

# O IMPACTO DO USO DA LASERTERAPIA NO TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA EM DENTES COM LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS

## *THE IMPACT OF LASER THERAPY USE ON THE TREATMENT OF DENTIN SURFACE IN TEETH WITH NON-CARIOUS CERVICAL LESIONS*

Leandro J. Fernandes<sup>1</sup>; Nathan da S. Ribeiro<sup>2</sup>; Amanda P. Borges<sup>3</sup>

### RESUMO

As lesões cervicais não cariosas (LCNC) apresentam-se como perda irreversível da estrutura dentária na região cervical, sem envolvimento bacteriano, possuindo etiologia complexa, multifatorial, e atualmente a sua prevalência tem aumentado progressivamente. A terapia a laser na odontologia tem sido cada vez mais frequente para potencializar os tratamentos convencionais, e mais recentemente o tratamento das LCNCs. Esta pesquisa visou avaliar o efeito do uso do laser de alta potência na superfície dentinária de elementos dentários bovinos com lesão cervical não cariosa simulada. As amostras foram seccionadas e divididas aleatoriamente em dois grupos: grupo teste, com aplicação de laser (CL) e grupo controle, sem aplicação de laser (SL). Os corpos de prova foram confeccionados e a smear layer simulada. Os corpos de prova do grupo teste foram submetidos ao laser de Erbium (Er:Yag), com comprimentos de onda variando de 635 a 2780 nm. Na próxima etapa desta pesquisa, a superfície dentinária bem como os grupos funcionais de superfície serão analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), respectivamente. Espera-se demonstrar a eficiência da aplicação do laser nestas lesões a fim de promover uma diminuição das falhas adesivas de restaurações de resina composta.

**Palavras-chave:** Lesão cervical não cariosa, dentina, laser,

### ABSTRACT

Non-carious cervical lesions (NCCL) present as irreversible loss of tooth structure in the cervical region, without bacterial involvement, with a complex, multifactorial etiology, and currently their prevalence has progressively increased. Laser therapy in dentistry has become increasingly common to enhance conventional treatments, and more recently the treatment of NCCLs. This research aimed to evaluate the effect of using a high-power laser on the dentin surface of bovine dental elements with simulated non-carious cervical lesions. The samples were sectioned and randomly divided into two groups: test group, with laser

1 Leandro Jorge Fernandes - Docente do Curso de Graduação em Odontologia do UNIFESO  
leandrojorgefernandes@unifeso.edu.br.

2 Nathan da Silva Ribeiro - Acadêmico do 10º período do Curso de Graduação em Odontologia do UNIFESO  
nathangcontabilidade@gmail.com.

3 Amanda Pereira Borges - Acadêmica do 10º período do Curso de Graduação em Odontologia do UNIFESO  
amandapborges2@gmail.com.

application (CL) and control group, without laser application (SL). The test specimens were prepared and the smear layer was simulated. The specimens from the test group were subjected to the Erbium laser (Er:Yag), with wavelengths ranging from 635 to 2780 nm. In the next stage of this research, the dentin surface as well as the surface functional groups will be analyzed by scanning electron microscopy (SEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), respectively. It is expected to demonstrate the efficiency of applying the laser to these lesions in order to promote a reduction in adhesive failures of composite resin restorations.

**Keywords:** Non-carious cervical lesion, dentin, laser.

## INTRODUÇÃO

As lesões cervicais não cariosas (LCNC's) estão cada vez mais frequentes, podendo acometer quase todas as faixas etárias, sendo considerada um problema de saúde pública (Kina et al., 2015). Tais lesões, estão associadas a uma perda exacerbada de tecido dentário no terço cervical do dente, correspondente à junção amelocementária, onde pode-se afetar também as faces interproximais, vestibular e palatina (Haralur, 2019). Para o seu tratamento, é indispensável a identificação e a remoção do fator causal antes da restauração da área afetada (Pinheiro, 2020).

As resinas compostas estão entre os principais materiais dentários utilizados para o tratamento de LCNCs. Elas são usadas para proteger os dentes afetados, para melhorar a estética e para tratar a hipersensibilidade. Porém, muitos estudos relataram que a perda de retenção de LCNCs pode variar de 0% a 50%. Ela ocorre especialmente devido à dificuldade de adesão do material dentário, ao alto grau de esclerose que pode existir na dentina de LCNCs e a uma grande quantidade de minerais, os quais podem prejudicar o estabelecimento adequado de uma camada híbrido. Para minimizar esses problemas, o tratamento da superfície dentária tem sido sugerido para melhorar a adesão de restaurações de resina composta em LCNCs (Rocha, 2018).

A odontologia atual está propensa à viabilização de mecanismos menos invasivos com a finalidade de minimizar a dor e o desconforto durante e após as intervenções odontológicas (Henriques et al., 2008). Sendo assim, diversos estudos vêm sendo desenvolvidas para estabelecer os melhores parâmetros e técnicas de irradiação, com o intuito de viabilizar o emprego do laser em diferentes procedimentos odontológicos (Moriyama, 2006). Entretanto, o uso do laser em superfícies de dentes higidos, deve ser feito com cautela, tendo em vista que estudos como os de Frazen, et al., 2015, mostram que o aumento da temperatura nos tecidos duros, quando exagerado, pode gerar efeitos negativos aos tecidos pulpare, tendo seu limite de 5,6°C.

A ação do uso do laser de Erbium na análise de túbulos dentinários também foi estudada por Matsumoto, que em 1998, analisou as mudanças morfológicas de dentes tratados com o laser Er:YAG, tendo verificado através do MEV, que a superfície da dentina apresentava-se com túbulos abertos. Já Tanji et al., 1998, chegaram à conclusão de que com o laser Nd:YAG houve a fusão e a recristalização da dentina, obliterando alguns túbulos dentinários.

Diante desse contexto, é imprescindível que se estude novas formas de melhorar as superfícies dentárias, sejam elas, esmalte ou dentina, a fim de melhor receber a adesão de materiais restauradores, principalmente quando se trata de elementos com algum tipo de lesão, como é a LCNC.

## OBJETIVOS

### Objetivo primário

Avaliar o efeito do uso do laser de alta potência (Er:YAG), na dentina de elementos dentários bovinos com lesão cervical não cariosa simulada, através da análise química e morfológica destes substratos.

## Objetivos secundários

- Analisar os compostos químicos presentes na dentina com e sem exposição ao laser;
- Examinar qualitativamente a morfologia dentinária na dentina com e sem exposição ao laser.

## REVISÃO DE LITERATURA

Lesões cervicais não cariosas (LCNC) são alterações patológicas que ocorrem na região cervical dos dentes e não são causadas por cáries. Essas lesões podem ter diversas origens e estão frequentemente associadas a condições como erosão, abrasão e a abfração. A erosão dental é considerada uma degradação do esmalte dental devido a um processo químico ácido, sem a participação de bactérias. Conhecida como perimólise, as lesões erosivas geralmente apresentam a forma de pires e são causadas por ácidos provenientes de fontes externas, como alimentos e bebidas ácidas, ou internas, como problemas gastrointestinais. Esses ácidos afetam principalmente a superfície vestibular dos dentes. A abrasão dental é a perda de tecido dental causada por fricção mecânica repetitiva, envolvendo objetos ou substâncias abrasivas. Essa perda pode ser difusa ou localizada, dependendo de fatores como técnica de escovação, força aplicada e tipo de escova e dentífrico utilizados. Lesões abrasivas frequentemente aparecem em forma de V e são caracterizadas por uma superfície lisa e brilhante. Já a abfração refere-se a defeitos em forma de cunha na região cervical dos dentes, causados por forças oclusais não axiais que geram microfraturas no esmalte. Essas fraturas tornam a região suscetível ao efeito dos ácidos e à abrasão pela escovação, resultando em lesões com bordas afiadas. (Pashley, 2009; Barbosa, Prado Junior e Mendes, 2019).

Naik, Rao e Sharma, em 2015, relataram que as lesões cervicais não cariosas são caracterizadas por um desgaste dentário que ocorre na região próxima à junção cimento esmalte (JCE), sem estar associada à presença de microrganismos, como ocorre na cárie dental. Essas lesões provocam a movimentação de fluidos dentro dos túbulos dentinários expostos ao ambiente bucal, resultando em uma dor aguda e de curta duração, além disso podem afetar a estrutura dentária e podendo gerar diversos problemas clínicos.

A prevalência combinada de LCNC e hipersensibilidade dentinária (HD) é de aproximadamente 46,7%. O tratamento de lesões cervicais não cariosas (LCNC) varia conforme a etiologia e a gravidade da lesão, e a literatura sugere diversas abordagens terapêuticas. Entre as principais estratégias, o tratamento restaurador é frequentemente empregado. No caso das restaurações diretas, materiais como resinas compostas e cimentações de ionômero de vidro são utilizados para restaurar lesões cervicais, protegendo a dentina exposta, melhorando a função mastigatória e estética dental. Para lesões mais extensas, onde há perda significativa de estrutura dental, podem ser realizadas restaurações indiretas, como coroas ou onlays, que oferecem uma proteção mais duradoura e restauram a integridade estrutural do dente. Além do tratamento restaurador, a abordagem dessensibilizante é uma opção importante. A aplicação de agentes dessensibilizantes, como sais de potássio, fluoreto, arginina e fosfato de cálcio, visa reduzir a dor ao despolarizar as fibras nervosas na dentina exposta, fortalecer o esmalte e formar uma camada protetora sobre a dentina.

Alguns estudos recomendam a modificação dos hábitos de escovação, como o uso de escovas com cerdas macias e a técnica correta de escovação para reduzir a abrasão

e proteger a estrutura dentária. O controle da dieta, evitando alimentos e bebidas ácidas, também é fundamental para prevenir a erosão dental. Além disso, o tratamento de condições subjacentes, em um tratamento multidisciplinar, como refluxo gastroesofágico pode ajudar a minimizar a erosão dental. Para lesões associadas à abfração, técnicas restauradoras específicas são usadas para restaurar a forma do dente e proteger a região cervical afetada. O monitoramento e ajuste da oclusão também são importantes para evitar forças excessivas que possam agravar a lesão (Barbosa, Prado Junior e Mendes, 2019).

Sesz, et al., em 2021 relataram que os pré-molares são frequentemente afetados por lesões cervicais não cariosas (LCNCs), cuja etiologia é multifatorial. Acrescentaram ainda que essas lesões podem causar hipersensibilidade dentinária devido à exposição da dentina. Embora as resinas compostas não tratem a causa das LCNCs, elas restauram o tecido perdido, melhoram a integridade dental, reduzem o desgaste adicional e aliviam a hipersensibilidade, além de melhorar a estética. No entanto, a restauração dessas lesões é desafiadora, pois as LCNC frequentemente envolvem dentina esclerótica, que é mais mineralizada e menos permeável do que a dentina saudável. Isso dificulta a adesão das resinas compostas devido à presença de sais minerais nos túbulos dentinários e à superfície hipermineralizada que resiste ao condicionamento com ácido fosfórico e primers autocondicionantes. Além disso, a flexão do dente durante a mastigação pode afetar a retenção das resinas compostas.

O uso de laser para tratar a hipersensibilidade dentinária começou a ser explorado em 1980. Em comparação com outras formas de tratamento, os lasers oferecem várias vantagens, incluindo facilidade de operação, segurança, confiabilidade e um rápido efeito analgésico. Eles são eficazes na modulação das respostas teciduais e na redução da dor. Os lasers utilizados no tratamento podem ser classificados em dois tipos: lasers de baixa intensidade, como o laser de Hélio-Neônio (He-Ne) e o Arseneto de Gálio e Alumínio, eles são utilizados principalmente para promover a reparação da dentina e reduzir a hipersensibilidade dentinária. Eles atuam estimulando a regeneração dos tecidos dentários e melhorando a função de resposta do tecido ao tratamento. Esses lasers são eficazes na modulação da inflamação e no alívio da dor associada à exposição da dentina. E existem os lasers de alta intensidade, como o laser de Neodímio Ítrio Alumínio Granado (Nd) e o laser de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), são usados para selar os túbulos dentinários expostos, o que pode reduzir significativamente a sensibilidade dentinária. Eles proporcionam um efeito de selamento eficaz ao aplicar energia diretamente sobre a superfície dentária, promovendo uma camada protetora que minimiza a entrada de estímulos externos. (Mendes et al., 2021). O érbio: ítrio – alumínio – granada (Er: YAG) tem atraído atenção na odontologia nos últimos anos. O seu comprimento de onda de emissão (2,940 nm) é fortemente absorvido pela água, e portanto, eficaz e eficiente no tecido duro dentário, resultando na ablação do mesmo. Estudos anteriores sugeriram que superfícies dentinárias irregulares e túbulos dentinários estavam abertos após irradiação com laser Er:YAG, o que aumenta a área de ligação entre a dentina e o adesivo. Alguns pesquisadores também confirmaram que o laser Er:YAG pode melhorar a resistência ao cisalhamento entre a dentina e superfície restaurada, além de reduzir a sua microinfiltração. Superfícies dentinárias irradiadas com laser Er:YAG mostraram alterações microestruturais com aspecto rugoso e túbulos dentinários abertos, sem esfregaço e desmineralização, sugerindo que esse processo proporciona um melhor substrato para restaurações adesivas. No entanto, os parâmetros precisos do laser

ainda não foram determinados para otimizar a resistência da ligação resina-dentina durante o condicionamento da superfície dentária. Acredita-se que vários fatores, incluindo a potência de saída do laser, o sistema adesivo aplicado e o efeito do ataque ácido podem afetar a qualidade da ligação à dentina irradiada com laser. Desta forma, ainda existem poucos estudos sobre o efeito do laser Er:YAG na resistência de união das restaurações de resina composta ao tecido dentinário (Karadas et al., 2017).

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo experimental, *in vitro*, multicêntrico, realizado no Centro Universitário Serra dos Órgãos (Unifeso) e Odontoclínica Central do Exército (OCEx) e também a ser realizado a sua segunda etapa no Instituto Militar de Engenharia (IME). Os maquinários previstos para o preparo e análise dos corpos de prova foram cedidos gratuitamente. Para este trabalho foram utilizados 10 dentes recém extraídos de animais bovinos (protocolo de pesquisa 567/2023 aprovada pelo CEUA). As amostras deste estudo foram selecionadas a partir dos dentes coletados, os quais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo com aplicação de laser (CL), grupo teste; grupo sem aplicação de laser (SL), grupo controle. Desses grupos, as amostras foram distribuídas aleatoriamente da seguinte forma: n=5 para avaliação por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), n=5 para avaliação FTIR. Após a coleta, os dentes foram lavados em água corrente e os resíduos do ligamento periodontal, tecido gengival e ósseo, bem como possíveis cálculos supra e subgengivais, removidos com curetas periodontais (Golgran, São Caetano do Sul, Brasil). A seguir os dentes foram submetidos à profilaxia com pedra-pomes e água, aplicada com escova Robinson, inserida em micromotor (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil). Em seguida, os elementos dentários foram inspecionados com auxílio de sonda exploradora (Duflex, Juiz de Fora, Brasil) e lupa com aumento de 3,5x para verificação de trincas. Posteriormente, os dentes foram identificados e armazenados em solução de cloramina T 0,5% em recipientes de vidro lacrados, de 4 a 7°C, por uma semana, para desinfecção (Armstrong et al., 2017).

### 1. Preparo dos corpos de prova

As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos: grupo com aplicação do laser (CL), grupo teste; grupo sem aplicação do laser (SL), grupo controle. Em seguida, as linhas dos colos dentais foram marcadas em cada dente dos dois grupos de amostras através de uma caneta Stablio Point 88 (STABILO, São Paulo, Brasil) em toda a superfície bucal. Toda essa região foi seccionada do restante do tecido dentário através de corte sagital, no sentido vestibulo-lingual, utilizando disco de carburundum de dupla face de 38 mm de diâmetro por 0,6 mm de espessura (American Burs) acoplado a um mandril de peça reta conectado a um micro-motor odontológico (Dabi-Atlante) em velocidade de 10.000 rpm, dividindo cada dente em duas partes: uma coronária e uma radicular, onde as partes radiculares foram descartadas. As partes coronárias das amostras de ambos os grupos foram novamente marcadas e seccionadas dividindo-as em duas partes: uma oclusal e outra coronária. As partes coronárias de ambos os grupos foram inseridas em anéis de tubos de PVC (Tigre) com 0,5 polegada de diâmetro e 2 centímetros de altura, contendo resina acrí-

lica transparente (Jet) na fase fibrilar (figura 1), e colocou-se uma placa de vidro na parte inferior e outra na parte superior de cada anel, onde esperou-se a polimerização final da resina acrílica, e desta forma cada corpo de prova foi confeccionado (figura 2).

**Figura 1-** inserção da resina acrílica



**Fonte:** arquivo pessoal

**Figura2-** confecção dos corpos de prova



**Fonte:** arquivo pessoal

### Simulação de smear layer

As partes coronárias de todas as amostras, grupo controle e teste, foram submetidas ao processo de abrasão (figura 3) máquina politriz, (Buehler, Lake Bluff, IL, USA) em 200 rpm, com disco de lixa d'água grão 600, por 30 segundos.

Figura 3: máquina politriz (Unifeso)



Fonte: arquivo pessoal

### Aplicação do Laser Er:YAG

Os corpos de prova do grupo teste (CL) foram submetidos ao o laser de Erbium (Er:Yag) Life Touch (figuras 4, 5 e 6), com comprimentos de onda variando de 635 nm a 2780 nm. Os diâmetros das fibras ópticas utilizadas para transmissão da fonte de luz variaram entre 200  $\mu$ m- 200 mm, e a potência entre 40 mWatts (mW) - 1,5 Watts. A duração da irradiação foi de 140 microssegundos ( $\mu$ s) a 3 minutos.

**Figura 4-** laser de Erbium Life Touch (OCEX)



**Fonte:** arquivo pessoal

**Figura 5-** preparo para aplicação do laser



**Fonte:** arquivo pessoal

**Figura 6-** aplicação do laser no corpo de prova

Fonte: arquivo pessoal

## DISCUSSÃO

Devido à complexidade desta pesquisa e a impossibilidade de utilizarmos o maquinário do Instituto Militar de Engenharia (IME), o tempo necessário para o seu desenvolvimento tornou-se curto, necessitando de um período maior para a conclusão deste trabalho científico.

Sendo assim entende-se agora, que esta pesquisa divide-se em duas partes: a primeira, concluída no ano de 2024, onde realizamos a revisão de literatura vigente, definimos a metodologia, confeccionamos os corpos de prova, realizamos a simulação da smear layer e aplicamos o laser. E a segunda etapa, a ser realizada com o novo edital do PICPq 2025, onde realizaremos os testes no MEV e FTIR e analisaremos seus resultados.

Espera-se com isso que os possíveis resultados do uso do laser de Erbium (Er:Yag) apresentem um potencial significativo para o tratamento de lesões cervicais não cariosas e hipersensibilidade dentinária. As análises fornecerão contribuições valiosas sobre os efeitos do laser na dentina, tanto em termos de alterações morfológicas quanto químicas. No entanto, mesmo almejando-se resultados promissores, mais estudos serão necessários para confirmar a eficácia clínica e otimizar o uso desta tecnologia na prática odontológica.

## CONCLUSÃO

O presente estudo objetiva avaliar o efeito do uso do laser de alta potência de Erbium (Er:Yag) na dentina de elementos dentários bovinos com lesão cervical não cariiosa simulada, investigando por meio da espectroscopia FTIR o comportamento da superfície do ponto de vista químico e microscópico e identificando também as substâncias presentes e quaisquer modificações induzidas pelo tratamento com laser. Os resultados obtidos serão comparados entre o grupo que recebeu tratamento com laser e o grupo controle (não foi submetido ao laser), avaliando-se as diferenças em relação às evidências da literatura científica atual, e desta forma poderemos realizar a conclusão deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Odontoclínica Central do Exército, ao técnicos de manutenção da clínica-escola de odontologia do Unifeso e ao laboratório de habilidades odontológicas do Unifeso.

## REFERÊNCIAS

- BACHMANN, L.; DIEBOLDER, R.; HIBST, R.; ZECELL, D. M.; Changes in chemical composition and collagen structure of dentine tissue after erbium laser irradiation. **Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.** v. 61, n. 11-12, p. 2634-9, Set. 2005.
- BARBOSA, L. P. B.; PRADO JUNIOR, R. R.; MENDES, R. F. Lesões cervicais não-cariosas: etiologia e opções de tratamento restaurador. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 75, n. 1, p. 45- 56, jan./mar. 2019.
- FRAZEN, R.; RASHIDISANGSARY, B.; OZTURAN, S.; VAN WEERSCH, L.; GUTKNECHT, N.; Intrapulpal Temperature changes during root surface irradiation with dual-wavelength laser (2780 and 940 nm): in vitro study. **J. of Biomedical Optics**, v. 20, n. 1, p. 1-6, 2015.
- HARALUR S.; ALQAHTANI, A.; ALMAZNI, M.; ALQAHTANI, M.; **Association of NonCariou Cervical Lesions with Oral Hygiene Habits and Dynamic Occlusal Parameters Diagnostics**, v. 9, n. 2, p. 43, Jun. 2019.
- HENRIQUES, A. C. G.; MAIA, A. M. A.; CIMÕES, R.; CASTRO, J. F. L. A laserterapia na odontologia: propriedades, indicações e aspectos atuais. **Odontol. Clín.-Científ.**, v. 7, n. 3, p. 197- 200, Jul. 2008.
- KARADAS, Muhammet; ÇAĞLAR, İpek. The effect of Er: YAG laser irradiation on the bond stability of self-etch adhesives at different dentin depths. **Lasers in Medical Science**, v. 32, p. 967- 974, 2017.
- KINA, Mônica et al. Lesões cervicais não cariosas: protocolo clínico. **Archives of health investigation**, v. 4, n. 4, p. 21-28, 2015.
- MATSUMOTO, K. Basic and clinical research on Er:YAG laser in dentistry. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. **Proceedings**, Maui: International Society of Lasers in Dentistry, 1998. p. 235-236.
- MASKE, T. T.; ISOLAN, C. P.; VAN DE SANDE, F. H.; PEIXOTO, A. C.; FARIA E SILVA, A. L.; CENCI, M. S.; MORAES, R. R.; A biofilm cariogenic challenge model for dentin demineralization and dentin bonding analysis. **Clin Oral Investig.** v. 19, n. 5, p. 1047-53, Jun. 2015.
- MENDES, S.T.C., et al. Tratamento da hipersensibilidade dentinária com laser: revisão sistemática. **Brazilian Journal of Pain (BrJP)**, v. 4, p. 152-160, 2021.

MORIYAMA, L. T. **Ablação de resinas compostas com laser de Er: YAG sob diferentes fluxos de água.** Instituto de física de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006.

NAIK, A. K. G.; RAO, S. B. K. S.; SHARMA, A. K. Non-cariou cervical lesions and dentin hypersensitivity: A comprehensive review of the literature. *Journal of Conservative Dentistry*, v. 18, n. 3, p. 223-230, jul. 2015.

PASHLEY, T.K.; TAY, H.C.; PASHLEY, M.J.M. Non-cariou cervical lesions: diagnosis and management. *Journal of the American Dental Association*, v. 140, n. 7, p. 864-870, jul. 2009.

PINHEIRO, J., et al. Conceitos sobre o diagnóstico e tratamento das lesões cervicais não cariosas: revisão de literatura. *Revista Pró-UniverSUS*, v. 11, n. 1, p. 103-108, 2020.

TANJI, E. Y.; SOARES, S. C. G.; EDUARDO, C. P. E. MEV de canais radiculares irradiados com Er:YAG e Nd:YAG laseres. In: 15ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 1998, Águas de São Pedro. *Anais* São Paulo: SBPqO, 1998. p. 47.

SESZ, A., *et al.* Effect of flowable composites on the clinical performance of non-cariou cervical lesions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, v. 106, p. 103580, 2021.