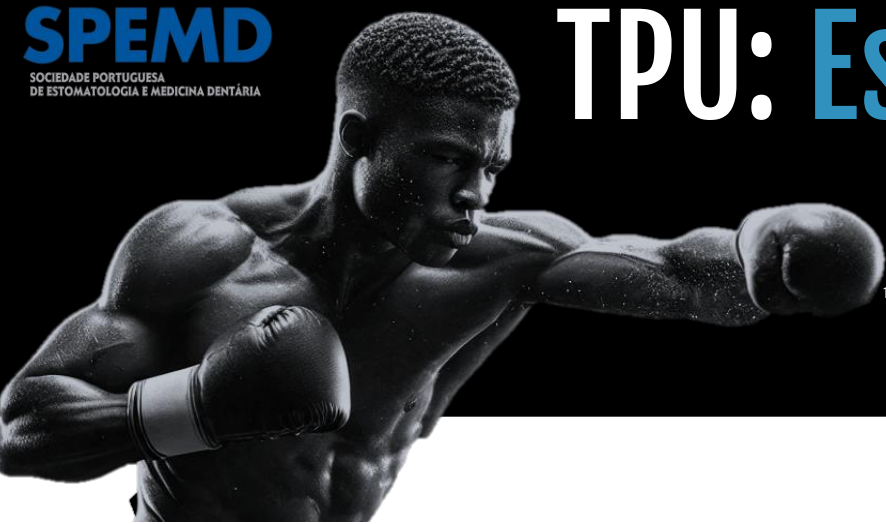


# Protótipos de Protetores Bucais Impressos em TPU: Estudo Piloto na Absorção de Impacto

Diana Angélica Fernandes<sup>1</sup>, Ana Lúcia Messias<sup>2,3</sup>, João Carlos Ramos<sup>4,5</sup>, Sara Valvez<sup>3,6</sup>, Ana Amaro<sup>3,6</sup>

<sup>1</sup>Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra <sup>2</sup>Instituto de Prosdontia e Implantologia, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra <sup>3</sup>CEMMPRE (Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos) <sup>4</sup>Instituto de Dentisteria Operatória, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra <sup>5</sup>CIROS (Center for Innovation and Research in Oral Sciences) <sup>6</sup>Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra



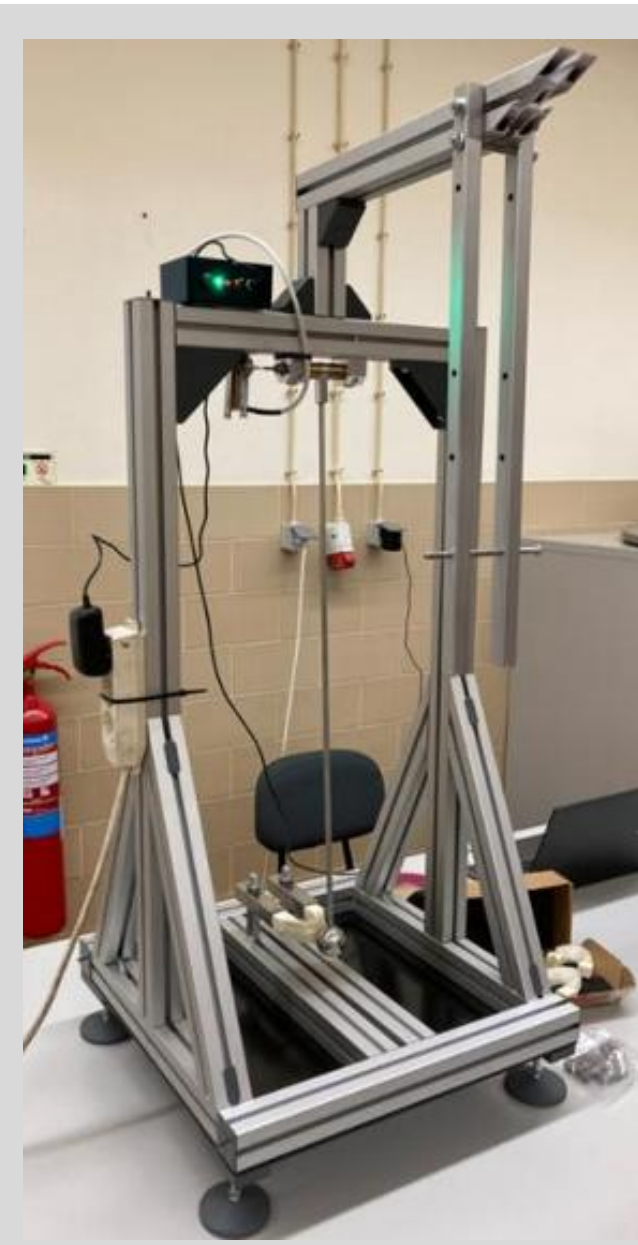
## Introdução

Atualmente, a investigação a nível de dispositivos produzidos pelo método de fabrico aditivo é crucial para garantir máxima sustentabilidade, graças ao menor desperdício de materiais e também à possibilidade de personalizar o design do protetor bucal consoante o desporto e o atleta em questão. O principal objetivo do estudo baseou-se em determinar a energia absorvida por protetores bucais impressos em TPU, variando em espessura, dureza Shore A e densidade de preenchimento (associada a diferentes padrões geométricos internos que simulam células de ar).



Fig. 1.: Modelo experimental de arcada dentária impresso por tecnologia SLA.

## Materiais e Métodos



No âmbito de replicar um episódio real de trauma orofacial, foi desenvolvido um sistema experimental do tipo pêndulo que permite testar o protetor bucal na sua forma final, isto é, acoplado a uma arcada dentária. O mesmo baseia-se no teste de Charpy e possui um sistema composto por duas molas que mimetizam o movimento da cabeça no momento do impacto e a energia transmitida ao atleta.

Os dispositivos foram testados para a maior energia de impacto permitida pelo sistema - 4,41J - e os resultados foram adquiridos por um potenciômetro de precisão que capta o ângulo do pêndulo em cada instante. A partir do ângulo de ressalto do pêndulo calculou-se a energia de impacto absorvida em cada ensaio.

No presente estudo fatorial, foi testada a influência da espessura, dureza shore A e densidade de filamentos no desempenho dos protetores bucais. Cada grupo foi testado 3 vezes nas mesmas condições.



Fig. 2.: Sistema experimental de impacto, sistema de molas e esfera de impacto

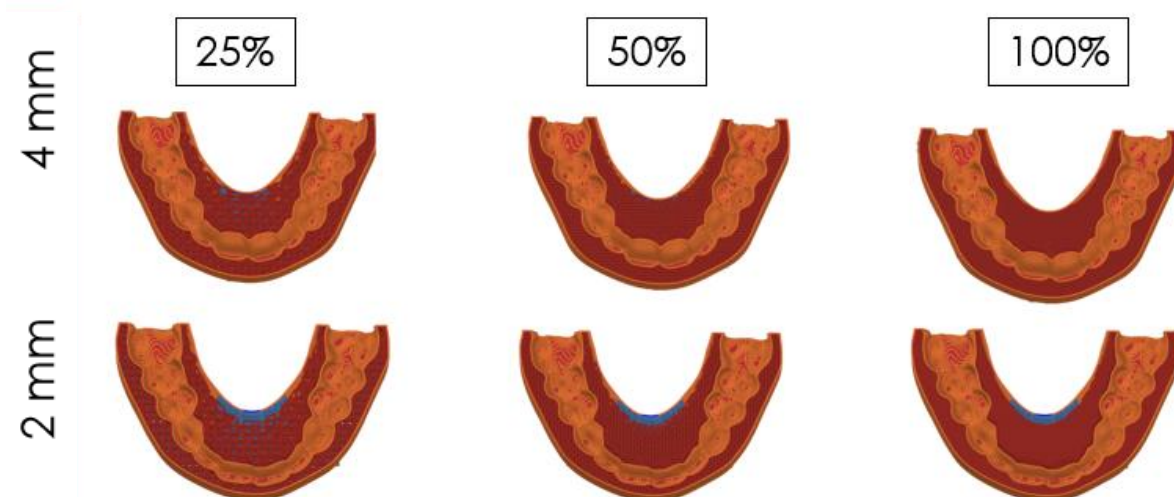


Fig. 3.: Designs de protetores bucais desenvolvidos pelos softwares SOLIDWORKS® e Geomagic Studio™, variando em espessura (três modelos de 2mm constante e três modelos de 4mm em anterior e 2mm em oclusal e posterior). Apresentam diferentes padrões de organização dos filamentos consoante a percentagem de preenchimento (25%, 50% ou 100%).

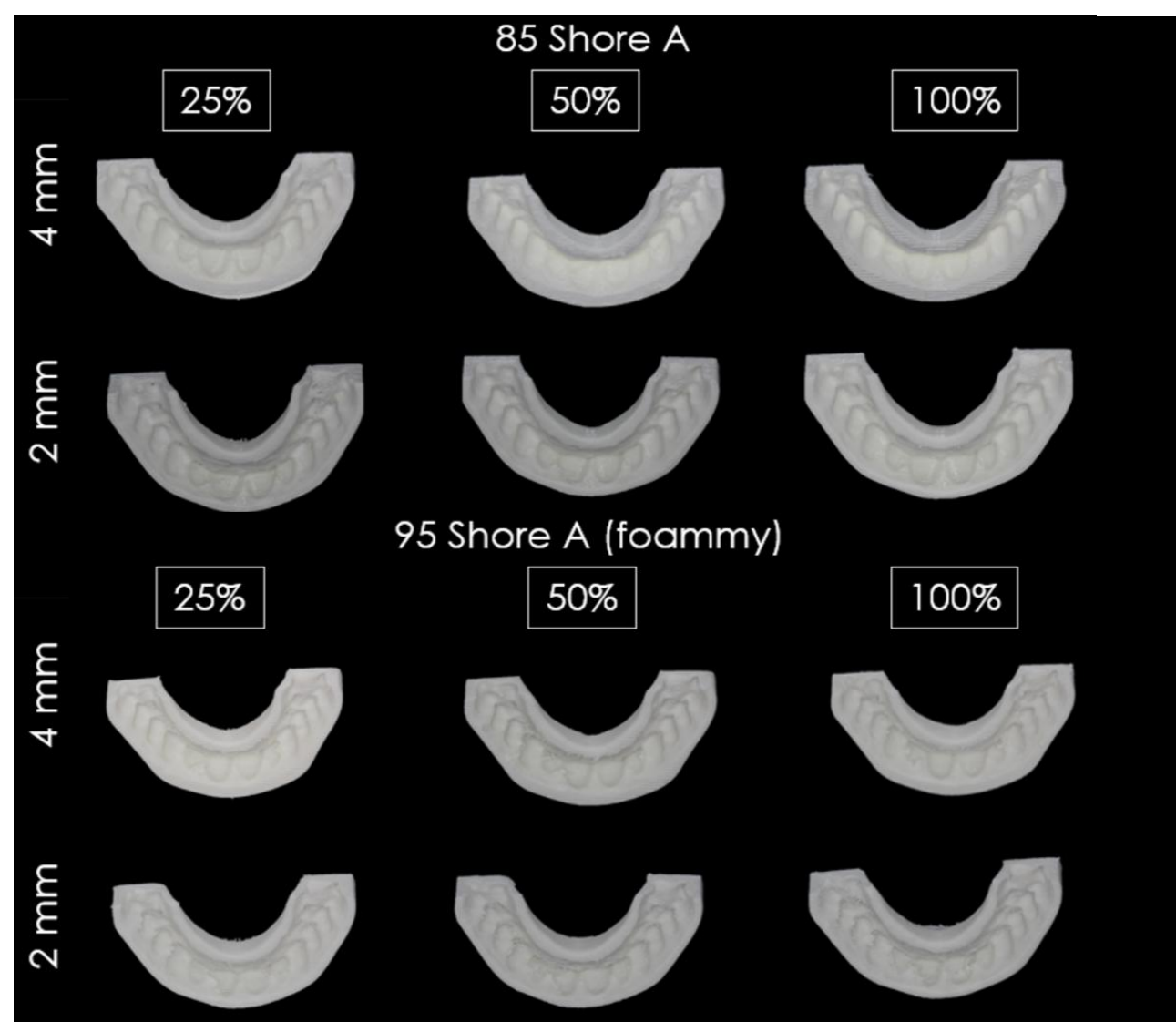


Fig. 4.: Amostras experimentais de protetores bucais impressos em duas durezas de TPU por tecnologia FFF - 85 Shore A e 95 Shore A - segundo as variações de design interno e externo digitalmente definidas.

## Resultados

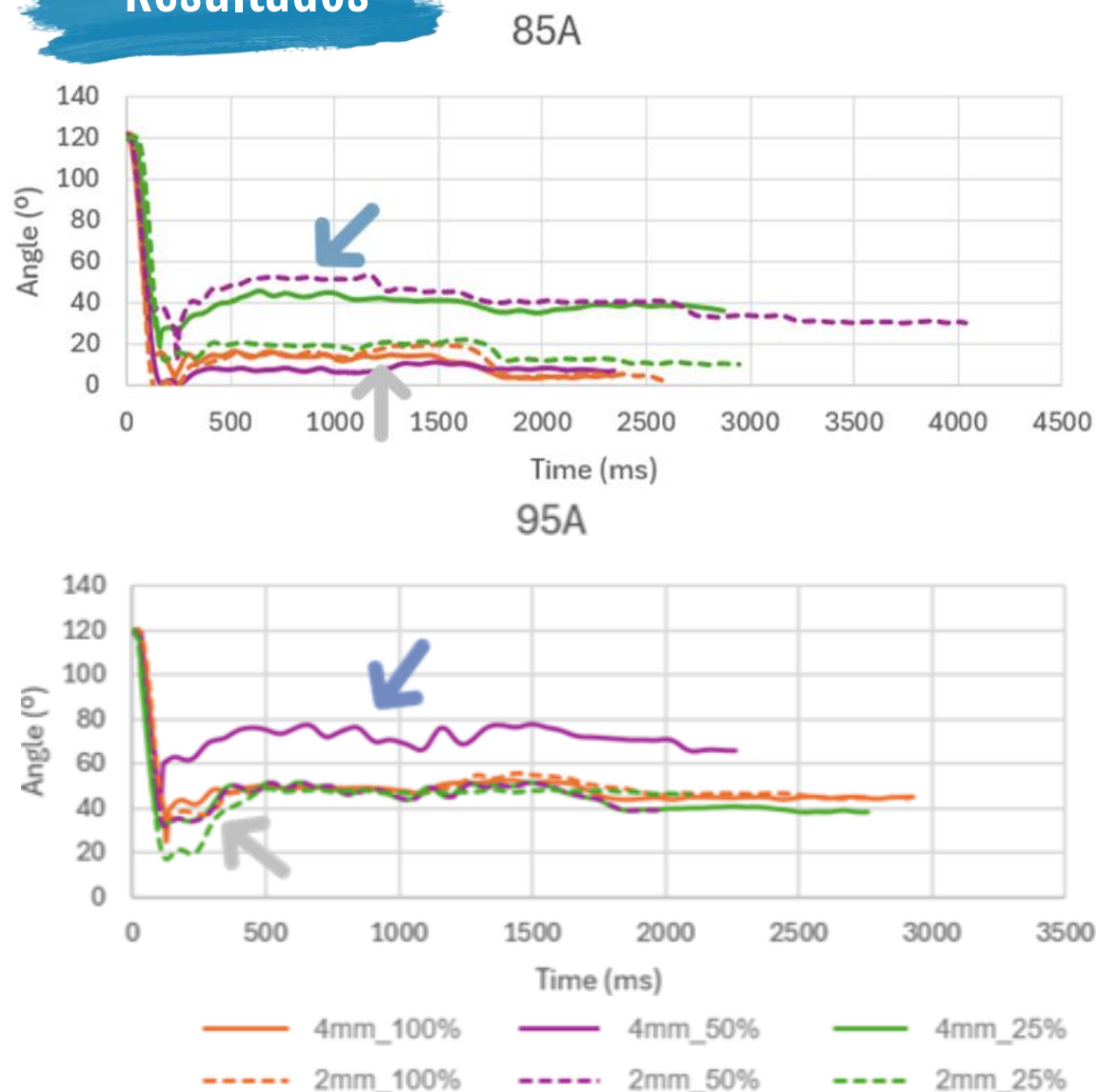


Gráfico 1 e 2.: Curvas representativas do ângulo de ressalto do pêndulo em função do tempo para cada grupo. Quanto maior o ângulo de ressalto, menor a energia absorvida, o que sugere piores propriedades mecânicas.

85 Shore A (grupos)	Energia Absorvida (%)	95 Shore A (grupos)	Energia Absorvida (%)
85A_4mm_100%	98,13 ± 0,80	95A_4mm_100%	69,75 ± 6,84
85A_4mm_50%	96,25 ± 3,03	95A_4mm_50%	39,86 ± 10,91
85A_4mm_25%	86,13 ± 9,15	95A_4mm_25%	74,87 ± 0,05
85A_2mm_100%	88,76 ± 10,44	95A_2mm_100%	78,32 ± 14,74
85A_2mm_50%	72,10 ± 1,77	95A_2mm_50%	74,19 ± 1,72
85A_2mm_25%	95,50 ± 0,38	95A_2mm_25%	81,32 ± 15,50

Tabela 1 e 2.: Média dos valores de energia obtidos a partir dos testes realizados para cada grupo e respectivos desvios-padrão.

## Discussão

- A dureza 85 Shore A apresentou-se como sendo a mais promissora, com o grupo 85A\_4mm\_100% a revelar a maior capacidade de absorção de energia de impacto, o que tende a refletir um melhor desempenho do protetor.
- Já para a dureza 95 Shore A, os valores mostraram-se inferiores, possivelmente pela sua rigidez. Diminuir o preenchimento para esta dureza aparenta melhorar a performance.
- O grupo 85A\_2mm\_25% teve a melhor performance entre os grupos de menor espessura (2mm), que tendem a estar associados a maior conforto durante o uso intraoral. Menor densidade de preenchimento aparenta ter um efeito positivo em grupos de menor espessura.

## Conclusão

Os resultados sugerem que os protetores bucais em TPU podem constituir uma alternativa viável do ponto de vista mecânico, ou até superior, aos dispositivos tradicionais em EVA. No entanto, devido ao acabamento de superfície estes dispositivos poderão estar mais sujeitos à acumulação de biofilme, pelo que será relevante investigar a este nível. Sendo este um estudo preliminar, salienta-se a necessidade de investigação subsequente com amostras maiores, maior precisão dos instrumentos e aperfeiçoamento de métodos, de modo a validar a aplicabilidade clínica dos materiais e designs testados. Salienta-se o interesse em quantificar o nível de contração das molas (representam a energia transmitida ao corpo de atleta), as forças dissipativas de energia, replicar condições orais e testar o uso de outros formatos de objeto de impacto.

