

# PROPRIEDADES MECÂNICAS DO POLIMETILMETACRILATO ADITIVADO COM GRAFENO – REVISÃO SISTEMÁTICA



pmesquita@fmd.up.pt



Helena Salgado<sup>1</sup>, Patrícia Fonseca<sup>1</sup>, Mário Vaz<sup>2</sup>, Maria Helena Figueiral<sup>3</sup>, Pedro Mesquita<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Medicina Dentária, Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Viseu

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

<sup>3</sup> Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

## INTRODUÇÃO

O polimetilmetacrilato (PMMA) é, ainda hoje, o polímero de eleição na confecção de próteses<sup>1</sup>. Apesar de inúmeras vantagens apresenta algumas limitações mecânicas nomeadamente quanto à resistência à fratura e ao desgaste<sup>1,2</sup>. Muita investigação tem sido desenvolvida no sentido de melhorar essas propriedades, nomeadamente com recurso à adição de nanomateriais<sup>3</sup>. O grafeno é composto por átomos de carbono que se dispõem em estruturas hexagonais. É considerado o material mais fino e leve, apresentando excelentes propriedades mecânicas e de condutividade térmica<sup>4</sup>. Por esse motivo, este nanomaterial tem despertado o interesse dos investigadores que procuram tirar partido das suas propriedades únicas, para aplicações biomédicas<sup>5</sup>.

## OBJETIVO

Verificar o efeito nas propriedades mecânicas do PMMA utilizado em Medicina Dentária quando reforçado com grafeno.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo de pesquisa foi registado no PROSPERO com o ID CRD42022308389. Foi realizada uma pesquisa de artigos publicados até 31 de dezembro de 2021, utilizando três bases de dados PubMed/Medline®, Web of Science® e Embase®, tendo-se, para isso, efetuado uma combinação de termos MeSH e de texto livre com os operadores booleanos AND e OR. Realizou-se também, uma pesquisa manual para identificar publicações relevantes. A questão de investigação elaborada segundo a estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação, Resultado) foi a seguinte: “Em Medicina Dentária, o PMMA reforçado com grafeno apresenta melhores propriedades mecânicas do que o PMMA convencional?”. A seleção dos artigos foi realizada por dois investigadores independentes e seguiu o fluxograma PRISMA, considerando os critérios de inclusão e exclusão definidos (Tabela 1). A concordância entre investigadores foi calculada pelo coeficiente Kappa de Cohen e a qualidade dos estudos foi avaliada através da *checklist* do Joanna Briggs Institute para estudos quasi-experimentais.

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão utilizados na seleção dos artigos

| Critérios de Inclusão                                  | Critérios de Exclusão   |
|--|---|
| Estudos experimentais <i>in vitro</i>                  | Estudos microbiológicos; estudos clínicos randomizados; estudos prospetivos e retrospectivos; estudos <i>in vivo</i> ; casos clínicos; revisões; artigos de opinião |
| PMMA reforçado com grafeno para utilização em dentária |   |
| Estudos comparativos com PMMA convencional             | PMMA para uso em dentária reforçado com outros materiais  |
| Estudos que avaliam propriedades mecânicas             |   |
| Língua: Inglês   | PMMA adicionado com outro polímero  |

## RESULTADOS

Seis estudos *in vitro* foram incluídos na análise qualitativa. No total dos estudos analisados nesta revisão foram avaliados 247 provetes, 81 dos quais eram compostos por PMMA convencional e 166 por PMMA aditivado com grafeno. As propriedades mecânicas avaliadas foram: resistência à flexão, módulo de elasticidade, dureza, resistência à flexão biaxial e resistência ao impacto. Na maior parte dos estudos estas propriedades melhoraram com a adição de determinadas concentrações de grafeno. (Tabela 2) A análise da qualidade dos artigos demonstrou um baixo risco de viés. A concordância entre investigadores foi quase perfeita com um valor de k superior a 0,9.

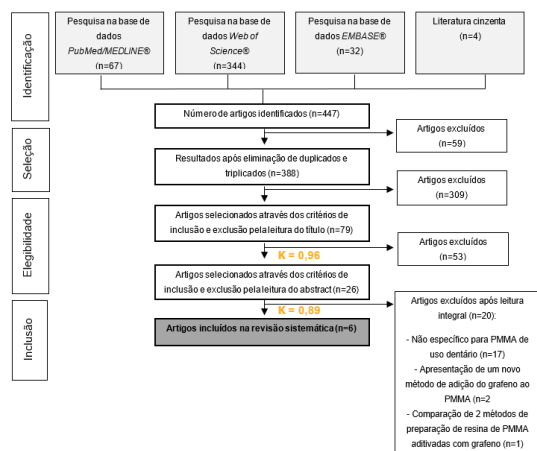


Figura 1. Estratégia de seleção de artigos, segundo o Fluxograma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)

Tabela 2. Extração de dados dos artigos selecionados

| Artigo/Ano             | Tipo de resina  | Amostra                | Propriedades avaliadas                                | Principais conclusões   |
|------------------------|---|------------------------|---|---|
| Di Carlo et al., 2010  | Discos de fresagem PMMA e PMMA+grafeno  | 20 (10 de cada resina) | Resistência à flexão; Módulo de elasticidade          | O PMMA aditivado com grafeno apresentou melhorias estatisticamente significativas nas propriedades avaliadas  |
| Ghosh et al., 2020     | PMMA convencional e PMMA com 0,5wt% de grafeno  | 40 (20 de cada resina) | Resistência à flexão                                  | A adição do grafeno ao PMMA induziu uma diminuição na resistência à flexão da resina  |
| Alamgir et al., 2018   | PMMA convencional e PMMA com 0,0253wt% de grafeno   | 6 (3 de cada resina)   | Módulo de elasticidade                                | A resina aditivada com grafeno apresentou um módulo de Young superior   |
| Lee et al., 2018       | PMMA convencional e PMMA com várias concentrações de grafeno (0,25, 0,5, 1 e 2wt%)          | 75 (15 de cada resina) | Resistência à flexão, módulo de elasticidade e dureza | A adição de grafeno aumentou a dureza da resina, com diferenças estatisticamente significativas nas concentrações iguais e superiores a 0,5wt%. As propriedades de flexão foram significativamente superiores na concentração de 0,5wt% |
| Agarwalla et al., 2019 | Disco de fresagem de PMMA e PMMA+grafeno  | 26 (13 de cada resina) | Dureza e resistência à flexão biaxial                 | A resina de PMMA aditivada com grafeno apresentou valores de dureza e parâmetros de resistência à fratura semelhantes à resina não aditivada  |
| Leite et al., 2015     | PMMA convencional e PMMA aditivado com diferentes proporções de grafeno (1%, 1/2, 1/4, 1/8) | 60 (12 de cada resina) | Resistência à flexão e resistência ao impacto         | A presença do grafeno não melhora a resistência à flexão e o aumento da quantidade de grafeno diminui a força máxima suportada pela resina.   |

## CONCLUSÕES

Tendo em consideração as limitações deste estudo podemos concluir que o grafeno parece melhorar algumas propriedades mecânicas do PMMA utilizado em Medicina Dentária. No entanto, mais estudos são necessários para se compreender a concentração ideal de grafeno que deve ser utilizada para se obter o melhor desempenho clínico das resinas protéticas.

## Referências Bibliográficas

1. Frazer R, Byron R, Osborne P, West K. PMMA: An essential material in medicine and dentistry. J Long Term Eff Med 2005;15:629–39; 2. Wang W, Liao S, Zhu Y, Liu M, Zhao Q, Fu Y. Recent applications of nanomaterials in prosthodontics. J Nanomater 2015;2015:11; 3. Prajwala N, Kumar C, Sujesh M, Raa D, Pavan L. Denture base reinforcing materials - A review. IP Ann Prosthodont Restor Dent 2020;6(2):52-59; 4. Lee C, Wei X, Kysar JW, Hone J. Measurement of the Elastic Properties and Intrinsic Strength of Monolayer Graphene. Science 2008 Jul 18;321(5887):385-8; 5. Xie H, Cao T, Rodriguez-Lozano FJ, Luong-Van EK, Rosa V. Graphene for the development of the next-generation of biocomposites for dental and medical applications. Dent Mater 2017 Jul;33(7):765-74.