



Maria Moreira¹*, Paulo Reis², Ana Amaro³, Ana Messias¹, João Carlos Ramos¹

¹Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra

²Departamento de Engenharia Eletromecânica da Universidade da Beira Interior

³Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra,

Introdução e Objetivo

Etileno Vinil Acetato (EVA) é o material mais utilizado no fabrico de protetores bucais individualizados, mas apresenta algumas limitações como a necessidade de espessuras superiores a 4mm para conferir proteção adequada. A laminação das placas de EVA, assim como o uso de outros materiais, pode aumentar a proteção, mantendo ou diminuindo a espessura do protetor

bucal, contribuindo para o conforto do atleta. O objetivo deste trabalho foi a avaliar a resistência ao impacto de diferentes placas termomoldáveis laminadas feitas a partir de EVA ou de outros materiais comercialmente disponíveis.

Materiais e Métodos

Foram preparados 5 grupos de placas termomoldáveis (N=15) para serem submetidos a teste de impacto por queda de peso com energias de 1.72J, 2.85J e 4.40J: G1 (EVA); placas de 4mm de EVA; G2 (EVA_SOFT): placas laminadas com 4mm de espessura de EVA e núcleo de espuma de EVA (2mm); G3 (EVA_HARD): placas laminadas com 4mm de espessura de EVA e núcleo semi-rígido de acetato (0,5mm); G4 (ERKOLOC): placas semi-rígidas de Erkoloc-pro com 3mm de espessura; G5 (RESIN_IBT): placas maciças de Resina Ortho IBT obtidas por impressão 3D com 4mm de espessura e dureza Shore semelhante ao EVA (Tabela 1). A comparação dos grupos foi feita através da análise qualitativa das curvas energia-tempo, força-tempo e força-deslocamento, bem como da análise de variância a um fator das variáveis pico de força, deslocamento máximo, tempo de contato e energia absorvida pelo teste de Kruskal-Wallis, com correção de Bonferroni para comparações múltiplas.

$$\text{Energia Elástica} = \frac{(\text{Energia Max} - \text{Energia Abs})}{\text{Energia Max}} \times 100$$

Equação 1. Cálculo para obter a Energia Elástica

Tabela 1: Estrutura das placas

Grupo / Material	Espessura	Estrutura
EVA	EVA	4 mm EVA
EVA_SOFT	EVA + espuma de EVA	1,5 mm EVA; 2 mm espuma de EVA; 1,5 mm EVA
EVA_HARD	EVA + Acetato	2 mm EVA; 0,5 mm acetato; 2 mm EVA
ERKOLOC	PETG co-polyester + Poliuretano Termoplástico	2 mm PETG; 1 mm TPU
RESIN_IBT	Oligómero de Acrilato de Uretano	4 mm

Resultados

Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas nos valores de energia absorvida das diferentes placas (p=0.001), tendo o ERKOLOC revelado os menores valores de energia absorvida (Fig.1a). EVA_SOFT demonstrou os menores valores de força máxima de impacto (Fig.1b), mas os

maiores valores de deslocamento (Fig.1c). RESIN_IBT demonstrou os menores valores de energia elástica (Fig.2). EVA_HARD demonstrou delaminação sob energias de impacto de 4.40J, revelando não ser apropriada para proteção (Fig.1b e 1c).

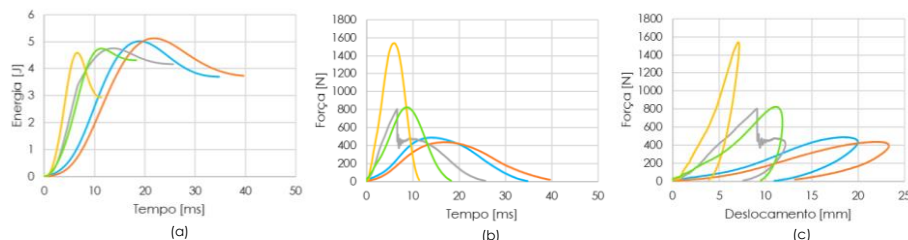


Figura 1. Relação entre a energia e tempo (a), força e tempo (b) e força e deslocamento (c) no teste de impacto de 4.40 J.

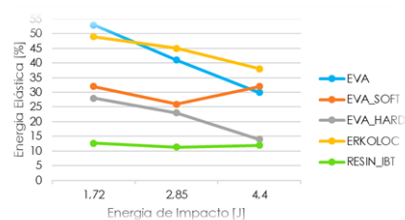


Figura 2. Relação entre Energia Elástica e Energia de Impacto de cada placa.

Tabela 2: Resultados do teste de impacto de 4,40J

EVA	EVA_SOFT	EVA_HARD	ERKOLOC	RESIN_IBT
Grupo de controlo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maior tempo de contacto; ✓ Menor Pico de Força de Impacto; ✓ Maior % Energia Recuperação Elástica; <p>↓</p> <p>Maior capacidade de absorver energia no impacto. Sistemas de amortecimento como este têm tendência a aumentar o tempo de contacto no impacto e, dessa forma, distribuir a energia numa maior área, diminuindo o dano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Energia de impacto aumenta ao longo do tempo; ✗ De laminação das camadas; ✗ Baixa % Energia Recuperação Elástica; <p>↓</p> <p>Pouca absorção e distribuição da energia no impacto. Quando a energia de impacto aumenta ao longo do tempo, a placa é perfurada, uma vez que esta excede o nível de saturação do material.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shore de dureza semelhante ao EVA (A 85); ✓ Menor espessura; ✓ Maior % Energia Recuperação Elástica; ✗ Maiores valores de força de impacto; <p>↓</p> <p>Material apresenta um comportamento rígido e menor atenuação do impacto. A força de impacto decresce subitamente devido ao dano provocado na placa sendo este punçiforme e localizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shore de dureza semelhante ao EVA (A 85); ✗ Maiores valores de Força de Impacto; ✗ Mais Baixa % Energia Recuperação Elástica; ✗ Elevados valores de desvio padrão; <p>↓</p> <p>Fraca capacidade de amortecimento do impacto. Não se verifica perfuração mas observam-se fraturas no adesivos no material, afetando as propriedades mecânicas do mesmo.</p>

Conclusões

Verificou-se que a inserção de uma camada intermédia menos rígida que o EVA (EVA_SOFT) é uma boa opção para a confecção de protetores bucais. Materiais rígidos e com menor espessura (ERKOLOC), ainda que exibam elevados níveis de energia elástica, tornam este tipo de placas inadequado devido ao dano provocado. Verificou-se ainda que, segundo os resultados, os materiais tridimensionalmente impressos, utilizados neste estudo, não são adequados para a confecção de protetores bucais.

Bibliografia

