

IMPACTO DA ESPESSURA DOS PROTETORES BUCAIS PERSONALIZADOS NA PREVENÇÃO DE TRAUMATISMOS OROFACIAIS

IMPACT OF THE THICKNESS OF CUSTOM-MADE MOUTHGUARDS ON THE
PREVENTION OF OROFACIAL TRAUMA

IMPACTO DEL GROSOR DE LOS PROTECTORES BUCALES PERSONALIZADOS
EN LA PREVENCIÓN DE TRAUMATISMOS OROFACIALES

Pedro Elio Rocha Caniato¹, Marco Abdo Gravina², Sérgio Luiz Mota Júnior³

DOI: 10.54899/dcs.v22i85.3580

Recibido: 14/10/2025 | Aceptado: 15/10/2025 | Publicación en línea: 02/12/2025.

RESUMO

As lesões orofaciais configuram-se como agressões mecânicas, térmicas ou químicas aos dentes e às estruturas faciais, representando um importante problema de saúde pública. A prática esportiva, sobretudo em modalidades de contato, é um dos principais fatores etiológicos desses traumatismos. Diante desse cenário, o uso de protetores bucais destaca-se como medida preventiva eficaz, atuando na absorção e dissipação da energia gerada por impactos, o que reduz, significativamente, o risco de fraturas, luxações e outras injúrias dentárias. Entre os fatores que influenciam sua eficiência, a espessura do dispositivo é determinante, pois interfere diretamente em sua capacidade de absorção de choques, conforto e retenção. Evidências científicas demonstram que protetores personalizados com espessuras entre 3 e 4 mm proporcionam o melhor equilíbrio entre proteção e conforto, enquanto espessuras maiores, embora aumentem a segurança, podem comprometer a respiração e o desempenho do atleta. Além disso, avanços no design e na composição dos protetores, como o uso de estruturas multilaminadas e combinações de materiais flexíveis e rígidos, têm ampliado sua eficácia na dissipação das forças de impacto. Conclui-se que a espessura ideal e o correto planejamento estrutural dos protetores bucais são fundamentais para otimizar sua função protetora, contribuindo de forma significativa para a prevenção de lesões orofaciais em atletas.

Palavras-chave: Protetores Bucalis. Traumatismos Faciais. Odontologia do Esporte. Traumatismos Dentários.

ABSTRACT

Orofacial injuries are characterized as mechanical, thermal, or chemical trauma to the teeth and

¹ Graduado em Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: pedroelio23@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-5031-2341>

² Doutor em Ortodontia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: marcoabdogravina@yahoo.com.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4450-7324>

³ Doutor em Ortodontia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: sergiomotajr@ortodontia.ufrj.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3601-8264>

facial structures, representing a significant public health concern. Sports practice, particularly in contact disciplines, is one of the main etiological factors associated with these injuries. In this context, the use of mouthguards stands out as an effective preventive measure, as they absorb and dissipate impact energy, significantly reducing the risk of fractures, luxations, and other dental injuries. Among the factors influencing their effectiveness, the thickness of the device is crucial, as it directly affects shock absorption capacity, comfort, and retention. Scientific evidence indicates that custom-made mouthguards with thicknesses between 3 and 4 mm provide the best balance between protection and comfort, whereas greater thicknesses, although offering enhanced safety, may impair breathing and athletic performance. Furthermore, advances in mouthguard design and composition, such as the use of multilayered structures and combinations of flexible and rigid materials, have improved their ability to dissipate impact forces. It is concluded that the ideal thickness and proper structural design of mouthguards are essential to optimize their protective performance, contributing significantly to the prevention of orofacial injuries among athletes.

Keywords: Mouth Protectors. Facial Injuries. Sports Dentistry. Tooth Injuries.

RESUMEN

Las lesiones orofaciales se configuran como agresiones mecánicas, térmicas o químicas a los dientes y a las estructuras faciales, representando un importante problema de salud pública. La práctica deportiva, especialmente en modalidades de contacto, constituye uno de los principales factores etiológicos de estos traumatismos. Ante este escenario, el uso de protectores bucales se destaca como una medida preventiva eficaz, ya que actúa en la absorción y disipación de la energía generada por los impactos, reduciendo significativamente el riesgo de fracturas, luxaciones y otras lesiones dentarias. Entre los factores que influyen en su eficacia, el grosor del dispositivo es determinante, pues interfiere directamente en su capacidad de absorción de choques, comodidad y retención. La evidencia científica demuestra que los protectores personalizados con espesores entre 3 y 4 mm proporcionan el mejor equilibrio entre protección y confort, mientras que espesores mayores, aunque aumentan la seguridad, pueden comprometer la respiración y el rendimiento del atleta. Además, los avances en el diseño y en la composición de los protectores, como el uso de estructuras multilaminadas y la combinación de materiales flexibles y rígidos, han incrementado su eficacia en la disipación de las fuerzas de impacto. Se concluye que el grosor ideal y la adecuada planificación estructural de los protectores bucales son fundamentales para optimizar su función protectora, contribuyendo de manera significativa a la prevención de lesiones orofaciales en los atletas.

Palabras clave: Protectores Bucles. Traumatismos Faciales. Odontología del Deporte. Traumatismos de los Dientes.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

Sabe-se que os protetores bucais personalizados são eficazes na capacidade de prevenção de lesões orofaciais oriundas da prática de esportes, entretanto, alguns fatores influenciam diretamente no mecanismo de ação destes dispositivos. Dentre eles, destaca-se a espessura. Apesar do destaque, encontra-se muita divergência na literatura sobre qual seria a espessura ideal de um dispositivo. Nesse sentido, esta revisão de literatura busca esclarecer como a espessura do protetor bucal pode interferir em sua capacidade de prevenção de lesões.

REFERENCIAL TEÓRICO

Define-se lesão, injúria ou traumatismo orofacial, como uma agressão mecânica, térmica ou química, sofrida pelo dente, ou pelas outras estruturas da face. A lesão possui tipo, intensidade e causas variadas, e corresponde a um expressivo problema de saúde na sociedade contemporânea (Santiago et al., 2008). A prática esportiva corresponde a um dos principais fatores etiológicos das lesões e dos traumas faciais (Sizo et al., 2008), havendo maior prevalência em atletas que praticam esportes de contato em relação aos sem contato (Tiwari et al., 2014).

Estudos apontam que, indivíduos do sexo masculino e na faixa etária entre 8 a 15 anos, apresentam maior prevalência de lesões orais. A origem das lesões, no desporto, com ênfase para orofaciais, depende do tipo e especificidade da atividade, do nível de organização (amadora ou profissional) e outros fatores, como a idade, sexo, características individuais, posição do atleta em desportos coletivos, condições climáticas e o tipo de piso (Jerolimov, 2010). Os impactos com o solo se relacionam tanto com a massa do corpo que exerce a força, quanto ao tipo de piso no qual ocorre a força de reação. Os pisos rígidos, como asfalto ou cimento, aumentam o impacto, enquanto pisos semi rígidos e macios, como grama e areia, auxiliam na dissipação de energia, reduzindo o impacto (Rosoky et al., 2000).

Sabe-se que os traumatismos dentários ocorrem, simultaneamente, em cerca de 15% dos casos de traumas faciais (Oliveira et al., 2008) e que, a taxa de traumatismos dentários, oriundos de práticas esportivas, é alta, em torno de 14% a 39% (Sane; Ylipaavalniemi, 1988).

Os traumatismos dentários mais frequentes são: a luxação intrusiva, que corresponde ao deslocamento do elemento dentário em direção apical, dentro do alvéolo; e a luxação extrusiva, que corresponde ao deslocamento do elemento no sentido coronário. Existem, também, outros

tipos de injúrias por luxações, sendo elas: concussão, que não implica em deslocamento, apresentando mobilidade normal, porém sensibilidade à percussão; subluxação, que não implica em deslocamento, mas apresenta mobilidade aumentada e sensibilidade à percussão; luxação lateral, que implica em deslocamento vestibular, lingual/palatino, mesial ou distal; e avulsão, quando o elemento está totalmente fora do alvéolo (Debelian; Trope; Sigurdsaan, 2015). Estes traumatismos podem ser classificados de acordo com um grau crescente de severidade, em: concussão, subluxação, luxação extrusiva, luxação lateral, luxação intrusiva e avulsão (Jerolimov, 2010).

Autores propuseram relações entre os fatores de um golpe e as consequências no sistema estomatognático, geradas por ele. Em relação a velocidade do golpe, com menor velocidade, afeta as estruturas de suportes, já com maior velocidade, acarreta em fratura na coroa. Em relação à posição da mandíbula, se com a boca fechada, os côndilos deslocam-se para trás e para cima e, se com a boca aberta, os côndilos estão protegidos pela posição separada entre mandíbula e maxila. Em relação à forma do objeto, se com pontas agudas, provocam traumas localizados ou fraturas de coroas, já objetos com ponta romba, provocam traumas generalizados, fratura de raiz e/ou luxações (Santiago et al., 2008).

Em um estudo realizado no Pan Americano de 2007, no Rio de Janeiro, verificou-se a prevalência de traumatismos dentais, em 409 atletas que representaram os 42 países. Foi observado que quase metade destes atletas, já haviam sofrido traumatismos dentais, sem predileção considerável por sexo. Em 63,6% dessas injúrias ocorreram durante a prática esportiva, seja ela, treinamento ou competição. Além disso, as modalidades que apresentaram as maiores prevalências de trauma foram as lutas marciais, seguida pelo boxe, basquete e karatê (Andrade et al., 2010).

Nas atividades esportivas, sejam elas amadoras ou profissionais, o risco de lesões deve ser minimizado, sempre que possível. É fato que, a maioria dos traumatismos advindos da prática de esportes, ocorrem a partir de ações previsíveis, gerando a possibilidade de prevenção, diminuindo ou eliminando a ocorrência e a gravidade delas (Jerolimov, 2010). Apesar dos procedimentos odontológicos restauradores adesivos serem capazes de restabelecer a estética, função e forma das estruturas dentais comprometidas, a resistência à fratura de dentes traumatizados e reabilitados reduz, praticamente, pela metade, em relação a um elemento hígido. Além disso, a incidência de trauma recorrente contribui para o possível fracasso no tratamento restaurador, independente do procedimento realizado (Bernardon; Baratieri; Vieira, 2005).

Dessa forma, conhecendo a alta prevalência de traumas orofaciais, oriundos das práticas esportivas, destaca-se, o uso dos protetores bucais como uma maneira de prevenção ou minimização dos danos decorrentes dos traumas (Futaki; Motta, 2000; Dhillon et al., 2014). Verifica-se que, atletas que utilizam esses protetores, durante a atividade esportiva, apresentam menos lesões orais, em relação aos que não os utilizam (Okeson, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os protetores bucais são dispositivos de uso intra-oral e, que funcionam como equipamentos de proteção individual (EPI). Este tipo de protetor é utilizado no espaço interdental, e a sua forma corresponde à forma do arco dental no qual está associado, geralmente, no arco superior (Jerolimov, 2010). Visto que, os traumatismos decorrentes da prática esportiva afetam, sobretudo, os incisivos centrais superiores (Takeda et al., 2004). Mas, em pacientes com prognatismo pronunciado - classe III esquelética verdadeira -, ele é utilizado na arcada dentária mandibular (Oikarinen; Salonen; Korhonen, 1993).

São caracterizados, principalmente, por sua resiliência, ou seja, capacidade de retornar a forma original, após serem submetidos a tensões (Dhillon et al., 2014). Agem, absorvendo parte da energia transmitida, no local de impacto, e dissipando as tensões restantes, prevenindo danos dentários e/ou mandibulares (McClelland; Kinirons; Geary, 1999).

Recentemente, considerou-se que, a grande finalidade da utilização de protetores bucais é a absorção do impacto durante as atividades, visando minimizar a probabilidade de danos ao sistema estomatognático e, evitar a laceração de lábios, bochechas, língua e a perda de elementos dentários (Antunez; Reis, 2010; Dhillon et al., 2014). Outra função importante dos protetores bucais seria a capacidade de impedir a perda, inalação ou ingestão de dentes fraturados ou perdidos, traumáticamente (Parker et al., 2017).

O surgimento e desenvolvimento dos protetores bucais possibilitaram uma redução da extensão e severidade das lesões na cavidade oral, por meio da proteção de todas as estruturas dentárias e periodontais (Silveira et al., 2009). A Academia Americana de Medicina Dentária Desportiva ratifica esse conceito, afirmando que existe uma redução, de até 80%, das possibilidades de lesões orofaciais quando se utilizam protetores bucais, durante a realização de atividades esportivas (Namba; Padilha, 2016). A possibilidade de lesões, na região anterior da maxila, pode ser reduzida, em até 90%, com o correto uso do protetor bucal (Dias, Maia, Coto,

2002). E, no que se refere aos elementos dentais, alguns autores afirmam que, a utilização deste equipamento, pode reduzir, em até 60 vezes, o risco de se danificar os dentes (Ranalli, 1995; Ribeiro; Silva; Souza, 2002).

O protetor bucal ideal deve prevenir lesões no lábio, gengiva e dentes; não deve obstruir ou dificultar a respiração, nem a fala; não deve ser desconfortável; deve recobrir todos os dentes do arco com exceção dos terceiros molares; deve possuir boa retenção; deve ser indolor e inodoro; e possuir espessura adequada (Ranalli, 1995; Futaki; Motta, 2000).

Os protetores da Classe IV, assim como os da Classe III, também são individualizados e confeccionados pelo cirurgião dentista, a partir de um modelo em gesso, obtido, através de um moldagem, da arcada do paciente (Padilha; Namba, 2014). Esta classe surgiu, devido à necessidade de superar as deficiências dos protetores individualizados, da Classe III, com apenas uma camada (Newsome; Tran; Cooke, 2001). Desta forma, os protetores da Classe IV, diferem-se por serem laminados/multilaminados, ou seja, há uma disposição de camadas de lâminas de EVA (ou outro material) na confecção dos mesmos, permitindo que se alcance a espessura ideal (Padilha; Namba, 2014), uma vez que, a modalidade esportiva, para qual o atleta irá utilizá-lo, é uma variável fundamental na determinação da espessura do mesmo (Walker; Jakobsen; Brown, 2002).

O desempenho mecânico dos protetores bucais, no que diz respeito a absorção de choques, é afetado pelo tipo de material, rigidez, geometria, processo de fabricação e pela espessura (Maeda et al., 2008). Embora todos esses fatores tenham influência na absorção de choques, a espessura deve ser destacada, como um dos mais importantes (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2002; Del Rossi; Leyte Vidal, 2007).

A espessura dos protetores bucais personalizados pode ser influenciada pelo aquecimento e fixação da(s) lâmina(s) durante o processo de fabricação, e, também, pela geometria da chapa (Mizubishi; Koide; Takahashi, 2014). Sabe-se que a espessura de um protetor bucal, de uma única camada, pode diminuir, cerca de, 47% até 60%, na superfície incisal, dos dentes anteriores e, em até 46%, na superfície oclusal, dos elementos posteriores, durante o processo de fabricação (Del Rossi; Leyte Vidal, 2007).

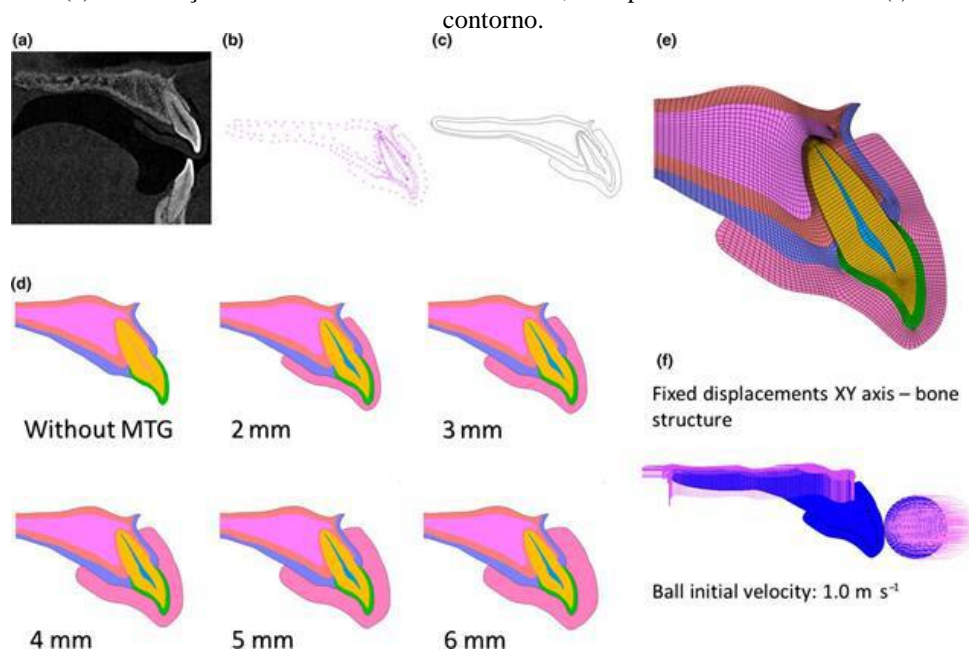
Deste modo, foi realizado um experimento, visando avaliar a alteração de espessura de um protetor bucal, durante sua confecção. Neste experimento, duas condições de protetores bucais laminados foram avaliadas. Na primeira, utilizou-se a folha de 2mm como primeira camada, e a folha de 3mm, como segunda camada (condição 2F3S - F = first, S= second). Na

segunda condição, utilizou-se a folha de 3mm como primeira camada, e a de 2mm, como segunda camada (condição 3F2S). Em ambas situações, a primeira camada foi utilizada para cobrir a superfície labial e incisal dos elementos anteriores, e a superfície vestibular e oclusal dos elementos posteriores. A diferença de espessura do PB foi significativa, entre as regiões medidas do incisivo central e do primeiro molar. A espessura na região incisal ou cúspide foi menor do que na região cervical, e a espessura na cúspide tornou-se mais fina em relação à fóvea (Mizuhashi; Koide; Watarai, 2021). Estes resultados estão de acordo com os citados anteriormente, em protetores bucais de uma única camada (Del Rossi; Leyte Vidal, 2007). A folha entra em contato, primeiramente, com a região incisal ou cúspide, que possuem formas pontiagudas, desta forma, a folha se estende a partir desta zona. Por isso, a espessura será menor na região incisal e/ou na cúspide. Neste estudo, foi possível observar que houve menor perda de espessura, na região incisal e cúspides, quando se utilizou a folha mais grossa como primeira camada (condição 3F2S). Além disso, foi possível verificar que, mesmo utilizando-se um protetor laminado, a espessura do protetor bucal foi influenciada pelo formato do modelo de trabalho (Mizuhashi; Koide; Watarai, 2021). Apesar da termoformação em vácuo ser a técnica que menos causa variação de espessura (Mizuhashi; Koide, 2017). Conclui-se, então, que a espessura da primeira camada, influencia, diretamente, na espessura dos protetores bucais laminados (Mizuhashi; Koide; Watarai, 2021). Portanto, será melhor manter a espessura, após a fabricação, uma vez que a capacidade de absorção de choques aumenta, à medida que a espessura do PB aumenta (Verissimo et al., 2016).

Diversos autores afirmam que a capacidade de absorção de choque é aumentada quando se aumenta a espessura do protetor bucal (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2002; Yamada et al., 2006; Ozawa et al., 2014; Verissimo et al., 2016). Desta forma, a espessura tem uma relação inversa com a força transmitida aos dentes e estruturas periodontais (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2002). Além disso, ao aumentar a espessura, diminui-se a possibilidade de deslocamento do protetor, durante um impacto (Verissimo et al., 2016). Entretanto, protetores bucais mais espessos estão relacionados com menor desempenho atlético, uma vez que podem interferir na eficiência respiratória e podem ser desconfortáveis para o atleta (Duarte-Pereira, 2008; Maeda et al., 2008). Sabe-se que o consumo de oxigênio (VO₂) é uma medida que aumenta linearmente conforme o trabalho muscular se intensifica. A partir do momento que nenhum aumento de VO₂ ocorre, com o incremento de carga, define-se o VO₂ máximo (Barros-Neto; Tebexreni; Tambeiro, 2001). Neste sentido, como dito anteriormente, o uso do protetor bucal não

deveria interferir na diminuição do rendimento do atleta (Greco et al., 2012).

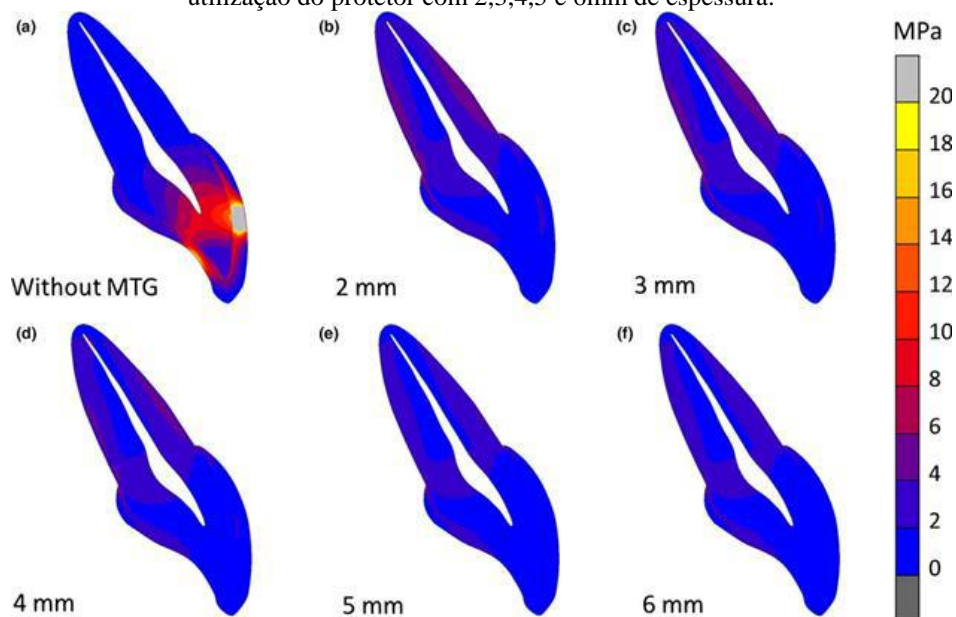
Figura 1 - (a) Imagem de tomografia computadorizada de um incisivo central superior com o protetor bucal. (b) pontos das coordenadas da imagem anterior. (c) linhas traçadas a partir das coordenadas. (d) modelos bidimensionais ilustrando o incisivo central superior sem utilização do protetor bucal e, com protetor bucal de 2, 3, 4, 5 e 6mm. (e) distribuição de malha dos elementos finitos, com protetor bucal de 6mm. (f) condições do contorno.



Fonte: Veríssimo et al., 2016.

Em um estudo, buscou-se avaliar a distribuição de tensões e a capacidade de absorção de choques de protetores bucais, de diferentes espessuras, através da análise de impactos de elementos finitos. Os modelos sem e com os protetores bucais, foram atingidos por uma bola de aço, que tinha velocidade inicial de 1 m/s, como demonstra a figura acima (Veríssimo et al., 2016).

Figura 2 - Tensões, decorrentes do impacto, transmitidas ao elemento dental sem utilização do PB, e com a utilização do protetor com 2,3,4,5 e 6mm de espessura.



Fonte: Veríssimo et al., 2016.

As distribuições de tensão, no pico do impacto, dos modelos, sem protetor bucal, e com protetores com diferentes espessuras, são demonstradas na imagem acima. Os valores de tensão são visualizados, de acordo com uma escala de cor linear, em que o azul indica os valores de tensão mais baixos, enquanto o amarelo e o cinza claro, os mais altos. Desta forma, o modelo sem protetor bucal teve os maiores valores de tensão na coroa do dente, tanto em esmalte, quanto em dentina. Para os modelos com protetor bucal, pode-se observar que a localização das tensões mudou para a raiz, independentemente da espessura do PB. Além disso, foi observado que as tensões máximas, no esmalte e dentina, foram bem inferiores em relação ao modelo que não estava com o protetor bucal e que, não houve diferença significativa entre as tensões e a absorção de choque para os protetores bucais de 4mm a 6mm de espessura (Veríssimo et al., 2016). Nos casos em que há direcionamento das tensões para a raiz, o ligamento periodontal irá atuar como um sistema de amortecimento, melhorando a absorção de tensões oclusais (Greco et al., 2012).

Grande parte dos autores, sugerem que, os protetores bucais com espessura de 3 a 4mm apresentam absorção de energia, transmissão de forças e capacidade de retenção suficientes, além de não causarem desconfortos (Dias; Maia; Coto, 2002; Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2002; Ozawa et al., 2014; Veríssimo et al., 2016). Concomitantemente, outros autores apontam que menores espessuras, como 1mm e 2mm, apresentam resultados, significativamente, inferiores quando comparados aos protetores de 4mm (Sizo et al., 2008). Entretanto, há autores que

defendem, para esportes de alto risco, protetores de 6mm de espessura, embora sejam mais desconfortáveis, deveriam ser os de escolha (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 1997).

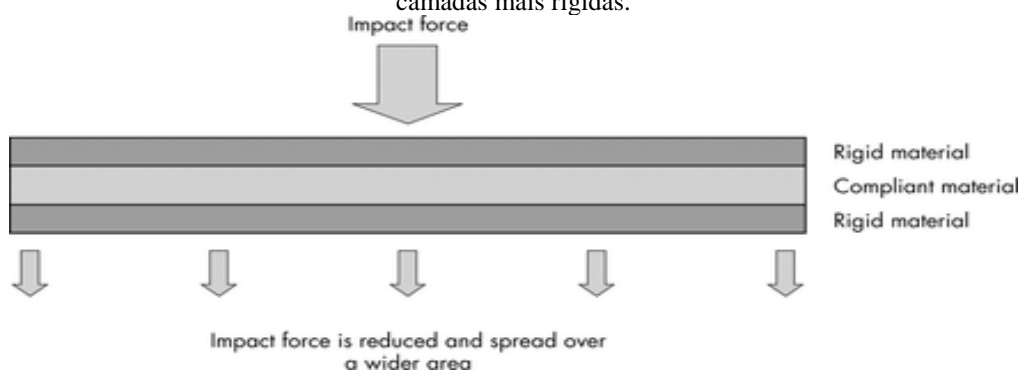
O desempenho dos materiais, nos quais são confeccionados os protetores bucais, pode ser melhorado, de modo a aumentar a absorção de energia, seja pelo espessamento do material (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 1995), ou pela inclusão de ar entre as camadas (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 1997). Além disso, as inclusões de ar aumentam a absorção de energia, reduzindo as forças transmitidas aos tecidos, sem aumentar a espessura. Em um experimento, foi avaliado a influência da inclusão de volumes de ar, em um protetor bucal constituído por EVA. Havia protetores com e sem inclusões de ar e, todos, possuíam 4mm de espessura. Sobre os protetores, foi aplicada, por um pêndulo, uma força de impacto com energia de 4,4J a uma velocidade de 3m/s. A energia do golpe é equivalente a uma bola de críquete, viajando a 43 km/h, que seria, suficientemente, capaz de causar danos às estruturas bucais. Os resultados demonstraram que, houve uma redução de 32% nas forças transmitidas aos tecidos bucais, nos protetores em que continham inclusões de ar, quando comparados aos PB sem inclusão (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2002).

Afirma-se que os protetores bucais laminados com inserções rígidas podem ser indicados (Mccrory, 2001), contudo, em um estudo, houve inserção de uma folha de aço inoxidável, de modo a distribuir as forças incidentes, de maneira uniforme. Entretanto, foi constatado que este elemento, pode provocar lesões, caso fique exposto ao tecido mole e/ou dentes (Knapik et al., 2007). Em um outro trabalho, buscou-se avaliar o impacto das inserções rígidas na dissipação de forças dos protetores bucais. Na amostra, havia quatro protetores bucais multilaminados, com 4 camadas de EVA macio, de 1mm de espessura. Em cada amostra, uma camada foi substituída (1º, 2º, 3º e 4º camadas, respectivamente) por uma camada de EVA duro, com 1,8mm de espessura. Deste modo, após a inserção rígida, cada protetor apresentava 4,8mm de espessura. O grupo controle não apresentava inserções rígidas, apresentando 4 mm de espessura. A diferença de espessura não foi considerada significativa para o propósito do estudo. Os resultados finais demonstraram que o material, sem inserção rígida (amostra controle), transmitiu forças, significativamente, mais baixas em relação a todas as outras amostras, evidenciando, desta forma, que a inserção de uma camada dura de EVA, em protetores bucais multilaminados, reduziria a energia de absorção dos mesmos, aumentando os riscos de lesões dento-alveolares (Westerman; Stringfellow; Eccleston, 2000).

Deste modo, propõe-se que os protetores bucais possuam uma construção laminada que

seja composta por uma região central muito flexível, e uma camada externa mais rígida. Com isso, uma força de impacto reduzida será transferida para os dentes, devido à alta capacidade de absorção de choque da camada mais flexível. Assim, a energia de rebote, que seria prejudicial ao sistema estomatognático, também seria reduzida, pois o sistema multilaminado retorna a sua forma original mais lentamente do que o sistema em material único (Patrick; Van Noort; Found, 2002). Combinações de materiais flexíveis e rígidos podem ser construídas para um sistema multilaminar, com materiais e espessuras de camadas adaptadas, de acordo com os requisitos necessários (Patrick; Van Noort; Found, 2005).

Figura 3 - Visualização das camadas de um protetor bucal com implementação de uma camada flexível entre duas camadas mais rígidas.

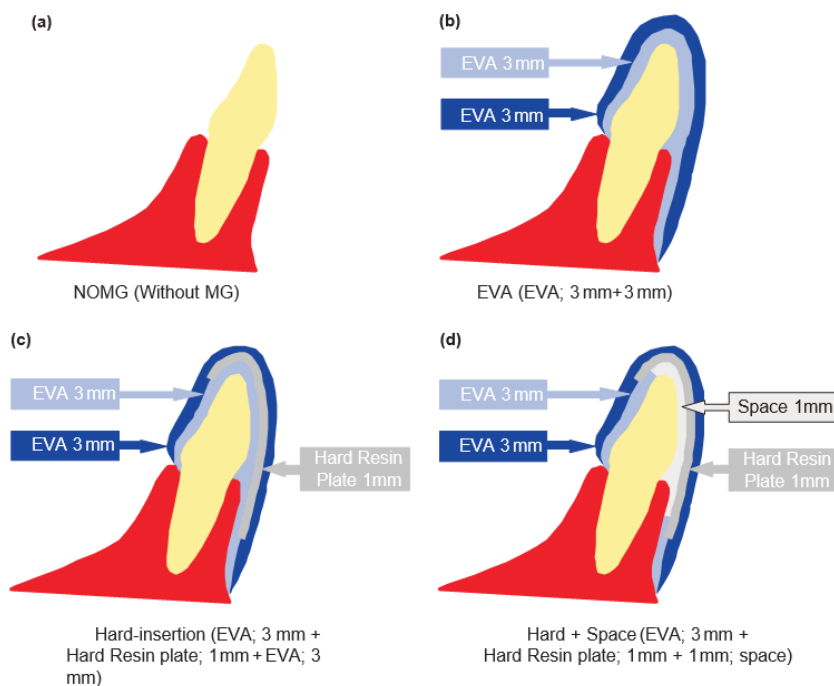


Fonte: Patrick, Van Noort e Found, 2005.

Por isso, a implementação de lâminas de Sorbothane (poliuretano viscoelástico), entre camadas de EVA, têm sido utilizadas, uma vez que permite maior capacidade de absorção de choques, nos protetores bucais (Knapik et al., 2007).

Em um experimento, foram testados três tipos de protetores bucais, de modo a avaliar a absorção de energia de cada um deles. O primeiro protetor foi constituído por duas camadas de 3mm de EVA. No segundo, foi inserida uma porção rígida de resina acrílica, entre as camadas de 3mm de EVA, na porção vestibular até o limite ocluso-incisal. No terceiro PB, na porção vestibular até o limite ocluso-incisal, houve um alívio na primeira camada de EVA, deixando um espaço vazio de 1mm entre o dente e a segunda camada, em seguida, houve a inserção da camada rígida de resina acrílica e a última camada de EVA, assim como no anterior. Destaca-se que, apesar da porção aliviada, a inserção rígida não apresentava contato com o elemento dental (Takeda et al., 2006).

Figura 4 - Modelos apresentados no experimento.



Fonte: Takeda et al., 2006.

Ao colidir uma esfera de aço contra os protetores bucais, por meio de um pêndulo, foi observado que o primeiro protetor obteve uma capacidade de absorção de choques maior, 39,7%, em relação ao segundo, 37,3%, que continha inserções rígidas de resina acrílica. Contudo, os melhores resultados foram apresentados pelo terceiro protetor bucal, que continha alívio e a inserção rígida, com uma taxa de absorção de 49,3% (Takeda et al., 2006).

As colisões contra objetos duros, no esporte, geralmente ocorrem com objetos de baixa massa, como, por exemplo, bolas de beisebol e discos de hóquei. Desta forma, embora o pico de força possa atingir níveis elevados, é provável que seja de curta duração. Nestes casos, as tensões serão concentradas no ponto de impacto, sem muita dissipação. Em contrapartida, as colisões com objetos macios, geralmente envolvem um componente pesado e, embora o pico de força possa ser menor, o período de força é bem mais longo, nesta situação. Desse modo, o estresse é dissipado no complexo dente-osso, abrangendo outras regiões, além da do impacto (Cummins; Spears, 2002).

Em modalidades esportivas, cujo objetos de colisão são duros, o PB deve possuir maior espessura e ser constituído por materiais mais macios, que se deformam no momento de impacto, aumentando o tempo de contato do objeto e resultando na diminuição no pico de força exercida. Em contrapartida, quando o objeto de impacto é mole, isto é, quando o próprio objeto se deforma,

o PB deve ser menos espesso e mais rígido, de maneira a melhorar a capacidade de absorção do impacto e distribuir as forças por uma área maior (Knapik, 2007). Desta forma, o ideal seria projetar um protetor bucal específico para o atleta, de acordo com o esporte que pratica e as prováveis colisões (Bistulfi; Bistulfi, 2000; Cummins; Spears, 2002; Coto; Meira; Dias, 2010).

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão de literatura narrativa e descritiva, com enfoque na influência da espessura dos protetores bucais na prevenção de lesões orofaciais em atletas. As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect e Google Scholar, utilizando os descritores: *mouthguards*, *custom-made mouthguards*, *thickness*, *orofacial injuries* e *impact absorption*.

Foram incluídos artigos originais, revisões e estudos experimentais publicados entre 1988 e 2021, em português e inglês, que abordassem a relação entre espessura e desempenho protetor. Foram excluídos estudos sem metodologia clara, resumos, dissertações e artigos sobre protetores de uso não esportivo. Os artigos selecionados foram analisados quanto ao tipo de protetor, espessura, métodos de ensaio e principais resultados.

CONCLUSÃO

Com base na literatura revisada, a espessura do protetor bucal personalizado destaca-se como um dos principais fatores que influenciam sua eficácia na prevenção e/ou atenuação de lesões orofaciais associadas à prática esportiva. Evidências indicam que dispositivos com espessura de 3 e 4 mm apresentam resultados satisfatórios no cumprimento desse objetivo, sem gerar impacto negativo sobre o desempenho atlético. Portanto, além da espessura, a composição e a disposição das camadas dos protetores personalizados, do tipo IV, também desempenham papel determinante em sua capacidade protetora. Assim, conclui-se que a espessura ideal, aliada à adequada configuração em camadas, é determinante para a eficácia dos protetores bucais personalizados, assegurando proteção contra lesões orofaciais sem comprometer o desempenho do atleta de acordo com a modalidade esportiva praticada. Entretanto, observa-se a necessidade de mais estudos com o objetivo de identificar métodos e materiais que possam maximizar o efeito protetor do dispositivo.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE, R. A. et al. Prevalence of dental trauma in Pan American Games athletes. **Dental Traumatology**, v. 26, n. 3, p. 248-253, 2010.
2. ANTUNEZ, M. E. M.; REIS, Y. B. O binômio esporte-odontologia. **Adolescência & Saúde**, v. 7, n. 1, p. 37-39, 2010.
3. BARROS NETO, T. L.; TEBEXRENI, A. S.; TAMBEIRO, V. L. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 11, n. 3, p. 695-705, 2001.
4. BERNARDON, J. K.; BARATIERI, L. N.; VIEIRA, L. C. C. Protetores bucais parte I: razões para o uso. **International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 1, n. 3, p. 220-224, 2005.
5. BISTULFI, R.; BISTULFI, A. Odontologia Desportiva. **Jornal de Assessoria ao Odontologista**, v. 6, p. 24-25, 2000.
6. COTO, N. P.; MEIRA, J. B. C.; DIAS, R. B. Fraturas nasais em esportes: sua ocorrência e importância. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 7, n. 3, p. 349-353, 2010.
7. CUMMINS, N. K.; SPEARS, I. R. The effect of mouthguard design on stresses in the tooth bone complex. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, p. 942-947, 2002.
8. DEBELIAN, G.; TROPE, M.; SIGURDSSAN, A. Traumatismo dentário. In: SIQUEIRA, J. F.; LOPES, H. P. (ed.). **Endodontia: biologia e técnica**. 2015.
9. DEL ROSSI, G.; LEYTE VIDAL, M. A. Fabricating a better mouthguard. Part I: factors influencing mouthguard thinning. **Dental Traumatology**, v. 23, p. 149-154, 2007.
10. DHILLON, B. S. et al. Guarding the precious smile: incidence and prevention of injury in sports: a review. **Journal of International Oral Health**, p. 104-107, 2014.
11. DIAS, R.; MAIA, F.; COTO, N. P. Odontologia desportiva. **Arte, Ciência e Saúde, 20º Congresso Internacional de Odontologia**, São Paulo, v. 2, p. 465-476, 2002.
12. DUARTE-PEREIRA, D. M. et al. Wearability and physiological effects of custom-fitted vs self-adapted mouthguards. **Dental Traumatology**, v. 24, p. 439-442, 2008.
13. FUTAKI, J.; MOTTA, L. F. G. Protetores bucais: promoção da saúde na odontologia. **Revista Odontológica da Universidade Santo Amaro**, v. 5, n. 2, p. 98-105, 2000.
14. GRECO, G. D. et al. Standard of disocclusion in complete dentures supported by implants without free distal ends: analysis by the finite elements method. **Journal of Applied Oral Science**, v. 20, n. 1, p. 64-69, 2012.
15. JEROLIMOV, V. Temporomandibular injuries and disorders in sport. **Medical Sciences**, v. 34, p. 149-165, 2010.

16. KNAPIK, J. J. et al. Mouthguards in sport activities. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 117–144, 2007.
17. MAEDA, M. et al. In search of necessary mouthguard thickness. Part 1: from the viewpoint of shock absorption ability. **Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi**, v. 52, n. 2, p. 211–219, 2008.
18. MCCLELLAND, C.; KINIRONS, M.; GEARY, L. A preliminary study of patient comfort associated with customised mouthguards. **British Journal of Sports Medicine**, v. 33, p. 186-189, 1999.
19. MCCRORY, P. Do mouthguards prevent concussion? **British Journal of Sports Medicine**, v. 35, p. 81–82, 2001.
20. MIZUHASHI, F.; KOIDE, K. Formation of vacuum-formed and pressure-formed mouthguards. **Dental Traumatology**, v. 33, n. 4, p. 295-299, 2017.
21. MIZUHASHI, F.; KOIDE, K.; TAKAHASHI, M. Thickness and fit of mouthguard according to changing the holding conditions and the heating conditions of the mouthguard sheet. **Dental Traumatology**, v. 30, p. 140–146, 2014.
22. MIZUHASHI, F.; KOIDE, K.; WATARAI, Y. Difference in laminated mouthguard thickness according to the laminate order. **Dental Traumatology**, v. 37, p. 497–501, 2021.
23. NAMBA, E. L.; PADILHA, A. C. **Odontologia do esporte: um novo caminho. Uma nova especialidade**. Florianópolis: Editora Ponto, 2016. p. 40-142.
24. NEWSOME, P. R. H.; TRAN, D. C.; COOKE, M. S. The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 11, p. 396-404, 2001.
25. OIKARINEN, K. S.; SALONEN, M. A. M.; KORHONEN, J. Comparison of the guarding capacities of mouth protectors. **Endodontology and Dental Traumatology**, v. 9, n. 3, p. 115-119, 1993.
26. OKESON, J. P. **Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão**. 6. ed. St. Louis: Elsevier, 2008. p. 107-115, 136-147.
27. OLIVEIRA, C. M. C. S. et al. Epidemiologia dos traumatismos buco-maxilofaciais por agressão física em Aracaju/SE. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo-facial**, v. 8, n. 3, p. 57-68, 2008.
28. OZAWA, T. et al. Shock absorption ability of mouthguard against forceful, traumatic mandibular closure. **Dental Traumatology**, v. 30, p. 204–210, 2014.
29. PADILHA, A. C.; NAMBA, E. L. **Protetores Bucais Esportivos: tudo o que o cirurgião-dentista precisa saber**. 1. ed. Balneário Camboriú: 893 Editora, 2014. 141 p.
30. PARKER, K. et al. A review of mouthguards: effectiveness, types, characteristics and indications for use. **Nature Publishing Group**, v. 222, n. 8, p. 629–633, 2017.

31. PATRICK, D. G.; VAN NOORT, R.; FOUND, M. S. Evaluation of laminated structures for sports mouthguards. **Key Engineering Materials**, v. 221–222, p. 133–144, 2002.
32. PATRICK, D. G.; VAN NOORT, R.; FOUND, M. S. Scale of protection and the various types of sports mouthguard. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 278–281, 2005.
33. RANALLI, D. N. Preventing mouth injuries during sports. **Paediatric Dentistry Journal**, v. 62, n. 1, p. 17-20, 1995.
34. RIBEIRO, A. A.; SILVA, R. G. da; SOUZA, I. P. R. Recuperação da confiança do atleta com o uso de protetores bucais na prática de esportes: relato de caso. **Jornal Brasileiro de Odontopediatria e Odontológica**, v. 5, n. 23, p. 11-15, 2002.
35. ROSOKY, R. M. A. et al. Ground reaction force pattern in limbs with intermittent claudication. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 20, p. 254-259, 2000.
36. SANE, J.; YLIPAAVALNIEMI, P. Dental trauma in contact team sports. **Endodontics and Dental Traumatology**, v. 4, n. 4, p. 164-169, 1988.
37. SANTIAGO, E. et al. Protector Bucal “Custom-Made”: indicações, confecção e características essenciais. **Arquivos de Medicina**, v. 22, n. 1, p. 25-33, 2008.
38. SANTOS, P.; SANTOS, J. C.; PEREIRA, C. P. Assessment of posttraumatic orofacial damage based on Portuguese civil, criminal and labor laws. **PROCRIM**, v. 4, n. 3, p. 2-41, 2014.
39. SCHULZE, A. The use of mouth protectors in sports. **CSMI**, v. 1, n. 8, p. 20-23, 2008.
40. SILVEIRA, E. G. da et al. Conhecimento e atitudes dos odontopediatras do Estado de Santa Catarina acerca de mecanismos de prevenção de traumatismos bucais relacionados a esportes. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 38, n. 6, p. 341-346, 2009.
41. SIZO, S. et al. Avaliação do conhecimento em odontologia e educação física acerca dos protetores bucais. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 15, n. 4, p. 282-286, 2008.
42. TAKEDA, T. et al. Are all mouthguards the same and safe to use? The influence of occlusal supporting mouthguards in decreasing bone distortion and fractures. **Dental Traumatology**, v. 20, n. 3, p. 150-156, 2004.
43. TAKEDA, T. et al. Does hard insertion and space improve shock absorption ability of mouthguard? **Dental Traumatology**, v. 22, n. 2, p. 77-82, 2006.
44. TIWARI, V. et al. Dental trauma and mouthguard awareness and use among contact and noncontact athletes in central India. **Journal of Oral Science**, v. 56, n. 4, p. 239–243, 2014.
45. TRIBST, J. et al. Influence of custom-made and stock mouthguard thickness on biomechanical response to a simulated impact. **Dental Traumatology**, v. 34, n. 6, p. 429–437, 2018.

46. VERISSIMO, C. et al. Custom-fitted EVA mouthguards: what is the ideal thickness? A dynamic finite element impact study. **Dental Traumatology**, v. 32, p. 95–102, 2016.
47. WALKER, J.; JAKOBSEN, J.; BROWN, S. Attitudes concerning mouthguard use in 7- to 8-year-old children. **ASDC Journal of Dentistry for Children**, v. 69, n. 2, p. 207-211, 2002.
48. WESTERMAN, B.; STRINGFELLOW, P. M.; ECCLESTON, J. A. An improved mouthguard material. **Australian Dental Journal**, v. 42, n. 3, p. 189-191, 1997.
49. WESTERMAN, B.; STRINGFELLOW, P. M.; ECCLESTON, J. A. Beneficial effects of air inclusions on the performance of ethylene vinyl acetate (EVA) mouthguard material. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p. 51–53, 2002.
50. WESTERMAN, B.; STRINGFELLOW, P. M.; ECCLESTON, J. A. Forces transmitted through EVA mouthguard materials of different types and thickness. **Australian Dental Journal**, v. 40, n. 6, p. 389–391, 1995.
51. WESTERMAN, B.; STRINGFELLOW, P. M.; ECCLESTON, J. A. The effect of hard inserts in laminated EVA mouthguards on energy absorption. **Australian Dental Journal**, v. 45, p. 21–23, 2000.
52. YAMADA, J. et al. Anterior palatal mouthguard margin location and its effect on shock-absorbing capability. **Dental Traumatology**, v. 22, n. 3, p. 139–144, 2006.