




**APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS ÓPTICAS NO DIAGNÓSTICO DO
CARCINOMA ESPINOCELULAR: UMA REVISÃO NARRATIVA DA
LITERATURA**

**APPLICATIONS OF OPTICAL TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF
SQUAMOUS CELL CARCINOMA: A NARRATIVE REVIEW OF THE
LITERATURE**

**APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS ÓPTICAS EN EL DIAGNÓSTICO DEL
CARCINOMA DE CÉLULAS ESCAMOSAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA DE LA
LITERATURA**

 <https://doi.org/10.56238/levv16n53-061>

Data de submissão: 14/09/2025

Data de publicação: 14/10/2025

Lucas Siqueira Campos Lima

Graduando em Odontologia

Instituição: Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

E-mail: lucassiqueiracl@unipam.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-8073-4239>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1482639505903263>

Rodrigo Soares de Andrade

Doutor em Estomatopatologia

Instituição: Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6114-0929>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4936205843300438>

RESUMO

Introdução: O Carcinoma Espinocelular, é uma lesão maligna de relevante impacto na saúde de indivíduos do mundo inteiro, e, portanto, deve ser investigado e tratado no estágio mais precoce possível. Felizmente, as tecnologias da saúde vêm ganhando muito espaço na rotina do cirurgião dentista e dos demais profissionais da área da saúde, complementando e facilitando diagnósticos e consequentemente tratamentos. **Objetivo:** Investigar, por meio de uma revisão narrativa, o impacto das tecnologias ópticas no processo de diagnóstico do Carcinoma Espinocelular. **Metodologia:** O estudo em questão, trata-se de uma revisão narrativa baseada na estratégia PCC e no protocolo PRISMA. A busca de artigos será realizada nas bases de dados PUBMED/MEDLINE, Scielo via busca avançada do Google Acadêmico e EBSCO, utilizando dados primários e secundários, a partir das referências dos artigos selecionados em busca da amplificação da pesquisa. Os critérios de inclusão dos artigos na pesquisa serão artigos disponíveis na íntegra, artigos compreendidos entre os anos de 2014 e 2025, e artigos que cubram a população, conceito e contexto do presente trabalho. Serão excluídos artigos apenas com resumos disponíveis, artigos não revisados por pares, artigos de fontes não científicas e estudos com mais de 10 anos de publicação. **Conclusão:** A literatura demonstrou que os métodos de diagnósticos ópticos se apresentam eficazes no auxílio do diagnóstico do Carcinoma Espinocelular, no entanto ainda necessitam de mais estudos para que sua aplicabilidade seja mais desenvolvida.

Palavras-chave: Carcinoma Espinocelular. Quimioluminescência. Autofluorescência. Espectroscopia de Raman. Diagnóstico.

ABSTRACT

Introduction: Squamous cell carcinoma is a malignant lesion with a significant and significant impact on the health of individuals worldwide and, therefore, should be investigated and treated as early as possible. Fortunately, health technologies are gaining significant importance in the routines of dentists and other health professionals, complementing and facilitating diagnosis and, consequently, treatment. **Objective:** To investigate, through a narrative review, the impact of optical technologies on the diagnostic process of squamous cell carcinoma. **Methodology:** This study is a narrative review based on the PCC strategy and the PRISMA protocol. The search for articles will be conducted in the PUBMED/MEDLINE, Scielo via advanced Google Scholar search, and EBSCO databases, using primary and secondary data, based on the references of the selected articles, aiming to expand the research. The inclusion criteria for articles in the search will be articles available in full, articles published between 2014 and 2025, and articles covering the population, concept, and context of this study. Articles with only available abstracts, non-peer-reviewed articles, articles from non-scientific sources, and studies published more than 10 years ago will be excluded. **Conclusion:** The literature has demonstrated that optical diagnostic methods are effective in aiding the diagnosis of squamous cell carcinoma; however, further studies are needed to further develop their applicability.

Keywords: Squamous Cell Carcinoma. Chemiluminescence. Autofluorescence. Raman Spectroscopy. Diagnosis.

RESUMEN

Introducción: El carcinoma de células escamosas es una lesión maligna con un impacto significativo en la salud de las personas en todo el mundo y, por lo tanto, debe investigarse y tratarse lo antes posible. Afortunadamente, las tecnologías sanitarias están adquiriendo una importancia significativa en la rutina de los dentistas y otros profesionales de la salud, complementando y facilitando los diagnósticos y, en consecuencia, los tratamientos. **Objetivo:** Investigar, mediante una revisión narrativa, el impacto de las tecnologías ópticas en el proceso diagnóstico del carcinoma de células escamosas. **Metodología:** Este estudio es una revisión narrativa basada en la estrategia PCC y el protocolo PRISMA. La búsqueda de artículos se realizará en las bases de datos PUBMED/MEDLINE, Scielo mediante búsqueda avanzada en Google Académico y EBSCO, utilizando datos primarios y secundarios, basados en las referencias de los artículos seleccionados, con el objetivo de ampliar la investigación. Los criterios de inclusión para la búsqueda serán artículos disponibles en su totalidad, artículos publicados entre 2014 y 2025, y artículos que cubran la población, el concepto y el contexto de este estudio. Se excluirán los artículos con resúmenes disponibles únicamente, los artículos no revisados por pares, los artículos de fuentes no científicas y los estudios publicados hace más de 10 años. **Conclusión:** La literatura ha demostrado que los métodos de diagnóstico óptico son eficaces para facilitar el diagnóstico del carcinoma de células escamosas; sin embargo, se necesitan más estudios para profundizar en su aplicabilidad.

Palabras clave: Carcinoma de Células Escamosas. Quimioluminiscencia. Autofluorescencia. Espectroscopia Raman. Diagnóstico.

1 INTRODUÇÃO

O Câncer é uma doença que está diretamente relacionada com a malignização de células normais sendo este processo mediado por diversos fatores conhecidos como “*Hallmarks of Câncer*”, em sumo estes marcadores envolvem fatores genéticos e alterações de desenvolvimento celulares como resistência a apoptose e invasão tecidual, resultando no surgimento de lesões como o Carcinoma Espinocelular (CEC) (PEREIRA et al, 2021).

O Câncer de cavidade oral está entre a sexta e a oitava neoplasia maligna mais comum no mundo, com cerca de 300.000 novos casos diagnosticados a cada ano, possui como forma de apresentação mais recorrente o CEC (RIBEIRO et al, 2021). As lesões potencialmente malignas são aquelas que aparecem previamente a ocorrência de um câncer, e são definidas como um tecido alterado morfológicamente, onde grande parte do potencial de malignização se volta para a evolução de um Carcinoma Espinocelular, podendo ocorrer em cerca de 5 e 18% dos casos (CARRERAS E GAY-ESCODA, 2014).

A taxa de incidência global de câncer oral é de 8,2 por 100.000 anualmente para indivíduos do sexo masculino e 2,8 por 100.000 anualmente para o sexo feminino (LUO et al, 2016). Além disso as taxas de incidência têm também uma variação pela localização geográfica, onde se observa a existência de variações territoriais tanto a nível de um país para outro quanto dentro de um só país. No Brasil e no Reino Unido o CEC corresponde por 90% a 95% dos tumores malignos de cavidade oral, destacando-se que no Brasil, a neoplasia representa um importante problema de saúde pública tendo umas das mais altas taxas de mortalidade e incidência no mundo (RIBEIRO et al, 2022).

O CE possui etiologia multifatorial, onde fatores como tabagismo e alcoolismo são frequentemente citados como os principais precursores da neoplasia, onde o tabaco é um potente fator etiológico pois promove alterações estruturais do DNA através de substâncias com potencial tóxico como por exemplo as Nitrosaminas e outros problemas acerca do tabaco também são relatados como as alterações provocadas na mucosa em razão do aumento de temperatura (PEREIRA et al, 2021).

A fumaça do tabaco é composta por uma mistura de mais de 7000 substâncias das quais 69 são identificadas como precursoras potenciais de mutações genéticas, consideradas críticas para a ocorrência de um processo patológico maligno, e dentro desses componentes destacam-se as derivadas da nicotina nitrosamina cetona e a arecolina, que aumentam consideravelmente a expressão da interleucina (IL)-1 β ocasionando aumento de proliferação celular, estimulação de citocinas oncogênicas e transformação maligna (CHEN et al, 2021)

Quanto ao álcool, este provoca o aumento da permeabilidade da mucosa causando atrofia epitelial, e quando há associação da substância com o tabaco, os agentes nocivos presentes na composição do cigarro infiltram mais facilmente no tecido causando alterações gênicas e morfológicas aos tecidos que antes eram saudáveis (PEREIRA et al, 2021).

No ano de 2018 foram relatados 354.864 novos casos de câncer de cavidade oral e lábio, e 92.887 novos casos de câncer de orofaringe neste mesmo ano, no mundo todo, neste mesmo período ocorreram 177,384 óbitos por câncer de lábio e cavidade oral e 51.005 por câncer de orofaringe, sendo que no Brasil ocorreram 15.290 casos e aproximadamente 4316 mortes ligadas ao CE de cavidade oral e 2936 relacionadas ao câncer orofaringe, no ano de 2018 (RIBEIRO et al, 2022).

Dador do GLOBOCAN (IARC, OMS) 389.438 novos casos de câncer oral foram diagnosticados em 2022, e foram relatados 188.438 óbitos em decorrência da doença, além disso existem evidência quanto ao aumento de incidência e mortalidade principalmente em países asiáticos, o mesmo ocorre na Europa que ocupa o segundo lugar no mundo em termos de incidência e mortalidade sendo o CEC a décima terceira principal causa de morte por doença maligna em homens (TARLE e LUKSI'c, 2024).

Para os indivíduos que fazem o uso do cigarro de baixo, médio ou alto alcatrão, a possibilidade de malignização de uma lesão é consideravelmente maior em relação aos que não o utilizam, além disso o álcool é um considerado um forte agente etiológico pois em sua composição estão presentes substâncias tóxicas e cancerígenas como por exemplo a nitrosamina, uretano, etanol, álcool desidrogenase e o citocromo P450, sendo as duas últimas, auxiliares na decomposição do etanol para acetaldeído, que possui alto potencial cancerígeno (BORKAR E RECHE et al, 2023).

Com o avanço nos diagnósticos e nos tratamentos, a taxa de sobrevivência de pacientes que possuem CEC melhorou consideravelmente visto que, anteriormente está se dava por cerca de 5 cinco anos e veio a aumentar de 59% para 70% no período de 1990 a 2011, não excluindo a variabilidade de aspectos que possam alterá-lo como a diversidade de localização anatômica da lesão, estágio em que se encontra, velocidade de evolução, idade no momento do diagnóstico, tipo de tratamento, comorbidades e até mesmo localização geográfica do indivíduo (CHAMOLI e GOSAVI et al, 2021).

Apesar da evolução de evidências científicas nos âmbitos de fatores etiológicos, tratamentos, comportamento biológico e abordagens terapêuticas, o diagnóstico tardio do CE ainda vem sendo encarado como um desafio, e por isso a ciência vem se comprometendo cada vez mais em provar a eficácia e desenvolver meios de diagnósticos precoce (TOMO e ISSAMU et al, 2019). Nesse contexto a utilização de tecnologias de luz para o auxílio na detecção do Carcinoma Espinocelular tem sido cada vez mais desenvolvida principalmente para métodos que já possuem certa consolidação como por exemplo a fluorescência, e outras metodologias que usam as mudanças de espectro em tecidos mucosos, produzidas pelas células tumorais, como a quimioluminescência e espectroscopia de Raman. (PEREIRA e BRAND et al, 2020)

Em vista do exposto, o presente trabalho tem por pretensão apresentar uma revisão narrativa acerca das inovações tecnológicas de luz para o diagnóstico de CEC, apresentando as vantagens e desvantagens destes métodos além, de sua eficácia e aplicabilidade dentro da odontologia.

2 METODOLOGIA

O estudo em questão, trata-se de uma revisão narrativa que terá como pauta a pergunta de estudo “Qual a eficácia dos métodos auxiliares de diagnóstico baseados em luz, na detecção do Carcinoma Espinocelular e lesões potencialmente malignas”. Tal pergunta foi elaborada utilizando a estratégia PCC onde atribui-se P (População) aos pacientes com suspeita de carcinoma espinocelular oral ou desordens potencialmente malignas orais) C (Conceito) aos métodos de detecção baseados em luz C (contexto) à diagnóstico em odontologia.

A busca de artigos será realizada nas bases de dados PUBMED/MEDLINE, Scielo via busca avançada do Google Acadêmico e EBSCO, utilizando dados primários e secundários, a partir das referências dos artigos selecionados em busca da amplificação da pesquisa. Foram empregadas as palavras chaves de busca “Carcinoma Espinocelular, diagnóstico, métodos de diagnóstico com uso de luz, quimioluminescência, imunofluorescência e autofluorescência”

Os critérios de inclusão dos artigos na pesquisa serão artigos disponíveis na íntegra, artigos compreendidos entre os anos de 2014 e 2025, e artigos que cubram a população, conceito e contexto do presente trabalho.

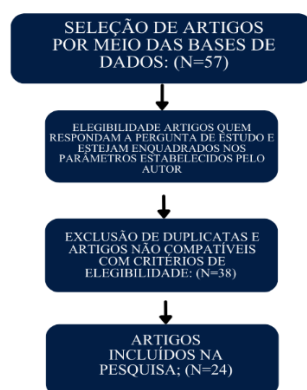
Serão excluídos artigos apenas com resumos disponíveis, artigos não revisados por pares, e artigos de fontes não científicas.

3 RESULTADOS

Foram selecionados inicialmente 57 artigos nas plataformas PUBMED/MEDLINE e SciELO. Após a exclusão de duplicatas, leitura e análise dos resumos, 23 artigos foram escolhidos, conforme exposto na Tabela 1, para responder à pergunta norteadora da revisão, uma vez que continham informações claras e pertinentes acerca do tema.

Os critérios utilizados para a seleção dos artigos, em associação à aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram apresentados no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma do processo de escolha dos estudos



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1

N °	Autor e Ano	Título	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados
1	Lipke et al 2025	Técnicas de detecção de Carcinoma Espinocelular: revisão de literatura	Revisão narrativa	O propósito deste estudo é fazer uma revisão da literatura sobre as técnicas de detecção do câncer de boca, com ênfase especial no carcinoma espinocelular, para encontrar as abordagens mais eficientes na identificação precoce da enfermidade	É necessária a conscientização de profissionais e pacientes, com abordagem interdisciplinar para garantir diagnóstico precoce e tratamento eficaz.
2	Behl 2024	Microespectroscopia Raman para detecção de distúrbios orais potencialmente malignos usando amostras de biópsia por escova minimamente invasiva	Estudo experimental clínico-laboratorial	Avaliar a eficácia da espectroscopia Raman microespectroscópica na detecção de PMDs orais utilizando amostras de biópsia por escovação minimamente invasivas.	A espectroscopia Raman microespectroscópica permite identificar precocemente alterações moleculares em PMDs orais antes das mudanças clínicas.
3	Tarle et al 2024	Patogênese e Terapia da Carcinogênese Oral	Revisão narrativa	O estudo revisa a patogênese do OSCC e aborda opções terapêuticas atuais e emergentes, destacando mecanismos moleculares, o microambiente tumoral e estratégias para diagnóstico precoce, prevenção e tratamento mais eficaz.	Ácido retinoico e ascórbico inibem a viabilidade e migração de células de carcinoma oral, enquanto o polimorfismo G473A no gene LOX, colesterol e CAV1 favorecem a progressão e agressividade do OSCC.
4	Pierfelice et al 2024	O potencial diagnóstico de ferramentas não invasivas para câncer oral e pré-câncer: uma revisão sistemática	Revisão sistemática	Esta revisão sistemática teve como objetivo analisar as evidências publicadas sobre o uso de métodos não invasivos para a detecção precoce do carcinoma espinocelular oral (CEO) e de doenças potencialmente malignas orais (DPOO).	Apesar dos avanços e do alto SE das ferramentas analisadas, a biópsia incisional continua sendo o padrão-ouro para o diagnóstico definitivo de câncer oral e lesões pré-cancerosas.

5	Borkar et al 2023	Técnica não invasiva para triagem e diagnóstico de carcinoma espinocelular oral	Metanálise	O artigo analisa técnicas não invasivas como alternativas à biópsia para diagnóstico precoce do OSCC, destacando suas vantagens, limitações e impacto na redução da morbidade e mortalidade.	Técnicas não invasivas, como citologia e biópsia líquida, mostram alto potencial para complementar a biópsia no diagnóstico precoce do carcinoma oral.
6	Daroit et al 2023	Câncer bucal ao longo de seis décadas: uma análise multivariável de um estudo retrospectivo clinicopatológico	Estudo retrospectivo	O objetivo deste estudo foi avaliar a prevalência de lesões malignas bucais e definir características associadas ao carcinoma espinocelular (CEC) bucal ao longo de seis décadas.	Esses métodos usam diferentes comprimentos de onda de luz para detectar alterações físicas e bioquímicas que antecipam alterações malignas no tecido.
7	Hirsch et al 2023	Uma mudança de paradigma na prevenção e diagnóstico do carcinoma espinocelular oral	Revisão narrativa	Destacar métodos não invasivos para identificar pacientes com lesões mucosas orais em risco de transformação maligna.	O estudo multicêntrico analisa queratinócitos de leucoplasia usando citopatologia, imagens, redes neurais e sequenciamento de RNA de célula única para identificar biomarcadores que predizem a transformação cancerosa.
8	Yealadan di et al 2023	Técnicas não invasivas baseadas em luz como ferramentas de diagnóstico na detecção do câncer: uma revisão sistemática	Revisão sistemática	A revisão sistemática avalia a eficácia de equipamentos de quimioluminescência e autofluorescência na detecção de CCEs e DMOs, visando incentivar seu uso na prática odontológica.	A quimioluminescência e a autofluorescência auxiliam médicos na identificação de lesões pré-malignas orais, sendo a autofluorescência superior para indicar biópsias.
9	Carvalho et al 2021	O papel do cirurgião-dentista no diagnóstico precoce do carcinoma espinocelular oral	Revisão Narrativa	O estudo destaca a importância do cirurgião-dentista no diagnóstico precoce do câncer de boca, um relevante problema de saúde pública.	O VELscope® foi o dispositivo mais usado para autofluorescência, e o 5-ALA a sonda mais aplicada, ambos com alta sensibilidade e variada especificidade, enquanto outras sondas como hipericina e rodamina também foram relatadas.
10	Chamoli et al 2021	Visão geral do carcinoma espinocelular da cavidade oral: fatores de risco, mecanismos e diagnósticos	Revisão narrativa	Esta revisão tem como objetivo atualizar o pesquisador sobre câncer de cavidade oral, fatores de risco, alterações genéticas, mecanismo	A progressão do carcinoma espinocelular oral envolve múltiplos fatores moleculares e biológicos, cuja integração é essencial para melhorar o diagnóstico, o prognóstico e as estratégias terapêuticas.

				molecular, classificação, abordagens diagnósticas e tratamento.	
11	Chen et al 2021	Novos insights sobre o carcinoma espinocelular oral: dos aspectos clínicos à tumorigênese molecular	Revisão narrativa	O artigo revisa os avanços no OSCC, abrangendo aspectos clínicos, moleculares, genômicos, microbioma e imunológicos, para apoiar novas estratégias terapêuticas e manejo da doença.	Apenas 1,86% dos registros eram tumores malignos, com maior incidência de CEC bucal em homens e idosos, mantendo-se estável o perfil epidemiológico ao longo dos anos.
12	Hirsch et al 2023	Uma mudança de paradigma na prevenção e diagnóstico do carcinoma espinocelular oral	Revisão narrativa	Destacar métodos não invasivos para identificar pacientes com lesões mucosas orais em risco de transformação maligna.	O estudo multicêntrico analisa queratinócitos de leucoplasia usando citopatologia, imagens, redes neurais e sequenciamento de RNA de célula única para identificar biomarcadores que predizem a transformação cancerosa.
13	Lima et al 2021	Uso de sondas de autofluorescência e fluorescentes como potencial ferramenta diagnóstica para câncer oral: uma revisão sistemática	Revisão sistemática	Analisar o potencial uso da fluorescência e da autofluorescência para o diagnóstico do carcinoma espinocelular	O VELscope® foi o dispositivo mais usado para autofluorescência e o 5-ALA a sonda mais aplicada, ambos com alta sensibilidade e variada especificidade, enquanto outras sondas como hipericina e rodamina também foram relatadas.
14	Ribeiro et al 2021	Perfil epidemiológico do Carcinoma de Células Escamosas de cavidade oral e orofaringe diagnosticados na Liga Mossoroense de Estudos e Combate ao câncer	Estudo observacional de delineamento transversal	Esse estudo objetivou descrever o perfil epidemiológico dos pacientes diagnosticados com essa neoplasia na Liga Mossoroense de Estudos e Combate ao Câncer.	A análise de 225 prontuários mostrou predominância de homens entre 46-70 anos, com alta mortalidade por neoplasia, sendo o tratamento combinado mais comum, e sobrevida maior em pacientes tratados apenas cirurgicamente, especialmente acima de 70 anos.
15	Bungshan et al 2020	Carcinoma espinocelular oral: metástase, doenças malignas potencialmente associadas, etiologia e avanços recentes no diagnóstico	Revisão narrativa	O estudo revisa a metastização do OSCC, associações com doenças potencialmente malignas, fatores etiológicos e avanços diagnósticos, destacando biomarcadores salivares para detecção precoce.	A espectroscopia Raman microespectroscópica permite detectar precocemente alterações moleculares em PMDs orais. Ela se destaca em relação à histopatologia por identificar mudanças antes das alterações morfológicas clínicas.

16	Tomo et al 2019	Histórico e perspectivas futuras do uso da visualização de fluorescência para detecção de carcinoma espinocelular oral e distúrbios orais potencialmente malignos	Revisão narrativa	A revisão aborda os desafios na prevenção e diagnóstico precoce de CCE e DMOs, contextualiza métodos de fluorescência no câncer e analisa criticamente a aplicabilidade do VF na prática clínica.	O FV pode melhorar a detecção precoce de CCE e DMO e é recomendado na atenção primária, embora sejam necessárias mais pesquisas em triagem populacional.
17	Pal et al 2017	Caracterização espectroscópica da displasia epitelial oral e do carcinoma espinocelular usando microespectroscopia de autofluorescência multifóton	Estudo experimental pré-clínico	A microscopia de autofluorescência multifóton (MPAM) identificou alterações microestruturais e bioquímicas em neoplasias epiteliais, e o estudo usou MPAS em modelo de hamster para distinguir assinaturas espectrais do epitélio normal e neoplásico.	A MPAS com excitação a 780 nm revelou mudanças de fluorescência em CEO e displasias de alto grau, destacando um pico a 635 nm associado à PpIX, que difere significativamente do tecido normal.
18	Shipp et al 2017	Espectroscopia Raman: técnicas e aplicações nas ciências da vida	Revisão narrativa	O estudo oferece uma visão abrangente da espectroscopia Raman, incluindo princípios, variantes técnicas e aplicações nas ciências da vida, servindo como introdução teórica e prática para iniciantes.	A espectroscopia Raman, em suas variantes, é uma ferramenta não invasiva poderosa para quantificar biomoléculas, gerar imagens hiperespectrais e auxiliar no diagnóstico médico, incluindo câncer.
19	Yan et al 2017	Espectroscopia de autofluorescência induzida por LED portátil para diagnóstico de câncer oral	Estudo clínico experimental ex vivo	O estudo desenvolve e avalia um dispositivo portátil LIAF para diagnóstico não invasivo de câncer oral, oferecendo uma ferramenta rápida e complementar ao exame clínico.	O dispositivo portátil LIAF apresentou sensibilidade >84%, especificidade ≥76% e acurácia ~80% na detecção não invasiva de câncer oral, mostrando-se útil como complemento ao diagnóstico clínico.
20	Luo et al 2016	Acurácia da autofluorescência no diagnóstico de carcinoma espinocelular oral e doenças orais potencialmente malignas: um estudo comparativo com lesões aerodigestivas	Metanálise	Este estudo teve como objetivo avaliar sua precisão para OSCC e OPMD e investigar sua aplicabilidade na prática odontológica geral.	Vinte e quatro estudos mostraram que a autofluorescência tem alta precisão para detectar OSCC e OPMD, com sensibilidade de 0,89 e especificidade de 0,8, podendo ser aprimorada por algoritmos e aplicada

					como complemento no diagnóstico precoce.
21	Omar 2015	Conceitos atuais e futuro dos procedimentos não invasivos para o diagnóstico do carcinoma espinocelular oral - uma revisão sistemática	Revisão sistemática	Nosso objetivo foi examinar a validade do uso de tecnologias não invasivas avançadas no diagnóstico de CEO, identificando e avaliando relatórios publicados relevantes.	Métodos não invasivos, como citologia, técnicas salivares e biópsia óptica, mostram-se promissores para rastreamento precoce do OSCC, mas carecem de padronização e validação adicional.
22	Carreras et al 2015	Técnicas para diagnóstico precoce do carcinoma espinocelular oral: revisão sistemática	Revisão sistamática	O objetivo deste estudo é revisar a literatura para avaliar a situação atual e o progresso nesta área.	OSCC está ligado a fatores como tabaco, álcool e alterações genéticas, e a baixa sobrevida em diagnósticos tardios reforça a necessidade de métodos diagnósticos e terapêuticos mais eficazes.
23	Scheer et al 2015	Imagem de autofluorescência em carcinoma espinocelular oral recorrente	Estudo prospectivo clínico	O estudo prospectivo avaliou as propriedades de fluorescência de lesões de mucosa não diagnosticadas usando VELscope em pacientes com câncer oral antes da confirmação histológica.	O estudo mostrou que o VELscope® apresentou baixa sensibilidade (33,3%) na detecção de recorrência de carcinoma oral, indicando que a biópsia continua sendo necessária como padrão-ouro em pacientes pós-tratamento.
24	Rashid et 2014	O uso de sistemas de detecção baseados em luz (óptica) como adjuvantes na detecção de câncer oral e distúrbios orais potencialmente malignos: uma revisão sistemática	Revisão sistemática	O estudo avalia a eficácia de dispositivos de quimioluminescência e autofluorescência como auxiliares na detecção de câncer oral e OPMDs.	Vinte e cinco estudos mostraram que quimioluminescência é sensível para OPMDs, mas prefere leucoplasia, enquanto a autofluorescência detecta várias lesões, podendo gerar falsos positivos em inflamações benignas.

Fonte: Elaboração própria.

3 DISCUSSÃO

3.1 INTRODUÇÃO AO CARCINOMA ESPINOCELULAR

O CEC é uma neoplasia originada das células escamosas, que são basicamente células planas epiteliais presentes na pele e na mucosa, e quando acometidas pela patologia apresentam multiplicação anormal e desordenada com potencial invasivo a tecidos vizinhos, sendo a lesão responsável por cerca de 90% de todos os casos de câncer da cavidade oral de acordo com a *American Câncer Society (ACS)* (LIPKE et al, 2025).

3.2 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

O CEC se apresenta clinicamente de diversas formas, sendo frequentemente descrito como uma lesão ulcerada, com base endurecida, centro necrosado, bordas elevadas e nítidas, por efeito da absorção dos tecidos subjacentes, além disso a American Câncer Society destaca que as lesões podem aparecer de forma silenciosa sendo caracterizadas de indolores, onde apesar de haver possibilidade de apresentação como úlcera, a lesão pode permanecer latente a sensação de dor por muito tempo, fato este que dificulta muito o diagnóstico precoce da doença, impactando diretamente no tratamento e prognóstico da patologia (CARVALHO E DUQUE 2021).

3.3 DIAGNÓSTICO

A partir do exame clínico, outra etapa fundamental para o diagnóstico se dá no momento de análise histopatológica, onde é realizada a coleta de uma amostra por meio de um procedimento de biópsia, e em ambiente laboratorial, o patologista analisa o tecido removido com auxílio de equipamento microscópico determinando o potencial ou grau de malignização do fragmento. (PIERFILICE et al, 2024).

O exame convencional de cavidade oral por avaliação visual e tátil, apesar de considerado padrão para o diagnóstico, carrega desafios como a diferenciação de lesões inespecíficas e lesões potencialmente malignas ou benignas (SCHEER et al, 2014). Por isso, afim de solucionar algumas desvantagens, foram criadas tecnologias com alta sensibilidade e especificidade para facilitar o diagnóstico e consequentemente o tratamento precoce dos pacientes (YAN et al, 2017).

3.4 USO DAS TECNOLOGIAS DE LUZ NO DIAGNÓSTICO DE CARCINOMA ESPINOCELULAR

A fim de resolver ou minimizar as desvantagens de técnicas de biópsias tradicionais, foram desenvolvidas técnicas que auxiliam o diagnóstico usando tecnologias baseadas em luz, e tais técnicas consistem em interações ópticas dos tecidos com o tipo de luz de excitação utilizada, através de métodos como espectroscopia e imunofluorescência (OMAR, 2015).

Outras técnicas têm sido também estudadas incluindo quimioluminescência e autofluorescência, esses métodos analisam as diferenças de absorção de luz e fluorescência entre tecidos saudáveis e tecidos não saudáveis como consequência de processos metabólicos anormais e alterações que influenciam as propriedades de absorção e autofluorescência de células cancerígenas ou potencialmente cancerígenas, incluindo a presença de fluoróforos endógenos nos tecidos permite que ocorra o fenômeno da fluorescência quando são excitados por uma fonte de luz (PIERFELICE et al, 2024).

Atualmente, a Espectroscopia Raman tem se destacado como uma ferramenta promissora na oncologia para a diferenciação entre tecidos normais e malignos onde, estudos recentes demonstram que essa técnica, que analisa as vibrações moleculares dos tecidos, pode identificar alterações bioquímicas associadas ao câncer com alta precisão, por exemplo, a Espectroscopia Raman tem sido aplicada com sucesso na diferenciação de tecidos pancreáticos normais, pancreatite e Adenocarcinoma Ductal Pancreático, mostrando seu potencial na detecção precoce de neoplasias pancreáticas, o mesmo se aplica a lesões orais potencialmente malignas (DAVIES et al, 2015).

As alterações morfológicas e bioquímicas no tecido maligno tornaram-se aspectos detectáveis por métodos espectroscópicos ópticos, e dessa forma ao analisar os padrões de luz específicos, essas tecnologias expõem o tecido bucal a diferentes comprimentos de onda, onde a interação da luz com os tecidos resulta na absorção e reflexão de forma diferente para tecidos normais e tecidos sem alteração, evidenciando áreas que possuem malignidade que muitas vezes não são vistas a olho nu por estarem em um estágio inicial (PIERFELICE et al, 2024).

A espectroscopia de Raman se baseia em um fenômeno chamado espelhamento Raman, que ocorre quando há uma interação entre um feixe de laser e uma molécula, onde a luz é espalhada de forma diferente e uma pequena porcentagem de luz sofre alteração quando incidida sobre os tecidos, fornecendo sua estrutura e identidade química, identificando dessa forma alterações moleculares associadas a malignização celular (BEHL, 2024).

Além disso, avanços na integração da Espectroscopia Raman com algoritmos de aprendizado de máquina têm melhorado significativamente a acurácia na classificação de tecidos tumorais visto que, um estudo demonstrou que a combinação de técnicas de redução de dimensionalidade com máquinas de vetores de suporte (SVM) alcançou uma acurácia de 83%, sensibilidade de 77% e especificidade de 92% na diferenciação entre tecidos tumorais e normais (SHIPP et al, 2017).

Paralelamente, técnicas ópticas como quimioluminescência e autofluorescência têm sido exploradas como métodos auxiliares no diagnóstico de lesões orais potencialmente malignas e, a quimioluminescência, por exemplo, utiliza a emissão de luz resultante de reações químicas para destacar áreas de alteração tecidual, facilitando a identificação de lesões suspeitas, já a autofluorescência baseia-se na emissão de luz por fluoróforos endógenos presentes nos tecidos quando excitados por uma fonte de luz específica (PIERFELICE et al, 2024).

A técnica de imagem por autofluorescência é descrita como um método onde os fluoróforos presentes no tecido absorvem radiação em um comprimento de onda específico (400-460 nm) e a reemitem em um comprimento de onda mais elevado (cerca de 510 nm), e entre esses principais fluoróforos estão o dinucleotídeo de flavina adenina (FAD) e a nicotinamida adenina (NADH), que são responsáveis pela aparência esverdeada em tecidos saudáveis e pela coloração escurecida em regiões com alterações teciduais (CHAMOLI et al, 2021)

A autofluorescência e sua eficácia, estão diretamente ligados as alterações bioquímicas celulares, presença de infiltrado inflamatório e à angiogênese que ocorre durante todo o processo neoplásico, e desta forma a técnica consiste na incidência de uma luz ultravioleta de excitação ideal 400 nm, que irá evidenciar tecidos alterados por meio da exposição de diferentes padrões de cores que variam de acordo com a normalidade celular, com o auxílio de filtros ópticos (TOMO et al, 2019).

Devies et al (2015) indicam que tecidos saudáveis exibem autofluorescência verde, enquanto tecidos malignos ou displásicos apresentam uma diminuição ou ausência desse sinal, auxiliando na detecção de margens tumorais durante procedimentos cirúrgicos, neste mesmo estudo o sinal fluorescente azul de 5-ALA foi aumentado após sua aplicação em lesões precoces e cancerosas.

Já a técnica de quimioluminescência, funciona a partir de da emissão de luz proveniente de uma reação química dos tecidos com uma substância auxiliar, onde a mais comumente usada é o ácido acético a 1% através de um enxague bucal por 60 segundos, seguido de uma inspeção visual com irradiação de uma luz branca, que evidenciará uma coloração alterada nos tecidos malignos que é denominada de acethowhite.

Portanto a notória necessidade de evolução por parte do diagnóstico do Carcinoma Espinocelular Oral fica evidente quando existe a comprovação das desvantagens de métodos tradicionais, e as vantagens quanto aos novos métodos auxiliares (LIMA et al, 2020). A espectroscopia de Raman, a quimioluminescência e a autofluorescência são meios de diagnóstico promissores, mas apesar de sua comprovada eficácia, ainda são necessários mais estudos que aprofundem o funcionamento das técnicas afim de populariza-las e torna-las mais acessíveis (OMAR, 2015).

4 CONCLUSÃO

O CEC é uma patologia que afeta a população de forma significativa e grave, e por isso as ciências da saúde devem buscar sempre um diagnóstico preciso e precoce. Cada vez mais a população se expõe a fatores de risco determinantes do desenvolvimento de lesões malignas, e consequentemente a incidência do CEC bem como sua mortalidade aumentam constantemente. Por isso a necessidade da criação e desenvolvimento de técnicas que contribuem para o diagnóstico dessa patologia é de extrema importância visto que mesmo agindo como métodos auxiliares, as tecnologias ópticas servem o propósito de gerar uma maior assertividade e previsibilidade acerca do CEC e seu desenvolvimento. Conclui-se que esses métodos apesar de eficazes não substituem totalmente técnicas tradicionais que são consideradas padrão ouro, como por exemplo o exame clínico e a biópsia que possuem capacidade para determinar uma análise clínica e histopatológica da lesão propriamente dita. Os exames de autofluorescência e quimioluminscência são descritos como métodos valiosos para a etapa de triagem do CEC, porém são considerados limitados quanto a sua especificidade, enquanto a Espectroscopia de Raman fica estabelecida como técnica promissora, que, no entanto, devido a seu alto custo, possui uso



limitado a centros de pesquisa. Considerando as limitações das técnicas a respeito de sua aplicabilidade, muitos cirurgiões dentistas e médicos não possuem acesso a essas ferramentas, e tampouco as conhecem, talvez por se tratarem de métodos novos e com valor de mercado alto. Portanto, deve-se considerar a necessidade de mais estudos que as descrevam e desenvolvam de forma mais detalhada, culminando uma maior popularidade e consequentemente um melhor acesso para os profissionais que podem utiliza-las.

REFERÊNCIAS

- BORKAR, S.; RECHE, A.; PAUL, P.; DESHPANDE, A.; DESHPANDE, M. *Noninvasive technique for the screening and diagnosis of oral squamous cell carcinoma*. *Cureus*, [S.l.], v. 15, n. 9, p. e46300, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7759/cureus.46300>. Acesso em: 19 abr. 2025
- BUNGSHAN A.; FAROOQ I. *Oral squamous cell carcinoma: metastasis, potentially associated malignant disorders, etiology and recent advancements in diagnosis* [version 1; peer review: 3 approved]. *F1000Research* 2020, 9:229. Disponível em: <https://doi.org/10.12688/f1000research.22941.1> Acesso em: 07/09/2025
- BEHL, I. *Raman Microspectroscopy for Detection of Oral Potentially Malignant Disorders Using Minimally Invasive Brush Biopsy Samples*. Disponível em: <https://doi.org/10.21427/6gf3-8663>. Acesso em: 07/09/2025
- CARRERAS-TORRAS, C.; GAY-ESCODA, C. *Techniques for early diagnosis of oral squamous cell carcinoma: Systematic review*. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 20, n. 3, p. e305–e315, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/doi:10.4317/medoral.20347>. Acesso em: 23/02/2025
- CHAMOLI, A.; GOSAVI, A. S.; SHIRWADKAR, U. P.; WANGDALE, K. V.; BEHERA, S. K.; KURREY, N. K.; KALIA, K.; MANDOLI, A. *Overview of oral cavity squamous cell carcinoma: Risk factors, mechanisms, and diagnostics*. *Oral Oncology*, [S.l.], v. 121, p. 105451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2021.105451>. Acesso em: 24/03/2025
- CHEN, S-H.; HSIAO, S-Y.; CHANG, K-Y; CHANG, J.Y. *New Insights Into Oral Squamous Cell Carcinoma: From Clinical Aspects to Molecular Tumorigenesis*. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 5, p. 2252, 1 jan. 2021. <https://doi.org/10.3390/ijms22052252>. Acesso em: 07/09/2025
- PIERFELICE, T. V.; CINQUINI, C.; IEZZI, G.; D'ARCANGELO, C.; D'ERCOLE, S.; PETRINI, M. *The Diagnostic Potential of Non-Invasive Tools for Oral Cancer and Precancer: A Systematic Review*. *Diagnostics*, Basel, v. 14, n. 18, p. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14182033>. Acesso em: 18/04/25
- DAROIT, N. B.; MARTINS, L. N.; GARCIA, A. B.; HAAS, A. N.; MAITO, F. L. D. M.; RADOS, P. V. *Oral cancer over six decades: a multivariable analysis of a clinicopathologic retrospective study*. *Brazilian Dental Journal*, v. 34, n. 5, p. 115–124, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305264>. Acesso em: 18/04/25
- SANTOS, L. C. O.; BATISTA, O.; CANGUSSU, M. C. *Characterization of oral cancer diagnostic delay in the state of Alagoas*. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 76, n. 4, p. 416–422, 1 jul. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1808-86942010000400002>. Acesso em: 24/03/2025
- HIRSCH, J.M.; RONA, S.; HASSEUS, B.; LINDBLAD, J. *A paradigm shift in the prevention and diagnosis of oral squamous cell carcinoma*. *Journal of Oral Pathology & Medicine: Official Publication of the International Association of Oral Pathologists and the American Academy of Oral Pathology*, v. 52, n. 9, p. 826–833, 1 out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jop.13484>. Acesso em: 24/03/2025
- LIMA, I. F. P.; BRAND, L.; FIGUEIREDO, J. A. P.; STEIER, L.; LAMES, M. L. *Use of autofluorescence and fluorescent probes as a potential diagnostic tool for oral cancer: A*

systematic review. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, v. 33, p. 102073, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102073>. Acesso em: 18/04/25

LIPKE, B. L.; MACEDO, C. L. R.; SANTOS, R. B.; JÚNIOR, C. A. K.; SOUZA, F. H. C. **Técnicas de detecção de Carcinoma Espinocelular: revisão de literatura.** Revista Caribeña de Ciencias Sociales, v. 14, n. 2, p. e4459, 24 fev. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rcssv14n2-014>. Acesso em: 18/04/25

LUO, X.; XU, H.; HE, M.; HAN, Q.; WANG, H.; SUN, C.; LI, JING.; JIANG, L.; ZHOU, YU.; DAN, H.; FENG, X.; ZENG, X.; CEHN, Q. **Accuracy of autofluorescence in diagnosing oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders: a comparative study with aero-digestive lesions.** Scientific Reports, [s.l.], v. 6, p. 29943, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep29943>. Acesso em: 23/02/2025

TARLE M.; LUKŠIĆ I. **Pathogenesis and Therapy of Oral Carcinogenesis.** International Journal of Molecular Sciences, v. 25, n. 12, p. 6343–6343, 8 jun. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms25126343> Acesso em: 07/09/2025

OMAR, E. **Current concepts and future of noninvasive procedures for diagnosing oral squamous cell carcinoma - a systematic review.** Head & Face Medicine, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 6, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13005-015-0063-z>. Acesso em: 23/02/2025

PAL, R.; EDWARD, K.; MA, L.; QIU, SUIMIN.; VARGAS, G. **Spectroscopic characterization of oral epithelial dysplasia and squamous cell carcinoma using multiphoton autofluorescence micro-spectroscopy.** Lasers in Surgery and Medicine, v. 49, n. 9, p. 866–873, 5 jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/lsm.22697>. Acesso em: 24/03/2025

RASHID, A.; WARNAKULASURIYA, S. **The use of light-based (optical) detection systems as adjuncts in the detection of oral cancer and oral potentially malignant disorders: a systematic review.** Journal of Oral Pathology & Medicine, v. 44, n. 5, p. 307–328, 3 set. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jop.12218>. Acesso em: 18/04/25

RIBEIRO DE PAULA, M.; VIEIRA, L. I.; LIRA, M. P.; FREIRE, G. M.; MORAES, M. **Perfil epidemiológico do Carcinoma de Células Escamosas de Cavidade oral e orofaringe diagnosticados na liga Mossoerense de estudo e combate ao câncer.** Revista Ciência Plural, v. 8, n. 1, p. e24820, 26 out. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4034/PBOCI.2014.1453.05>. Acesso em: 24/03/2025

SCHEER, M.; FUSS, J.; DERMAN, M. A.; KREPPPEL, M.; NEUGEBAUER, J.; ROTHAMEL, D.; DREBBER.; ZOELLER, J. E. **Autofluorescence imaging in recurrent oral squamous cell carcinoma.** Oral and Maxillofacial Surgery, v. 20, n. 1, p. 27–33, 12 ago. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10006-015-0520-7>. Acesso em: 24/03/2025

SHIPP, D. W.; SINJAB, F.; NOTINGHER, I. **Raman spectroscopy: techniques and applications in the life sciences.** Advances in Optics and Photonics, v. 9, n. 2, p. 315, 9 jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1364/AOP.9.000315>. Acesso em: 23/02/2025

TOMO, S.; MIYAHARA, G. I.; SIMONATO, L. E. **History and future perspectives for the use of fluorescence visualization to detect oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.10.005>. Acesso em: 18/04/25

YAN, Y.J.; HUANG, T. W.; CHENG, N, L.; HSIEH, Y, F.; TSAI, M. H.; CHIOU, JIN. C.; DUANN, J. R.; LIN, Y. J.; YANG, C. S.; YANG, M. ***Portable LED-induced autofluorescence spectroscopy for oral cancer diagnosis***. Journal of Biomedical Optics, v. 22, n. 4, p.9 045007, 19 abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/1.JBO.22.4.045007>. Acesso em: 24/03/2025

YELADANDI, M.; MAHESWARI, T. N. U.; CHAITANYA, N. CSK.; PRASANNA, C. K.; SRIPOO, A.; SHUGUFTA K.; DHANYA, M. ***Light-Based Non-Invasive Techniques as Diagnostic Tools in Cancer Detection: A Systematic Review***. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, v. 15, n. Suppl 1, p. S93–S97, jul. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_613_22. Acesso em: 18/04/25