

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE CÂMERA INTRAORAL DE FLUORESCÊNCIA A PARTIR DE UMA CÂMERA INTRAORAL CONVENCIONAL

C. L. Grandisoli*, M. Bessani**, M. M. da Costa**, P. A. da Ana*, e E. C. Lins*

*Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil

** BIOPDI Ind. de Equipamentos Médico-Hospitalares e Odontológicos Ltda., São Carlos, Brasil
e-mail: emery.lins@ufabc.edu.br

Resumo: A técnica de fluorescência vem se mostrando eficaz na detecção de metabólitos de bactérias causadoras de cáries e esta tecnologia tem sido incorporada em câmeras intraorais. A busca de imagens de qualidade com baixo custo motivou a montagem do protótipo de câmera intraoral por fluorescência, que possibilitou realizar imagens com luz no comprimento de onda no espectro visível e também utilizando luz ultravioleta. Para a montagem proposta utilizou-se uma câmera intraoral comum com detector CMOS, um filtro passa-altas com abertura espectral em 495nm, e circuitos de LEDs Brancos e LEDs Ultravioletas (UV). Os resultados possibilitaram a diferenciação de estruturas sadias e com presença de metabólitos bacterianos, ao passo que indicam que a instrumentação é suficiente para a aquisição de imagens de fluorescência.

Palavras-chave: Fluorescência, câmera intraoral, cárie.

Abstract: *The fluorescence technique has been proved effective in the detection of metabolites of caries and this technology is being incorporated into intraoral cameras. The pursuit of quality images with low cost led to this assembly of fluorescence intraoral camera prototype, which allowed images to be performed with either white or ultraviolet light. To the proposal assembly a common intraoral camera with CMOS sensor, a high-pass filter with 495 nm spectral aperture, and LEDs White and Ultraviolet (UV) were used. The results enabled the differentiation of healthy structures and presence of bacterial metabolites, whereas the instrumentation showed itself sufficient for the acquisition of fluorescence images using the materials described in this study.*

Keywords: *Fluorescence, intraoral camera, caries.*

Introdução

Um método amplamente utilizado no diagnóstico de cáries é a inspeção clínica visual [1]. Os resultados acumulados de desmineralização e remineralização dental podem ocasionar perda líquida de minerais do tecido dental e ao longo do tempo, uma lesão cariada pode vir a se formar. Ao mesmo tempo, as lesões podem ser tão leves que podem não vir a ser aparentes [2].

A perda gradual de tecidos geralmente modifica a característica estrutural do dente, e é comum a superfície

erosionada do esmalte ser vista como uma área opaca (não translúcida) e sem brilho, sendo este detalhamento muitas vezes não-detectável [3].

Um aparelho auxiliar que têm ajudado nesta inspeção é a câmera intraoral, que consegue verificar este detalhamento e tem sido utilizada amplamente em conjunto com a técnica de fluorescência. Estudos comprovam que a tecnologia de fluorescência é capaz de identificar lesões menores em comparação à inspeção visual. [4]. Seu princípio de funcionamento se baseia em detectar a fluorescência de resíduos produzidos durante a contaminação, evidenciando a presença de microorganismos no dente. Este método além de fornecer a informação da presença da bactéria causadora da cárie, ainda provê resolução espacial suficiente para diagnóstico odontológico, permite fácil documentação do quadro clínico, rápida utilização e visualização da imagem em tempo real. [5]

Neste estudo se promove o desenvolvimento de uma câmera intraoral de fluorescência a partir de uma câmera intraoral comum com a adição de componentes responsáveis por estimular a fluorescência natural da biosfera do dente, a fim de manter o custo baixo do projeto, e boa qualidade de imagens.

Materiais e métodos

Protótipo de câmera intraoral – Uma câmera intraoral com sensor CMOS (Figura 1), modelo Dental Intra Oral Medical câmera (Shenzhen totodeal CO., China) e seu circuito original veio a ser substituído por um circuito de 3 LEDs SMD Brancos e 3 LEDs SMD UV, de acordo com o que se mostra na Figura 2.

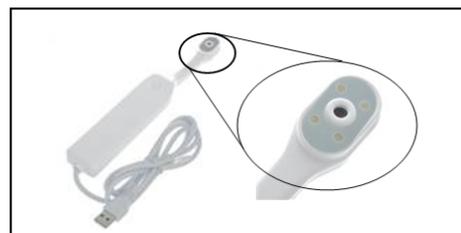


Figura 1: Câmera intraoral CMOS utilizada.

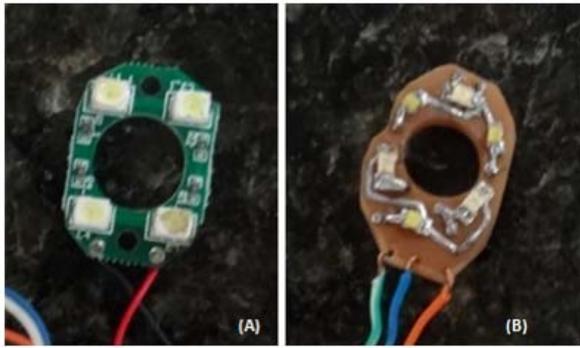


Figura 2: Montagem do circuito da câmera. A) Circuito de iluminação original da câmera e B) Nova configuração montada.

Este protótipo foi montado sobrepondo o circuito de iluminação à câmera CMOS, e adicionando um filtro óptico passa-altas modelo GG475 (Proteon, Brasil), com comprimento de onda de corte em 475nm, conforme a montagem exibida na Figura 3. Neste primeiro experimento, o circuito de 6 LEDs foi alimentado por fonte externa. Uma vez alimentado, os dois circuitos trabalharam com iluminação alternada, ora suportada pelo conjunto de LEDs SMD UV e ora pelo conjunto de LEDs SMD Brancos, de acordo com a Figura 4.



Figura 3: Montagem experimental final do protótipo de Câmera Intraoral por Fluorescência.

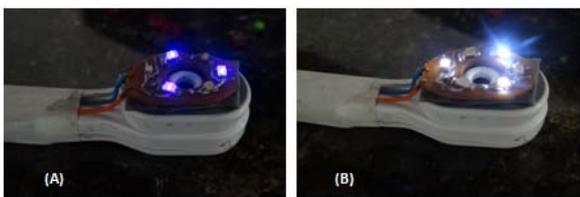


Figura 4: Montagem experimental final do protótipo de Câmera Intraoral por Fluorescência. A) Iluminação UV e B) Iluminação com LEDs Brancos.

Espécimes experimentais – Para testar a performance do protótipo na formação de imagens da fluorescência, selecionamos 3 dentes molares humanos e 1 dente incisivo bovino. Os elementos dentais humanos foram obtidos de procedimento clínico realizado na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, sob a responsabilidade da Profa. Patrícia A. da Ana. Os elementos dentais bovinos foram adquiridos de estabelecimentos credenciados para a comercialização de dentes bovinos. Tais espécimes foram selecionados,

limpos e armazenados em solução de água destilada para hidratação e manutenção dos espécimes.

Resultados

A aquisição das imagens de dentes humanos visou observar as diferenças entre os dois tipos de técnicas de iluminação e a validade da fluorescência proposta para detectar metabólitos de bactérias no dente, além de observar as limitações das duas técnicas (Figura 5 e 6). Além disso o estudo visou quantificar a diferenciação de tons de vermelho, verde e azul (padrão RGB – *Red/Green/Blue*) nas imagens, informação primordial para que fosse possível distinguir estruturas com metabólitos bacterianos e estruturas sem tais substâncias. Este processamento se deu através da escolha aleatória de uma seção da imagem (seções mostradas como linhas tracejada nas Figuras 7, 9 e 11), e a partir dela foi demonstrada a intensidade dos tons de cores vermelho, verde e azul nesta seleção (Figuras 8, 10 e 12). Idealmente, os tons de azul resultantes da iluminação UV seriam removidos pelo filtro óptico passa-altas, restando somente tons de verde – resultantes da fluorescência natural do esmalte – e tons de vermelho – provenientes da fluorescência dos metabólitos[6].

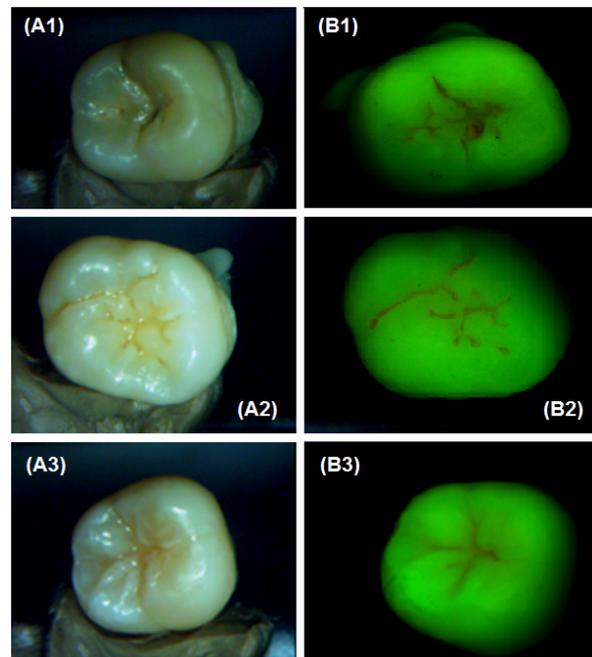


Figura 5: Amostras submetidas aos dois tipos de iluminação. (A1), (A2) e (A3): iluminação com LED Branco; (B1), (B2) e (B3): iluminação UV.

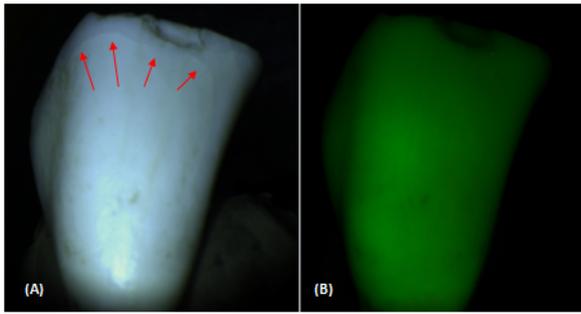


Figura 6: Imagem de amostra de dente bovino com os dois tipos de iluminação: A) LEDs Brancos e com B) LEDs UV. As setas na Figura 6.A indicam uma trinca no dente.

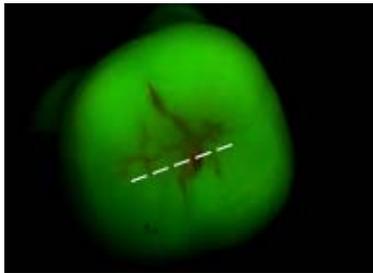


Figura 7: Amostra 1 – Perfil traçado para quantificação das intensidades de vermelho, verde e azul da imagem.

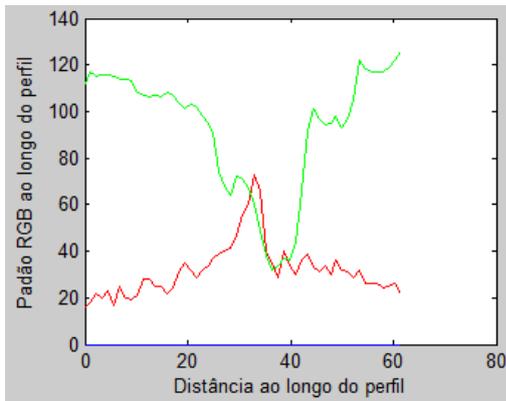


Figura 8: Amostra 1 – Resultado obtido ao traçar o perfil RGB da linha tracejada. As linhas verde, vermelha e azul, denotam a quantidade de pixels com estas respectivas cores ao longo da seção escolhida da Figura 7.

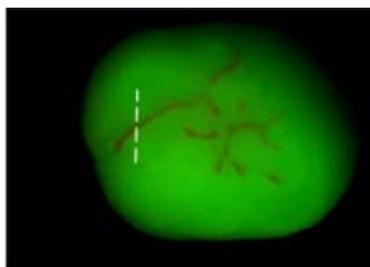


Figura 9: Amostra 2 – Perfil traçado para quantificação das intensidades de vermelho, verde e azul da imagem.

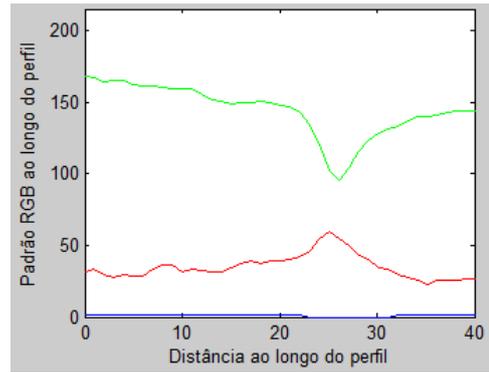


Figura 10: Amostra 2 – Resultado obtido ao traçar o perfil RGB da linha tracejada. As linhas verde, vermelha e azul, denotam a quantidade de pixels com estas respectivas cores ao longo da seção escolhida da Figura 9.

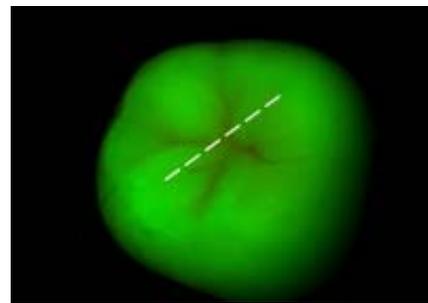


Figura 11: Amostra 3 – Perfil traçado para quantificação das intensidades de vermelho, verde e azul da imagem.

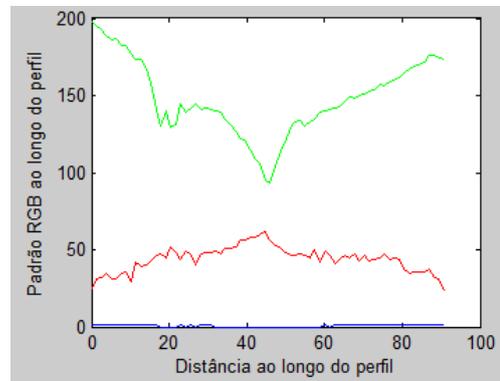


Figura 12: Amostra 3 – Resultado obtido ao traçar o perfil RGB da linha tracejada. As linhas verde, vermelha e azul, denotam a quantidade de pixels com estas respectivas cores ao longo da seção escolhida da Figura 11.

Discussão

Em relação à comparação das duas técnicas de imageamento, ora utilizando a iluminação com LEDs Brancos (Figura 5 – Imagens A), e ora utilizando os LEDs UV (Figura 5 – Imagens B), percebe-se que na primeira os sulcos e fossetas dentais são visíveis na inspeção das imagens, enquanto que para a segunda, a informação anatômica é dada somente em função dos

tecidos que apresentam contaminação, nas quais os tons de vermelho denotam presença de metabólitos das bactérias resultantes da autofluorescência [6]. A ausência da informação estrutural do dente nas imagens de fluorescência é compensada pelas imagens com iluminação com LED Branco, nas quais se verificam estruturas anatômicas bem delineadas: as cúspides e as elevações das cristas marginais são claramente visualizadas através de diferenciações de brilho da imagem.

Alguns outros detalhes da estrutura anatômica verificados nas imagens de iluminação com LED Branco são contornos de trincas e bordas, facilmente identificáveis e destacadas por setas na amostra de dente bovino (Figura 6A) e que acabam por não serem visualizados quando são estudadas do ponto de vista da fluorescência.

Dessa forma a melhor alternativa para o clínico é a utilização das duas técnicas conjuntamente, a fim de fornecer um diagnóstico completo com a ferramenta proposta.

Quanto à distinção dos tons de RGB, as Figuras 8, 10 e 12 mostram os gráficos das quantidades de pixels de cada componente ao longo da seção escolhida. As linhas verdes em todos os gráficos destas respectivas Figuras apresentam vales – com menor quantidade de pixels verdes – que coincidem com os picos das linhas vermelhas – com maior quantidade de pixels vermelhos – de acordo com o esperado. Isso se dá pois ao longo do perfil tracejado, conforme se chega mais próximo à região contaminada, o vermelho resultante da autofluorescência dos metabólitos torna-se mais nítido e o verde resultante da autofluorescência do esmalte tende a ser ocultado. Os encontros dos vales e dos picos são suficientes para denotar que as imagens providenciam a diferenciação clara entre estruturas contaminadas e não contaminadas.

As linhas azuis nos mesmos gráficos tendem a igualar-se a uma constante nula, ou seja, as quantidades de pixels azuis na imagem tendem a ser zero, e dessa forma, conclui-se que toda a radiação com tons de azul provenientes da iluminação UV é retida pelo filtro passaltas, e desta forma a imagem tende a apresentar somente resultados de fluorescência.

O custo dos materiais utilizados foi de R\$ 300,00, o que possibilita a construção de um dispositivo de baixo custo.

Conclusão

Reverendo a série de resultados encontrados, nas imagens que utilizaram apenas a luz branca é possível identificar claramente trincas e bordas da estrutura dental e observar por completo sua anatomia externa. Quando o fenômeno de fluorescência é aplicado, perde-se precisão em relação ao delineamento anatômico dos espécimes dentais, porém torna-se possível identificar com muita facilidade os focos de autofluorescência proveniente de bactérias. Com base no exposto, as imagens possuem

grande auxílio diagnóstico, uma vez que possibilitam a verificação de focos da bactéria, e neste cenário, em um primeiro momento, a anatomia detalhada da estrutura poderia ser deixada de lado. Para que isto não ocorra, a inclusão de LEDs em dois comprimentos de onda seria a melhor opção, pois permite ao dentista ao mesmo tempo optar pela imagem com detalhes anatômicos e pela imagem de fluorescência.

Em relação à aplicação mostrada, provou-se possível a construção de um dispositivo de baixo custo e que realizasse imagens de qualidade.

Referências

- [1] Ångmar-Månsson, B.; Al-Khateeb, S.; Tranaeus, S. Caries diagnosis. *Journal of Dental Education*; 1998, Vol. 62, Nº 10, 771–780.
- [2] Kidd, EAM. *Essentials of dental caries*. Oxford: Oxford University Press, 3. Ed. 2005.
- [3] de Sousa, FB. *Cariologia: Bases histopatológicas para decisões clínicas*. João Pessoa, 1. Ed., 2000.
- [4] Kühnisch, J.; Ifland, S.; Tranæus S.; Hickel, R., Stösser, L.; Heinrich-Weltzien, R. In vivo detection of non-cavitated caries lesions on occlusal surfaces by visual inspection and quantitative light-induced fluorescence. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2007. 65: 183-188.
- [5] Thoms, M. Detection of intraoral lesions using a fluorescence camera. *Dürr Dental GmbH & Co KG, University of Erlangen-Nürnberg*, 54:111-118, 2007.
- [6] Hibst, R., Paulus, R., Lussi, A. Detection of Occlusal Caries by Laser Fluorescence: Basic and Clinical Investigations. 2001, *Med. Laser Appl.* 16: 205–213.