



## **CLAREAMENTO DENTÁRIO COMO TERAPIA MODIFICADORA PARA CASOS DE ESCURECIMENTO DENTÁRIO SEVERO: REVISÃO DE LITERATURA.**

*Antonio José Tôrres Neto<sup>1</sup>, Hilcia Mezzalira Teixeira<sup>1</sup>, Renata Pedrosa Guimarães<sup>1</sup>, Alexandre Batista Lopes do Nascimento<sup>1</sup>*

### *Revisão de literatura*

#### **Resumo**

O objetivo dessa revisão de literatura foi mostrar o impacto do clareamento dental na vida do paciente com algum elemento dentário com calcificação pulpar distrófica e mostrar a sua capacidade de solucionar a queixa principal que o paciente relata. Este estudo se baseia numa revisão de literatura realizada por um pesquisador que fez a reunião de 15 artigos dentre 30 pesquisados, do período entre 2001 a 2021, em bibliotecas virtuais, como Biblioteca Virtual de Saúde, Scielo, Pubmed, Medline e bibliotecas virtuais de faculdades brasileiras. Com alto índice de sucesso, comprovado através da literatura, as técnicas de clareamento são as mais eficazes para tratar descolorações dentárias. No entanto, o tratamento endodôntico pode ser usado em dentes não vitais com sintomas ou lesões apicais, com restrições. Existem diferentes opções de tratamento, como clareamento externo, clareamento interno, facetas e restaurações coronárias diretas ou indiretas, para restaurar a cor adequada em dentes calcificados.

**Descritores:** Calcificações da Polpa Dentária; Clareamento dental; Estética Dentária.



## **DENTAL BLEACHING AS A MODIFYING THERAPY FOR CASES OF SEVERE TOOTH DARKENING: REVIEW**

### **Abstract**

The objective of this literature review was to demonstrate the impact of dental bleaching on the life of patients with dentin calcification and to show its ability to solve the main complaint reported by the patient. This study is based on a literature review conducted by a researcher who gathered 15 articles out of 30 researched between 2001 and 2021 from virtual libraries such as the Virtual Health Library, Scielo, Pubmed, Medline, and virtual libraries of Brazilian universities. With a high success rate, as proven in the literature, bleaching techniques are the most effective in treating dental discolorations. However, endodontic treatment can be used in non-vital teeth with symptoms or apical lesions, with some restrictions. There are different treatment options such as external bleaching, internal bleaching, veneers, and direct or indirect coronal restorations to restore the appropriate color in calcified teeth.

**Keywords:** Dental Pulp Calcification. Tooth Bleaching. Esthetic Dentistry.

**Instituição afiliada** – 1 Universidade Federal de Pernambuco

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 03 de Agosto, aceito para publicação em 01 de Julho e publicado em 02 de Agosto de 2023.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p201-212>

**Autor correspondente:** Antonio Torres [ajtn18@gmail.com](mailto:ajtn18@gmail.com)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## INTRODUÇÃO

Para alcançar a harmonia do sorriso, isto é, um belo sorriso, a Odontologia estética se encontra em uma situação atual de altos padrões estéticos de exigência devido aos pacientes estarem cada vez mais exigentes com os tratamentos odontológicos. Dessa forma na Odontologia é crescente o desenvolvimento de técnicas e materiais restauradores que mimetizam os aspectos biológicos e funcionais das estruturas dentárias<sup>1</sup>.

Quando levamos em consideração a estética facial, o primeiro elemento em que as pessoas concentram sua observação, é no sorriso. Em especial, os dentes incisivos centrais, desempenham importante influência na estética do sorriso. Por estarem juntos, localizados na linha média, permitem uma imediata comparação, de modo que qualquer alteração de cor, forma e textura seja percebida, causando uma desarmonização<sup>1,2</sup>.

A cor é um dos fatores que mais influenciam na não harmonização do sorriso. Desse modo, é um fator muito ligado a calcificação distrófica, que se define como uma resposta pulpar ao trauma caracterizada pela deposição de tecido duro no espaço pulpar, causando impactos na coloração do dente<sup>3</sup>. Devido a essa intensa deposição de dentina que ocorre devido ao trauma, pode acometer toda a extensão do tecido pulpar ou se limitar à coroa dental, levando ao escurecimento do dente lesionado<sup>4</sup>.

Partindo do princípio de que o tratamento de um dente com calcificação pulpar distrófica deva ser conservador, o clareamento dental é o mais indicado, pois apresenta como vantagem a preservação do tecido dental e a maior facilidade de obtenção de um resultado satisfatório, por não envolver modificações na anatomia dentária e textura dental, e ainda por ser um procedimento mais acessível, prático e de simples realização<sup>4,5</sup>.

Por conseguinte, o presente trabalho teve como objetivo, realizar uma revisão de literatura abordando o clareamento dental como tratamento estético do sorriso através da sua realização sobre um elemento dentário escurecido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo se baseia numa revisão de literatura realizada por um pesquisador que fez



a reunião de 15 artigos dentre 30 pesquisados, do período entre 2001 a 2021, em bibliotecas virtuais, como Biblioteca Virtual de Saúde, Scielo, Pubmed, Medline e bibliotecas virtuais de faculdades brasileiras, sejam eles revisão de literatura, relatos de caso, e artigos específicos de cada modalidade, para a realização de uma revisão de literatura sobre CLAREAMENTO DENTÁRIO COMO TERAPIA MODIFICADORA PARA CASOS DE ESCURECIMENTO DENTÁRIO SEVERO – REVISÃO DE LITERATURA.

O objetivo dessa revisão de literatura foi mostrar o impacto do clareamento dental na vida do paciente com algum elemento dentário com calcificação pulpar distrófica e mostrar a sua capacidade de solucionar a queixa principal que o paciente relata, desse modo, possibilitando alcançar o objetivo estético satisfatório, o seu convívio social e bem-estar psicológico.

No que diz respeito a objetivos específicos, são apontar os possíveis tratamentos e seus resultados pautados na atualidade, e pontuar também, seus efeitos na vida dos pacientes. Utilizando como critério de inclusão artigos que abordem sobre clareamento dental, em elementos dentários que sofreram calcificação pulpar distrófica decorrentes de traumatismos dentais, e sua influência no pós tratamento do paciente. Portanto, como critério de exclusão não foram utilizados artigos que não abordassem direta ou indiretamente sobre clareamento dental, em elementos dentários que sofreram calcificação pulpar distrófica decorrentes de traumatismos dentais, e sua influência no pós tratamento do paciente.

## REVISÃO DE LITERATURA

Partindo da premissa de que cálculos pulpares são calcificações discretas e estão entre mudanças que incluem calcificações pulpares mais difusas como calcificação distrófica. A calcificação distrófica se define como uma resposta pulpar a agentes físicos, químicos e biológicos, sendo a maior ocorrência relacionada ao trauma e ao envelhecimento do indivíduo. Caracterizando-se pela deposição de tecido mineralizado no espaço pulpar. Entretanto, faltam-se estudos sobre a exata causa de calcificações na polpa<sup>3,6</sup>.

Elementos dentários anteriores estão mais suscetíveis a traumatismos, alterando a estética do indivíduo, decorrendo mais comumente na fase de transição entre a infância e adolescência. Dentes traumatizados podem ter consequências como a diminuição do canal radicular e variação da sua cor, tornando-o escuro com o passar do tempo<sup>7</sup>.



É consenso na literatura que a principal causa das obliterações pulpares são os traumas e geralmente são explicados como uma reação de uma polpa vital. Cerca de 4 - 24% dos dentes que sofreram traumas vão desenvolver algum tipo de obliteração pulpar que é caracterizado pela perda radiográfica do espaço pulpar e a coloração amarelada da porção coronária do dente<sup>8</sup>.

Leonardi<sup>9</sup> relatou que a deposição de tecido mineralizado na cavidade pulpar pode ser decorrente de processos fisiológicos e patológicos. A polpa, por ser um tecido conjuntivo, quando diante de um fator agressor responderá por meio de reações de defesa. Se essas reações não forem interrompidas por intermédio da remoção da causa (por exemplo, remoção de cárie e tratamento restaurador), a polpa caminhará para o envelhecimento pulpar e a calcificação do canal radicular ou para as pulpites e a necrose pulpar.

Segundo Maccabe<sup>8</sup>, entre as formas mais comuns de deposição de tecido mineralizado na cavidade pulpar pode-se citar a deposição localizada de dentina reacional, em resposta à agressão bacteriana provocada pela carie, as calcificações pulpares nodulares ou difusas e a obliteração do canal radicular pós-traumática. Devido a essa intensa deposição de dentina que ocorre devido ao trauma, pode acometer toda a extensão do tecido pulpar ou se limitar à coroa dental, levando ao escurecimento do dente lesionado<sup>4</sup>.

A obliteração do canal pulpar está frequente associado à revascularização pulpar após lesões dentais traumáticas que afetam a polpa e o fornecimento neurovascular. Manifestações clínicas comuns é a coloração amarelada da coroa devido à deposição excessiva de dentina, e uma resposta inferior ou negativa à sensibilidade pulpar. Uma outra complicação tardia da obliteração pulpar é o desenvolvimento de necrose, diagnosticada pela presença de sinais de alterações periapicais em radiografias, devido à falta de resposta a testes de sensibilidade e descoloração dos dentes<sup>10</sup>.

Nos casos de calcificação distrófica, os tratamentos eram realizados com procedimentos bastante invasivos ao elemento dentário, procedimentos como facetas diretas ou indiretas, coroas dentárias de cerâmica, tratamentos endodônticos não conservadores<sup>11</sup>. O tratamento de elementos dentários com calcificação pulpar distrófica deve ser progressivo e minimamente invasivo, por isso preconiza o clareamento externo. Dessa forma, o clareamento externo tem a vantagem de permitir a conservação da estrutura dentária, devolvendo a estética sem necessidade de desgastes. Apresenta resultados mais satisfatórios, já que não envolve modificações na anatomia e textura dos dentes. Além disso, caso a terapia clareadora não obtenha sucesso, nada impede que os tratamentos mais invasivos sejam realizados<sup>3</sup>.

Outro meio de tratamento recomendado é o clareamento interno, sendo este um passo precedente à técnica restauradora com propósito de atenuar a cor e evitar o desgaste dental desnecessário, porém, o procedimento clareador pode não ser eficaz em algumas alterações de coloração, devendo-se então ser aliada a restaurações diretas ou indiretas. O clareamento interno pode ser associado ao externo, podendo ser executado pela técnica caseira ou de consultório, sempre com o auxílio de um profissional<sup>7</sup>.

Um fato importante para o tratamento clareador é a questão da permeabilidade, pois a estrutura dentinária em dentes com esse tipo de alteração, a resposta ao agente clareador é mais demorada, ou até ausente, podendo ser necessário um tempo mais prolongado de tratamento, por isso a necessidade de um tratamento mais demorado, utilizando clareadores a base de peróxidos que possuem um alto poder de penetração nos tecidos dentários. Deve-se estar atento também ao controle periódico da lesão e do escurecimento, devido ao grande índice de recidivas, e também, ao poder de penetração do agente, pois pode causar um processo de reabsorção radicular externa<sup>11</sup>.

Desse modo, uma das hipóteses para que isso ocorra é que o agente clareador penetra completamente nos túbulos dentinários em direção ao ligamento periodontal e inicia uma reação inflamatória, resultando em reabsorção radicular. A desnaturação da dentina na junção amelocementária pelo agente clareador pode ser outra possibilidade. Independentemente do agente clareador, alterações morfológicas na estrutura do esmalte, do cemento e da junção amelocementária são evidentes após o clareamento dentário. Diante disso, é necessária uma melhor análise do tempo de uso do agente clareador<sup>11</sup>.

Diante do exposto, a patogênese desta complicação não é ainda clara, mas sua frequência aumentou com períodos de acompanhamento mais longos, dando origem a especulações sobre o efeito dos diferentes tipos de tratamento. Considerando que a frequência de necrose pulpar após uma calcificação pulpar é bastante baixa, não há nenhuma evidência para indicar o início de uma intervenção invasiva em dentes acometidos. No entanto, mesmo quando não associado à necrose pulpar, essa nova coloração da coroa pode representar um desafio ao clínico, e exigir intervenção invasivas para ajudar a restaurar a estética. Outro fato de ajuda a aumentar os desafios é que dentes com calcificação pulpar geralmente não costumam apresentar sintomas, e geralmente são diagnosticados acidentalmente com investigações clínicas ou radiográficas<sup>12,13</sup>.

## DISCUSSÃO



Alguns estudos possuem pensamentos equivalentes em relação a estética na odontológica, pois os desafios são bastantes constantes para o Cirurgião - Dentista, variações de cor entre os dentes é um deles, pois comprometem a harmonia do sorriso. Isto posto, um traumatismo dental severo pode acarretar na calcificação distrófica da polpa caracterizada pela deposição de tecido duro mineralizado no canal pulpar determinando uma coloração da coroa que varia do amarelo ao marrom com intensa saturação<sup>4,5,9,14</sup>.

Nascimento<sup>1</sup> relatou que um grande desafio são as divergências geradas entre os autores no tratamento ideal para os casos de calcificação distrófica. Estudos enfocam a necessidade de não realização de tratamento endodôntico, alguns autores defendem o acompanhamento radiográfico, outros recomendam o tratamento endodôntico com a finalidade de evitar um futuro problema. De acordo com Marques<sup>3</sup> e Nascimento<sup>14</sup> as abordagens terapêuticas conservadoras e progressivas, complementadas com controles clínicos e radiográficos frequentes, permitem a otimização e a manutenção dos resultados estéticos e funcionais, sem os riscos e custos adicionais inerentes ao tratamento endodôntico.

Bastos<sup>10</sup> enfatizou que a alteração de cor ou redução da transparência da coroa em dentes com obliteração da cavidade pulpar tem sido associada a causa pela excessiva deposição de dentina, a qual afeta as propriedades da transmissão da luz resultando em gradual opacidade da coroa, resultando na descoloração variando do amarelado ao cinza.

Muniz<sup>13</sup>, seguindo a ideia do meio de tratamento, atualmente, o clareamento externo tem permitido a conservação da estrutura dentária. Desse modo, quando a técnica de clareamento é suficiente para alcançar um resultado estético favorável ela se torna a primeira opção, isto porque o clareamento é um procedimento mais simples, de baixo custo, e com resultados mais previsíveis para a resolução da estética do que outros tratamentos, tipo facetas diretas e indiretas, que requerem um maior treinamento em percepção estética do profissional além da necessidade de desgaste da estrutura dentária. É um método que não inviabiliza outros procedimentos mais invasivos caso esse tratamento não obtenha o sucesso esperado. Oginni<sup>12</sup>, expressou a importância da manutenção da estrutura dentária, pois isso torna o clareamento externo para dentes com calcificação distrófica da polpa a opção de escolha. Mesmo com a necessidade de controle radiográfico em longo prazo e possibilidade de novo tratamento clareador, devido à recidiva do escurecimento, o clareamento externo oferece grande chance de resolução estética, sem alterar a forma e textura dos dentes envolvidos.

Entretanto, para Silva<sup>5</sup> devido à menor permeabilidade da estrutura dentária à

penetração do agente clareador, para a obtenção do clareamento de dentes calcificados pode ser demorada, resultando na necessidade de um tempo maior do tratamento, como nesse caso, com o uso prolongado da moldeira e um clareamento seletivo em consultório, onde só o terço cervical foi clareado para pequeno ajuste de cor.

Calixto<sup>11</sup> e Muniz<sup>13</sup> afirmam, também, os benefícios do clareamento para dentes com calcificação pulpar distrófica são muito grandes e importantes e, portanto, esta deve ser sempre a opção de escolha, porém é importante salientar que devido a menor permeabilidade da estrutura dentária ao agente clareador, a obtenção do clareamento pode ser demorada resultando na necessidade de maior número de situações clínicas.

McCabe<sup>8</sup> concluiu em sua revisão que até 75% dos dentes com obliteração do canal pulpar estão livres de sintomas e não requerem tratamento, mas é necessário o monitoramento radiográfico, e que testes de sensibilidade pulpar de rotina não são confiáveis na presença de deposição dentinária no canal pulpar, e dentes com obliteração do canal da polpa com necessidade de tratamento do canal radicular constituem um desafio de diagnóstico e tratamento.

Os estudos de Souza<sup>7</sup> e McCabe<sup>8</sup> garantem a necessidade de uma avaliação mais criteriosa do elemento dentário antes de iniciar o tratamento estético se referindo ao tratamento clareador. Dessa forma, para Souza<sup>7</sup> deve-se analisar o tratamento endodôntico, os tecidos periodontais e a integridade da coroa, pois para o clareamento interno, o material a ser utilizado deve ser menos agressivo, como o perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio em baixas concentrações, ou somente com água destilada, sendo confeccionado um tampão com ionômero de vidro com o objetivo de evitar a passagem do gel clareador, prevenindo a reabsorção externa.

McCabe<sup>8</sup>, asseguram que em dentes que sofreram necrose pulpar, o tratamento endodôntico deve ser realizado, porém a calcificação pulpar impõe dificuldades, podendo resultar perfurações coronais e/ou radiculares afetando negativamente o prognóstico do tratamento. Dentro dessa perspectiva, Lara-Mendes<sup>15</sup> expõe que a Associação Americana de Endodontia dita que a terapia endodôntica em canais radiculares calcificados como terapia de alto nível de dificuldade, demonstrando mais ainda toda dificuldade do tratamento. Os dentes com calcificação pulpar deverão ser acompanhados e somente diante de sinais de sintomas e doença periapical deverá ser indicado o tratamento endodôntico.

Complementando, Oginni<sup>12</sup> considera que as transformações de calcificação notadas em radiografias sugerem que o dente deve ser tratado endodonticamente, uma vez que é esperada uma necrose pulpar por infecção secundária, e a terapia endodôntica deve ser





realizada enquanto os canais tem largura o suficiente para serem instrumentados.

A reabilitação de dentes escurecidos, segundo Souza<sup>7</sup>, são desafiadoras para o Cirurgião-Dentista e variam desde a mais conservadora, como o clareamento, até as mais invasivas, como as facetas indiretas e diretas, coroas totais e até tratamentos endodônticos. Assim, o tratamento dos casos de dentes escurecidos por trauma dental com clareamento dentário é uma opção indicada por ter custo relativamente baixo, além de ser menos invasivo, se comparado às restaurações indiretas.

À vista disso, é imprescindível que o Cirurgião-Dentista entenda a causa da calcificação pulpar distrófica razão para a descoloração dos dentes e, a partir disso, realize exame bucal apropriado para definir um plano de tratamento de acordo com as técnicas e equipamentos disponíveis e, com isso, obtenha o resultado mais conservador, eficaz e seguro, e que também, possibilite um mínimo efeito adverso ao clareamento.

## CONCLUSÃO

- As técnicas de clareamento foram as que mais mostraram sucesso entre os métodos de tratamentos.

- O tratamento endodôntico pode ser associado a estas opções caso o dente não esteja vital, com sintomatologia e/ou com lesão apical, entretanto, ainda possuem muitas contraindicações para a sua escolha.

- Vários tratamentos são propostos individualmente ou combinados para restaurar com uma cor aceitável a descolorações em dentes calcificados, estes podem ser clareamento externo, clareamento interno, facetas restaurações coronárias diretas ou indiretas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nascimento CC do, Fernandez C, Miranda CB, Pereira TM dos S. REABILITAÇÃO ESTÉTICA EM DENTES COM CALCIFICAÇÃO DISTRÓFICA: RELATO DE CASO CLÍNICO ESTHETICAL REHABILITATION IN TEETH WITH DYSTROPHIC CALCIFICATION: CASE REPORT. RFO [Internet]. 4º de março de 2020 [citado 1º de junho de 2023];47(2):31-8. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revfo/article/view/35771>
2. Conceição, E. N. ANÁLISE ESTÉTICA DO SORRISO E FUNDAMENTOS DA COR. Dentística: Saúde e Estética. 2018; (2):41-71.
3. Marques F, Ramos JC, Costa AL, Vinagre A, Faustino A. CALCIFICAÇÃO PULPAR DISTRÓFICA PÓS-TRAUMÁTICA – EVOLUÇÃO E TRATAMENTO: CASO CLÍNICO. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial, 2013; 54(S 1), e49–e50. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2013.12.113>
4. Mondelli R. F. L, Oltramari PVP; D'Alpino, PHP. CLAREAMENTO EXTRÍNSECO DE DENTES COM CALCIFICAÇÃO DISTRÓFICA. JBC: J. Bras. Clin. Odontol, 2002; 34(6):285-290.
5. Silva RVD, Muniz L. CLAREAMENTO EXTERNO PARA DENTES COM CALCIFICAÇÃO DISTRÓFICA DA POLPA: RELATO DE CASO CLÍNICO. <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/4216/3089> [Internet]. 2007 May 1 [cited 2023 Jun 1]; Available from: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/20496>
6. Goga R, Chandler NP, Oginni AO. Pulp stones: a review. International Endodontic Journal. 2008 Jun;41(6):457–68. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01374.x>
7. de Souza CR, Augusto CR, de Aquino EP, Alves J da C, Pires RP, Venâncio GN. Reabilitação estética de dente anterior escurecido: relato de caso. Arch Health Invest [Internet]. 30º de agosto de 2017 [citado 31º de maio de 2023];6(8). Disponível em: <https://archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/2218>
8. McCabe PS, Dummer PMH. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. International Endodontic Journal. 2011 Oct 17;45(2):177–97. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01963.x>
9. Leonardi DP, Giovanini AF, Almeida S, Schramm CA, Baratto-Filho F. Alterações



- pulpare e periapicais. RSBO (Online) [Internet]. 2011 Dec 1;8(4):47–61. Available from: [http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1984-56852011000400019&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1984-56852011000400019&script=sci_abstract&tlng=pt)
10. Bastos JV, Côrtes MI de S. Pulp canal obliteration after traumatic injuries in permanent teeth – scientific fact or fiction? Brazilian Oral Research [Internet]. 2018 Oct 18;32(suppl 1). doi: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0075>
  11. Calixto LR, Bandejas MC, Cavijo V, Eustauio J, de Andrade MF. Clareamento dentário: terapias modificadas para resolução de casos de manchamento severo. Revista Dental Press Estética, 2011; [S. l.], 8(1):66-74.
  12. Oginni AO, Adekoya-Sofowora CA, Kolawole KA. Evaluation of radiographs, clinical signs and symptoms associated with pulp canal obliteration: an aid to treatment decision. Dental Traumatology. 2009 Dec;25(6):620–5. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00819.x>
  13. Muniz L, Fernandes JL, Mathias P, Fontes CM. Clareamento externo: uma solução conservadora para dentes com calcificação distrófica: relato de caso clínico com trinta meses de acompanhamento. Rev dental press estét [Internet]. 2005 [cited 2023 Jun 1];57–65. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-510872>
  14. Nascimento JP do. Avaliação da eficácia entre os métodos de clareamento dental caseiro x de consultório: revisão de literatura. dspaceuniceplac.edu.br [Internet]. 2019 Apr 16; Available from: <https://dspace.uniceplac.edu.br/handle/123456789/144>
  15. Lara-mendes STO, Barbosa CFM, Machado VM, Santa-rosa CC. Guided endodontics as an alternative for the treatment of severely calcified root canals. 2019. doi: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.9.1.015-020.sar>



**CLAREAMENTO DENTÁRIO COMO TERAPIA MODIFICADORA PARA CASOS DE  
ESCURECIMENTO DENTÁRIO SEVERO – REVISÃO DE LITERATURA.**

*Torres Neto et al. 2023*