

# Desenvolvimento de um sistema de imagens da face oclusal de dentes humanos baseados na difusão de radiações infravermelhas

V.G. da Silva\*, P. J. B. da Silva\*, E. C. Lins\*

\* Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

e-mail: viniciusaugustoav@gmail.com

**Abstract** – Na odontologia moderna, a captura de imagens da face oclusal dos dentes molares e pré-molares é prática corriqueira no diagnóstico de cáries iniciais, especialmente as que ocorrem nos sulcos dentais. As imagens com câmeras intraorais são o padrão-ouro neste diagnóstico, comumente realizado quando a inspeção visual do clínico falha, porém ela também apresenta falsos-diagnósticos quando há lesão cariosa interna ao dente sem nenhuma manifestação na superfície da face oclusal. Uma alternativa é a captura de imagens da oclusal com o uso de radiação visível e/ou infravermelha difusa dentro do elemento dental. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de imagens da face oclusal de dentes humanos extraídos baseados na iluminação difusa de radiações infravermelhas. Esse sistema será utilizado em experimentos de modelos de cárie biológica induzida.

**Palavras-chave:** *Transiluminação dental, Difusão Óptica, Instrumentação Biomédica, Diagnóstico Óptico.*

## Introdução

O desenvolvimento de sistemas ópticos que possuem a capacidade de produzir imagens com resolução espectral tem permitido uma maior clareza nos diagnósticos de patologias. Estudos atuais mostram que as imagens espectrais com radiações na região do infravermelho próximo podem ser utilizadas com sucesso para fins de diagnóstico nos tecidos dentais, visto que nessa região do espectro haverá uma menor absorção de radiação por parte dos tecidos, com isso, as imagens das estruturas internas podem ser facilmente reveladas [1-2].

Um exemplo deste sucesso está no diagnóstico de cáries iniciais na face oclusal dos dentes humanos. Em geral o protocolo clínico sugere a inspeção visual do cirurgião-dentista afim de identificar padrões do surgimento da cárie. Quando a inspeção visual falha devido a algum desconforto visual, o protocolo recomenda usar imagens digitais para inspecionar a superfície do dente; em geral uma

câmera intraoral é usada neste caso. Porém quando a lesão está em estágio inicial, o biofilme bacteriano percola rapidamente para dentro do esmalte dental, se instalando abaixo da superfície do tecido, o que de fato, dificulta o diagnóstico por imagens digitais por não revelar um contraste significativo [3].

Uma alternativa que vem sendo estudada pelos grupos de pesquisa é o diagnóstico das cáries iniciais através de imagens da oclusal a partir da iluminação difusa no dente. Esse arranjo experimental, que também é referenciado como transiluminação da face oclusal, permite que o diagnóstico seja observado através do espalhamento da radiação dentro do tecido dental e em geral se usa o infravermelho próximo para que os tecidos sejam estudados com profundidade significativa [3-4].

Seguindo a tendência atual dos estudos de diagnóstico na face oclusal, esse artigo apresenta um protótipo de um sistema de imagens com radiação no infravermelho próximo baseado em iluminação difusa de leds de intensidade e ajustada para compor a melhor imagem que revele a transiluminação da face oclusal de elementos dentais extraídos. O sistema será utilizado em experimentos de diagnóstico de patologias na face oclusal de dentes humanos.

## Materiais e métodos

O sistema de imagens sugerido é composto por um sistema de iluminação difusa e uma câmera CCD científica e um conjunto de lentes com controle do aumento e do foco. O sistema de iluminação tem a função de prover uma iluminação uniforme na altura da junção entre a coroa dental e a sua raiz. A câmera científica faz a detecção das radiações infravermelhas e a lente tem a função de selecionar o campo de visão do sistema.

O sistema de iluminação é composto por uma estrutura plástica de alinhamento óptico e leds de intensidade emissores no infravermelho próximo colados em massas metálicas para dissipação do calor gerado. A estrutura plástica foi desenhada no software SolidWorks (Dassault Systèmes S.A., França) com o objetivo de prover o alinhamento adequado. O arranjo da estrutura plástica é apresentado na Figura 1A. Ele permite que até 4 leds

sejam acoplados e desacoplados na iluminação das amostras de forma alinhada, permitindo assim a modulação do comprimento de onda das imagens que serão feitas. Em seguida essa peça foi prototipada em impressora 3D, tomando como cuidado que o material escolhido suportasse elevações da temperatura em até 110 °C devido ao calor gerado pelos leds. A Figura 1B mostra o sistema de iluminação com 2 leds acoplados durante os primeiros testes do sistema.

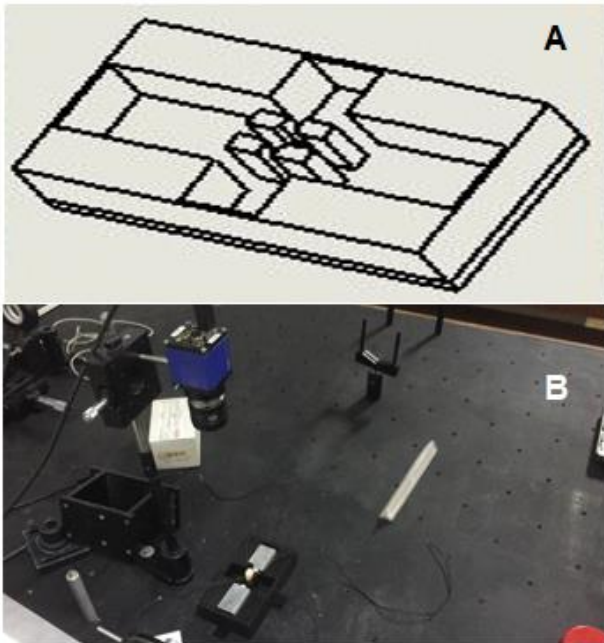


Figura 1. (A) Esquema da estrutura plástica do sistema de iluminação utilizado para realizar a prototipagem 3D. (B) Fotografia do sistema nos primeiros testes.

Nessa montagem foram utilizados 4 leds emissores de radiação infravermelha no comprimento de onda de 850 nm. Os diodos foram conectados em série afim de manter a corrente de operação dos elementos em 700 mA; dessa forma, a tensão de polarização dos elementos ficou em torno de 13,5 V (cerca de 3,4V de tensão operacional para cada diodo). A alimentação elétrica foi provida por uma fonte elétrica monocanal com controle de tensão e corrente, modelo MPS-3003 (Minipa Ltda., Brasil).

Os led's foram dispostos em uma das faces da massa metálica de maneira que a radiação ilumine todas as faces laterais do dente (vestibular, lingual, distal e mesial) como mostrado na Figura 2. Para testar o sistema foram utilizados dentes molares hígidos e cariados previamente limpos e desinfetados, posicionados de forma que a radiação alcance a raiz do elemento dentário para que então o

espalhamento desta radiação possa ser capturado pela face oclusal.

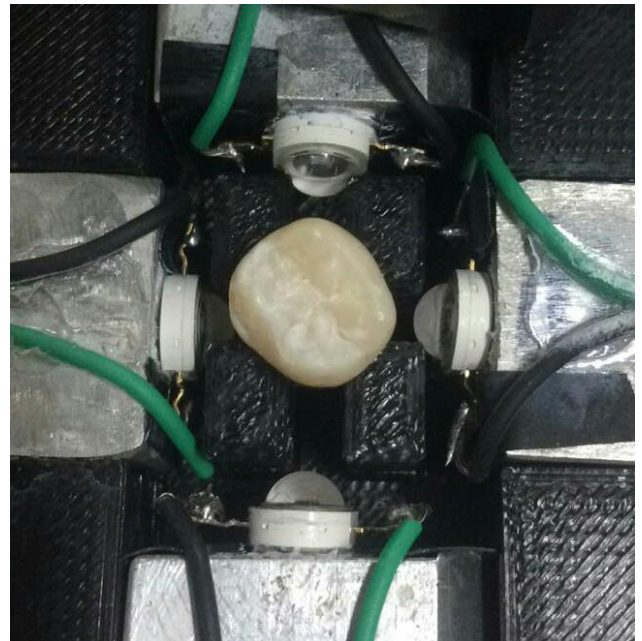


Figura 2. Foto do sistema montado e pronto para captura das imagens da face oclusal.

Completam o sistema de imagens uma câmera USB CCD científica monocromática modelo mvBlueFOX 101-C (Matrix Vision, GmbH, Alemanha) que detecta radiações entre 400nm e 1000nm, e uma lente com controle de intensidade (íris), aumento de até 5x e ajuste de foco (Matrix Vision, GmbH, Alemanha). A câmera científica permite um ganho na imagem de até 30 dB, além do controle da exposição do sensor entre 1  $\mu$ s e 10 seg; esses parâmetros, em conjunto com os ajustes da lente, permitiam a escolha do melhor campo de visão e contraste da imagem. As imagens foram capturadas com o software wxPropView (Matrix Vision, GmbH, Alemanha).

## Resultados

A Figura 3 e a Figura 4 mostram exemplos de imagens capturadas com o sistema. Essas imagens foram feitas com dentes molares humanos, com a máxima intensidade dos leds e com a câmera ativada em 20 ms de tempo de integração do sensor e ganho nulo. A Figura 3 mostra a imagem de um dente hígido sem sintoma de qualquer patologia, enquanto a Figura 4 mostra a imagem de um dente hígido sintomático de cárie.

Ambas as imagens apresentam uniformidade sem saturação no campo de visão da face oclusal, de forma que as variações nas tonalidades no centro da

face podem, de fato, serem atribuídas ao status dos tecidos. Na borda da face oclusal de ambas as imagens é verificado saturação, característica do espalhamento da radiação infravermelha por parte do esmalte dental em direção à câmera.

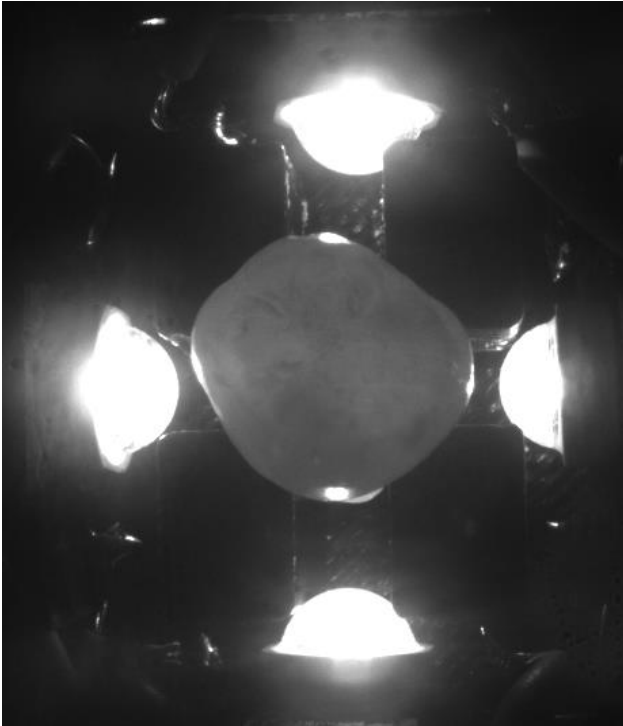


Figura 3. Resultado do experimento de transiluminação com imagem para dente molar.

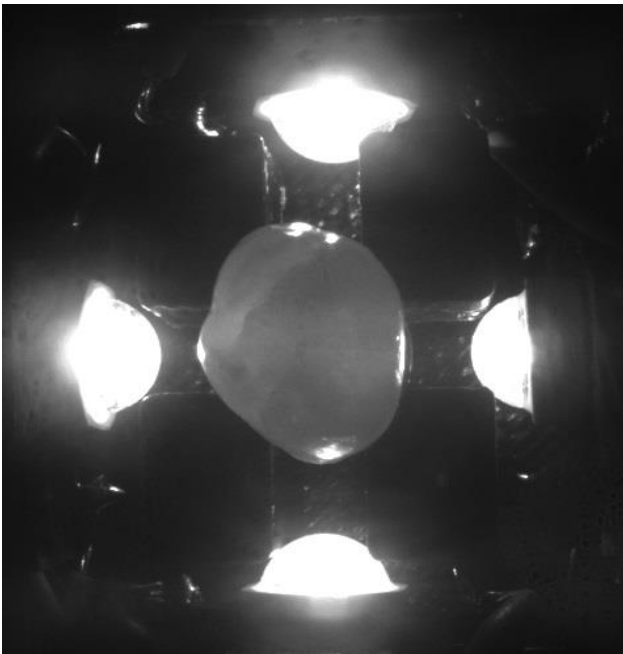


Figura 4. Resultado do experimento de transiluminação com imagem para dente molar com cárie.

## Discussão

. Apesar de não ser objeto deste artigo, a comparação das duas imagens é iminente à tentativa de discriminação entre as amostras. Num primeiro momento não destacamos nenhum padrão que discrimine as duas amostras em razão do desenvolvimento da patologia da cárie. Ambas as imagens apresentam variações nas tonalidades sem apresentar saturação. Para as imagens do dente molar com menor espessura, como pode ser visto na Figura 4, por exemplo, é possível verificar com mais clareza uma região de tonalidades claras no centro do dente e tonalidades um pouco mais escuras em sua volta.

Embora a transiluminação seja apresentada como técnica de sucesso para revelar estruturas internas do dente, é necessário que seja realizado um processamento sobre as imagens, aumentando o contraste das tonalidades diferentes, para que assim, seja possível revelar as estruturas de forma mais clara. Neste momento o principal destaque está na eficiência do sistema e na uniformidade das imagens capturadas.

## Conclusões

A conclusão deste trabalho é a prova da viabilidade da captura de imagens da face oclusal com iluminação difusa provida por leds de intensidade na região da interface entre a coroa e a raiz do elemento dental.

Embora o objetivo tenha sido alcançado, ainda é providencial melhorar o método de captura das imagens para que evidências de patologias da cárie inicial possam ser observadas.

## Referências

- [1] Vo-dihn, T. Biomedical Photonics Handbook. Boca Raton: CRC Press, 2003.
- [2] Lins EC, Marcassa LG. Construção e Caracterização de um Sistema de Imagens Hiperespectrais. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, 2009, Vol. 25, No. 2, p. 67-74.
- [3] Bühler CM, Ngaotheppitak P, and Fried D. Imaging of occlusal dental caries (decay) with near-IR light at 1310-nm. Optics Express, 2005, Vol. 13, Issue 2, pp. 573-582.
- [4] Lee CS, Lee DC, Darling CL, and Fried D. Nondestructive assessment of the severity of occlusal caries lesions with near-infrared imaging at 1310nm. Journal of Biomedical Optics, 2010, 15(4), 047011.