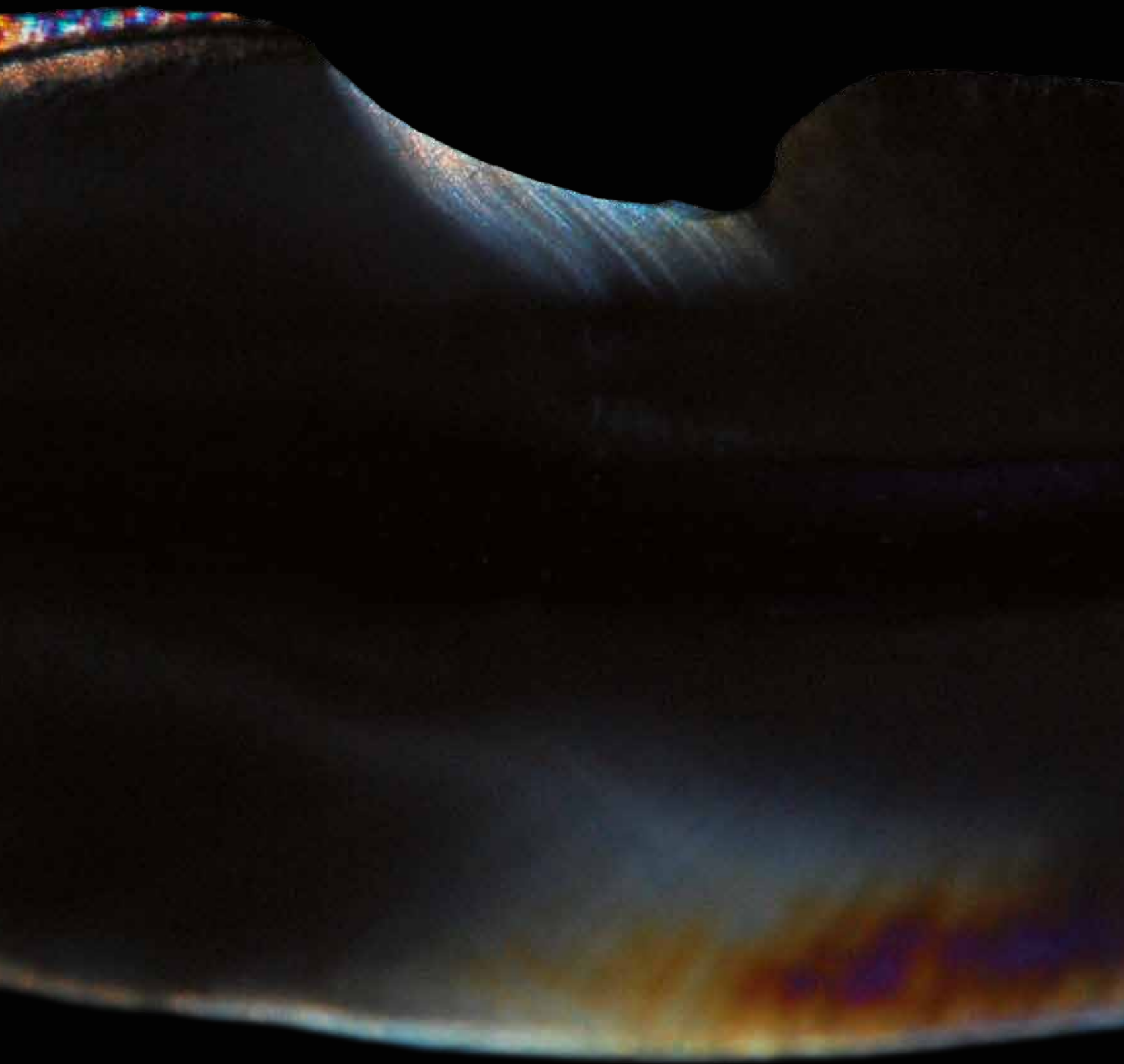




Figura 4: Fotografia de uma fatia de um incisivo central superior com aproximadamente 0,2 mm de espessura. Nessa foto, em que pese, a grande inclinação da camera fotográfica (veja o ângulo da fatia) é possível observarmos, nitidamente, a região da junção esmalte/dentina como uma "linha escura" em, praticamente toda a região coronal. Sob ela é possível verificarmos uma área amarelada da dentina, a qual apresenta alta luminosidade e que, muitos confundem com a própria junção. Ao centro, na região da "polpa" pode ser visto um dentina altamente translúcida. Fotografia feita com a camera suportada manualmente, no modo automatico e ISO 400.

COMO PRODUZIR OS EFEITOS DA DUPLA POLARIZAÇÃO DA LUZ NOS DENTES NATURAIS

A CONFECCÃO DAS FATIAS E COROAS DENTAIS

Os dentes a serem utilizados devem ser fatiados em uma máquina de corte de precisão, como a ISOMET (Iso-met, Buhler Ltd. Lake Bluff, NY, EUA), sob velocidade de rotação controlada, para produção de finas secções dentais de aproximadamente 0,2 mm de espessura. Variações finais de espessura das fatias são desejadas para a obtenção de variados efeitos birrefringentes. Nesse sentido, para um melhor manuseio das fatias, sugere-se naquelas em que espessuras menores que 0,1 mm de espessura são desejadas a embebição delas em resina epóxi. Em seguida, em uma máquina de polimento como Politriz (Model DPU-10 Struers Panambra, São Paulo, Brasil), o polimento das amostras sobre lixa de baixa granulometria, #1200, pode ser realizado para a obtenção de fatias ultrafinas. Após as fatias terem sido confeccionadas, devem preferencialmente ser imersas em óleo de imersão, pois este possui alto índice de refração da luz e sela as fatias durante o armazenamento, prevenido a desidratação.²⁻³ Em nossa experiência, a manutenção das fatias também pode ser feita

em água. Nesse caso, é importante mantê-las ao abrigo da luz. As fatias mantidas fora do óleo de imersão ou água também podem ser usadas e possibilitam a obtenção de belas imagens, desde que se proceda à hidratação delas por cerca de 1 hora antes da tomada das fotografias.

As fotografias de dupla polarização da coroa dental oca (sem dentina), tanto de dentes anteriores como de posteriores, também revelam fantásticos detalhes de translucidez e textura. Nestas fotografias, as periquimácias e as áreas opacas do esmalte podem facilmente ser identificadas. O preparo dos dentes para essas fotografias implica a remoção do esmalte palatal (como se fosse uma ampla abertura coronária para execução de endodontia) e a lenta e parcimoniosa remoção da dentina, por meio de pontas diamantadas esféricas. É extremamente importante usar abundante refrigeração ar/água e extremo cuidado para que o esmalte não "colapse". É igualmente importante criar na superfície radicular palatal uma espécie de plataforma (área plana), para assentar o dente adequadamente sobre o filtro de polarização. As fotografias poderão ser feitas



Figura 5: Fotografia de uma fatia de um canino superior com aproximadamente 0.2 mm de espessura. Essa fotografia foi executada nas mesmas condições da fotografia 4. A única diferença diz respeito a fonte de luz ligeiramente mais intensa. Observe a região da junção esmalte /dentina e a dentina subjacente amarelada e altamente luminosa.

com dente hidratado ou, preferencialmente, imerso em água, pois a imersão aumenta os efeitos de translucidez e cores.

O APARATO DE DUPLA POLARIZAÇÃO

Para a produção das fotografias é necessária a reprodução de um polariscópio, que se trata de um dispositivo para observação de objetos sob luz polarizada. Nessa técnica, uma luz branca é posicionada por trás, passa por um primeiro filtro polarizador e incide em uma secção longitudinal fina de um dente natural ou na coroa “oca”. Os diferentes feixes de onda que formam as cores se comportam de maneira distinta, sendo uns refratados, outros refletidos, e outros absorvidos pela fatia dental. Os feixes que refratam desviam sua trajetória em um ângulo diferente e são separados antes de passar por um segundo filtro polarizador, conhecido como analisador, que é acoplado à câmera fotográfica, a qual registra a imagem.⁷

AS CONFIGURAÇÕES

Para a obtenção dos mais variados efeitos birrefringen-

tes da fatia e coroa dentais, diferentes configurações e angulações da câmera podem ser experimentadas. A máquina fotográfica de escolha deve ser equipada com uma lente macro de 105 mm. Esta pode ser apreendida com as mãos ou, preferencialmente, fixada a uma “estativa”. Quando apreendida com as mãos, é necessário calibrar a câmera em alta velocidade do obturador e ISO de 400 até 800. Nossa sugestão é que, nessa situação, ela seja usada no modo automático. Quando posicionada na estativa, pode ser usada no modo manual, com ISO 100, diafragma totalmente fechado (por exemplo, f32) e com a velocidade do obturador, por exemplo, de 2 s. A liberdade criativa de testar diferentes possibilidades de associações e configurações é fundamental para a obtenção de ótimas fotografias. Em nossa opinião não existe algo “pronto”, para ser seguido, uma vez que a fonte luminosa poderá ser mais ou menos potente. Com as câmeras digitais, disponíveis atualmente, essas possibilidades nos parecem infinitas. Veja em seguida uma sequência de imagens junto ao conjunto de parâmetros e ângulos específicos para a obtenção de cada efeito óptico.



Figura 6: Fotografia de uma fatia de aproximadamente 0.2 mm de espessura, corte mesio/distal, de um canino superior.

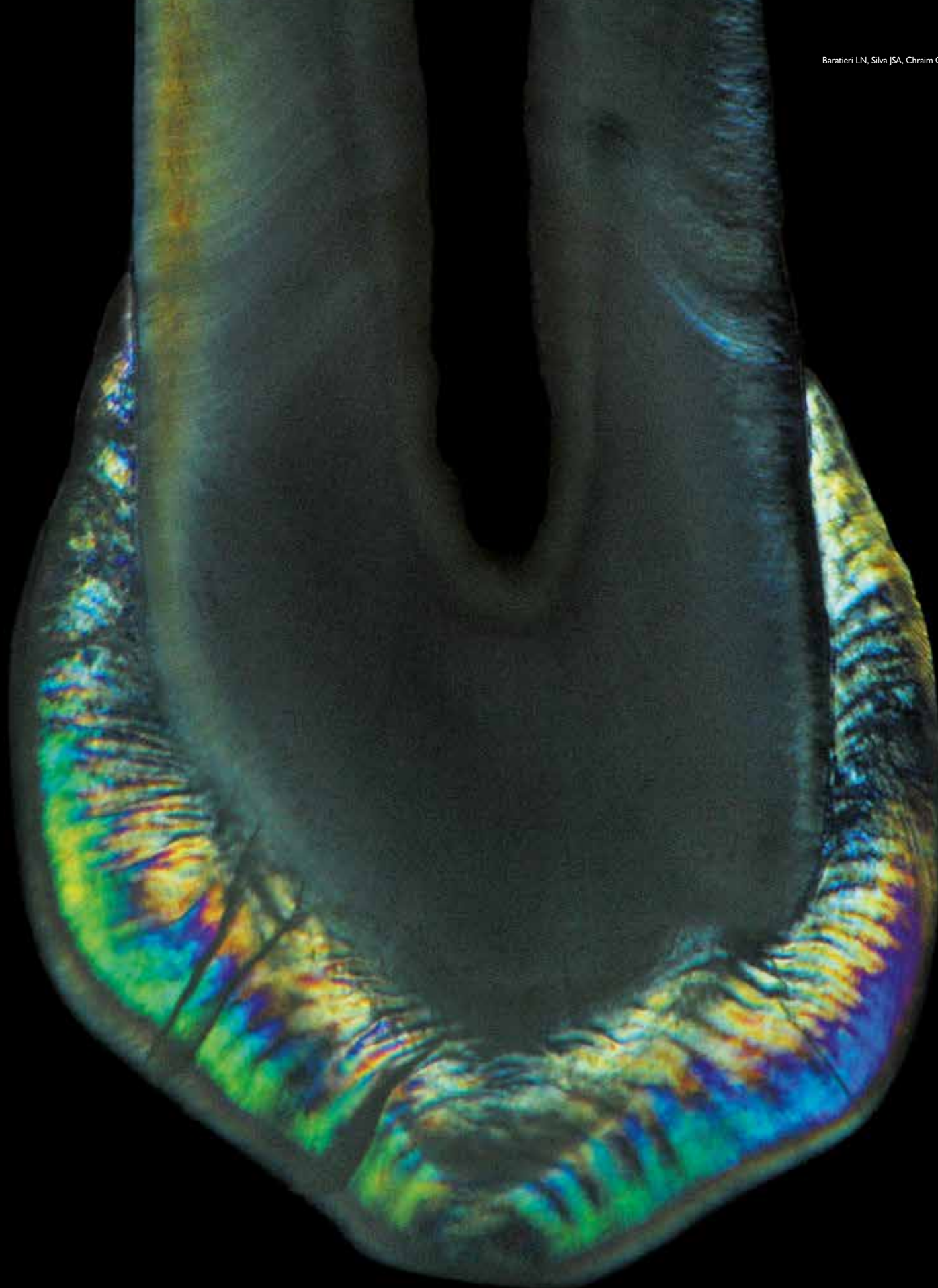


Figura 7: Fotografia de uma fatia de aproximadamente 0.6 mm de espessura, corte mesio/distal, de um premolar superior. Com a diminuição da espessura das fatias dentais algumas cores vão desaparecendo enquanto aparecem outras. Tanto a fotografia 06 como a 07 foram executadas nas mesmas condições. Para que não apareçam pequenos resíduos sobre as fatias recomendamos, após o polimento das mesmas colocá-las por cerca de 10 minutos em um banho de ultra som.

Figura 8 e 9: Fotografias da mesma fatia de um premolar superior, corte mesio/distal, com cerca de 0,6 mm de espessura. A grande diferença nas duas fotografias é o ângulo fotográfico que foi invertido. Além disso, as duas fotografias foram feitas com as fatias dentro da água. Máquina no modo automático e ISO 400.





Figura 9.

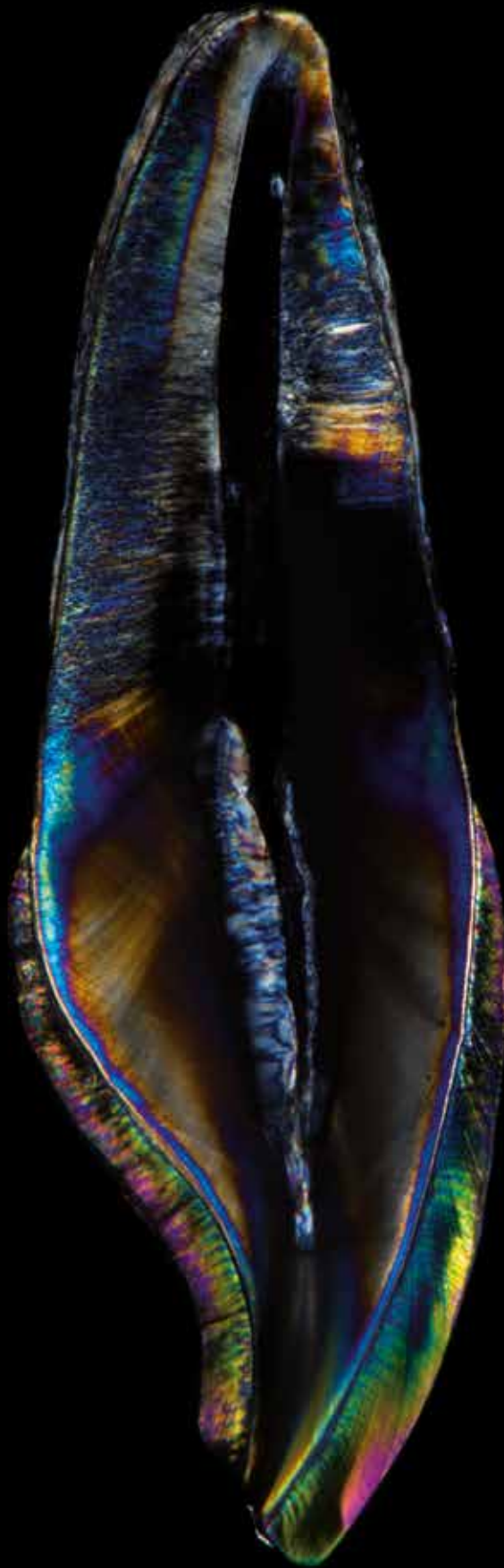


Figura 10 e 11: Fotografias de uma fatia de um incisivo central superior, corte vestibule/lingual, feita com a máquina fotográfica na mesa "estativa" e de modo vertical em relação a fatia. Observe a região da junção esmalte/dentina como uma linha escura. Observe ainda a região azulada da dentina próxima a ela. Isso denota a presença de água. Máquina no modo manual, diafragma 32, ISO 100, velocidade de 1.5 segundos.



Figura 11.

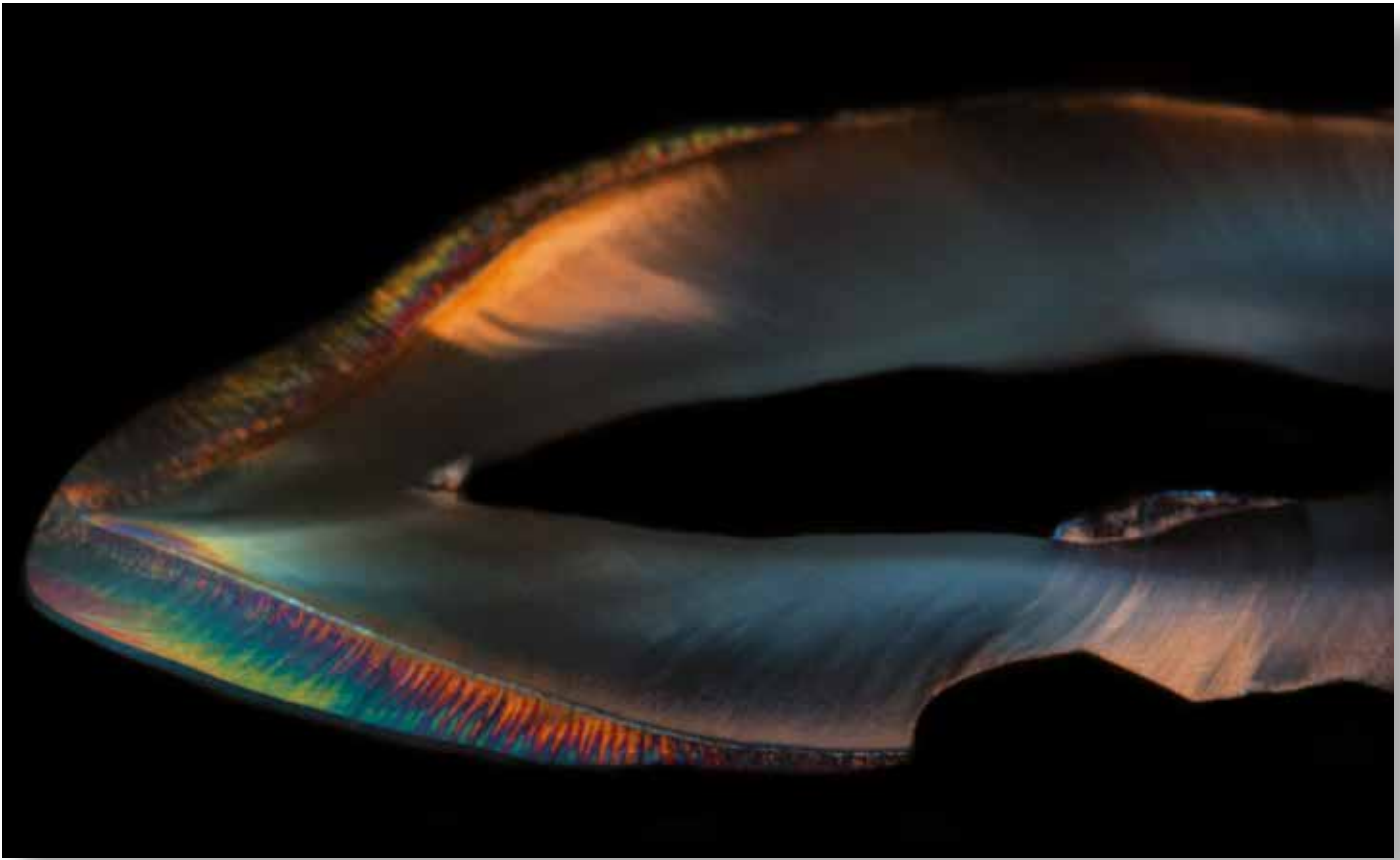


Figura 12-15: A mesma fatia de um canino superior fotografada em diferentes estágios de espessuras e com diferentes intensidades de luz. As quatro figuras foram feitas com a máquina fotográfica suportada manualmente e no modo automático.



Figura 13.



Figura 14.

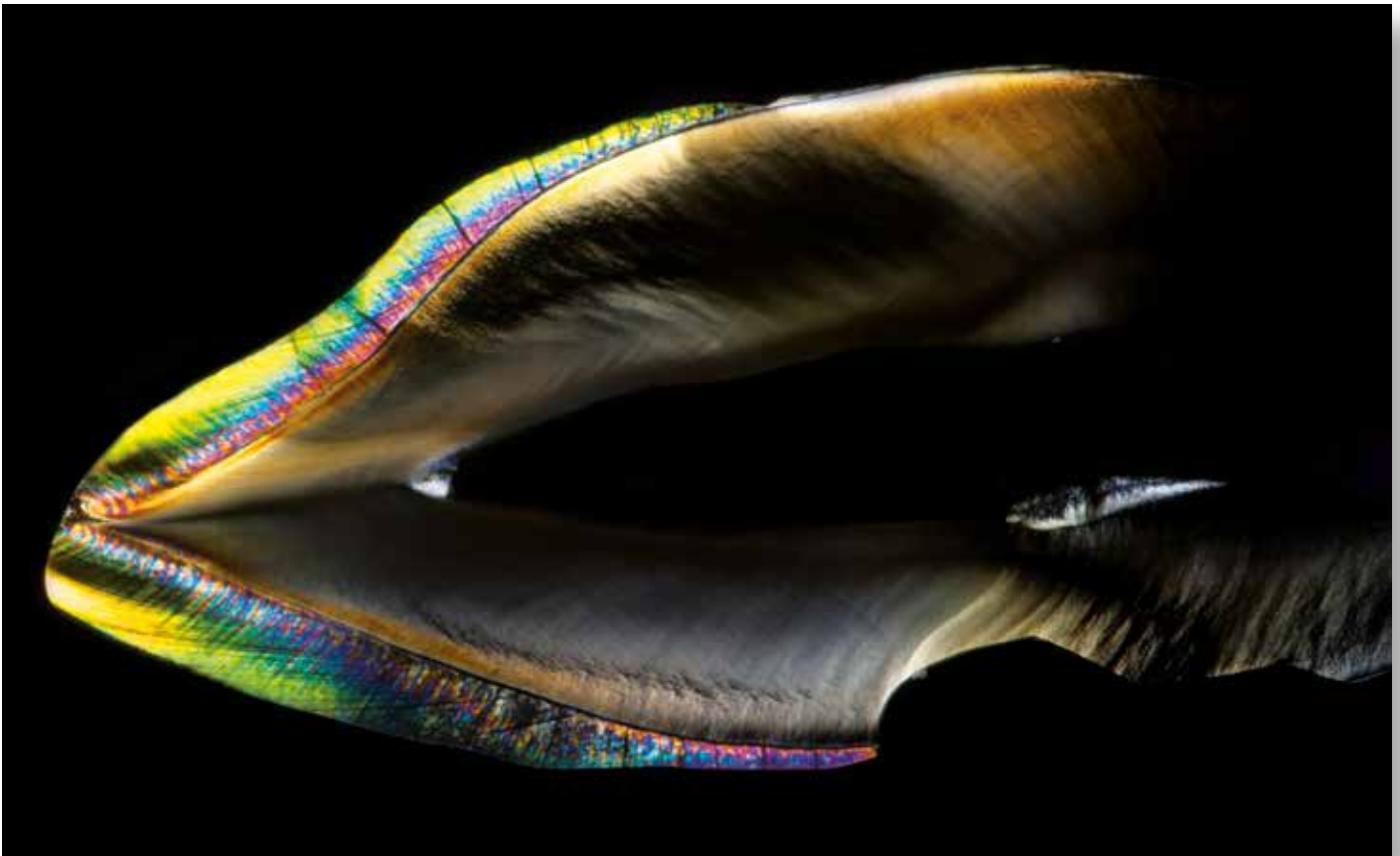


Figura 15.

Figura 16: Coroa oca (sem dentina) de um canino superior. Fotografia feita com o auxílio do flash e sem nem um tipo de polarização. Observe o aspecto azulado do esmalte.



Figura 17: A mesma coroa oca vista na Figura 16, agora fotografada, manualmente, pela técnica da dupla polarização.



REFERÊNCIAS

1. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J*. 2011 May;13(56):84-96.
2. Weinstein M, Weinstein LK, Katz S, Weinstein A. Fused porcelain-to-metal teeth. US Patent no. 3 052 982. 1962.
3. Halliday D, Resnick R. Física. 4a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; 1984.
4. Baratieri LN, Araujo E, Monteiro Jr S. Color in natural teeth and direct resin composite restorations: essential aspects. *Eur J Esthet Dent*. 2007 Summer; 2(2):172-86.
5. Sieber C. In the light of nature. *QDT*. 1993 Apr;25:1-11.
6. Hein S. Natura magica: the magic of nature. *QDT*. 2012 Oct;5:1-18.
7. Hein S. Experimental birefringence photography in dentistry: unlocking infinite creative possibilities. *QDT*. 2011 Nov;18:1-11.
8. Kirk EC. Discussion of the observation of ground tooth sections in polarized light. *Dent Cosmos*. 1903;45:345.
9. Plastic anisotropy. *Encyclopedia Britannica Online*, 2008. Available from: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/463727/plastic-anisotropy>.
10. Beschizza M. A question of technique. *Spectrum Dialog*. 2003;7:14-22.