



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

JOSÉ REINALDO GOMES JÚNIOR

**PROTETOR BUCAL PREVENÇÃO NA ODONTOLOGIA DO
ESPORTE:** Análise sobre os tipos de protetores bucais e sua eficiência
preventiva contra traumatismos orais dentro da prática esportiva.

JOSÉ REINALDO GOMES JÚNIOR

**PROTETOR BUCAL PREVENÇÃO NA ODONTOLOGIA DO ESPORTE: Análise
sobre os tipos de protetores bucais e sua eficiência preventiva contra
traumatismos orais dentro da prática esportiva.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia,
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como
parte das exigências para a obtenção do grau de CIRURGIÃO-DENTISTA.

Orientador: Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode
Coorientador: Prof. Dr. Wagner de Oliveira

São José dos Campos
2025

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2025]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Gomes Júnior, Jose Reinaldo

Protetor bucal prevenção na odontologia do esporte: Análise sobre os tipos de protetores bucais e sua eficiência preventiva contra traumatismos orais dentro da prática esportiva. / Jose Reinaldo Gomes Júnior. - São José dos Campos : [s.n.], 2025.
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado - odontologia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2025.

Orientador: Sigmar De Mello Rode

Coorientador: Wagner Oliveira

1. Protetor bucal. 2. Odontologia do esporte. 3. Prevenção. 4. Trauma. I. De Mello Rode, Sigmar, orient. II. Oliveira, Wagner, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. V. Universidade Estadual Paulista (UNESP). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode (Orientador)
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese

Profa. Dra. Ana Amélia Barbieri
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Departamento de Odontologia Social e Clínica Infantil

Profa. Dra. Jéssica Dias Santos
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese

São José dos Campos, 21 de outubro de 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho principalmente ao Deus todo poderoso que me guiou e deu forças em sua infinita misericórdia. Dedico também a minha família que me deu as bases e possibilidades que me permitiram chegar até aqui, assim como a todos que passaram pela minha vida e foram fonte de aprendizado e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a todos que colaboraram para meu aprendizado. Estou ciente que sozinho não chegaria a qualquer lugar, mas a união de uma comunidade em prol da educação me possibilitou a atingir graus de conhecimentos de grande valor e importância, sou grato aos professores que cederam um pouco do seu tempo para me auxiliar em cada dúvida e me encheram de conhecimento e me tornaram um ser humano mais produtivo, mais digno e mais capacitado em ser útil na sociedade.

RESUMO

Gomes JRG. Protetor bucal prevenção na odontologia do esporte: Análise sobre os tipos de protetores bucais e sua eficiência preventiva contra traumatismos orais dentro da prática esportiva. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2025.

Introdução: Analisando os tipos de protetores bucais existentes, considera-se ideal a confecção adequada do protetor bucal em ambiente odontológico ou personalizável, assim como a importância na literatura em relação ao seu uso e as associações existentes entre o uso do protetor bucal e seus benefícios relacionados à odontologia. **Revisão da literatura:** Desenvolvimento e análise dos passos de criação e confecção do protetor bucal, analisando a literatura disponível. Análise na literatura disponível do tipo revisão narrativa sobre o uso dos protetores bucais e sua importância odontológica. **Discussão:** O trabalho avaliou os diferentes tipos de protetores bucais disponíveis no mercado, assim como foi verificado sua eficácia e desempenho no uso para prática de esportes contra trauma na região craniofacial. Foi estabelecido uma base de buscas através da análise de artigos do Pubmed desde os mais antigos aos mais recentes, levando em consideração a extração de dados que pudesse trazer melhor contribuição à construção desse trabalho. **Considerações finais:** Através da análise da literatura existente sobre os tipos de protetores bucais existentes no mercado e a confecção do protetor bucal personalizável, foi realizado o levantamento em relação aos tipos de materiais, métodos de produção de protetores bucais e os testes associados para garantia de um tipo ideal de protetor bucal que possa fornecer a correta proteção no meio esportivo, assim como foi levado em consideração os maiores benefícios do protetor bucal do tipo personalizável em sua capacidade de permitir realizar os devidos ajustes e seguir os corretos parâmetros para construção de um dispositivo seguro e eficaz que pudesse atuar na proteção dos tecidos e controle oclusal das cargas mastigatórias.

Palavras-chave: protetor bucal; esporte; trauma craniofacial; odontologia; proteção

ABSTRACT

Gomes JRG. Mouthguard prevention in sports dentistry: An analysis of the types of mouthguards and their preventive effectiveness against oral trauma during sports practice. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Institute of Science and Technology; 2025.

Introduction: When analyzing the types of existing mouthguards, the ideal is considered to be the proper fabrication of the mouthguard in a dental or customizable environment, as well as understanding the importance highlighted in the literature regarding their use and the existing associations between mouthguard use and dental-related benefits. **Literature Review:** Development and analysis of the steps involved in designing and fabricating a mouthguard, based on the available literature. A narrative literature review was conducted regarding the use of mouthguards and their dental importance. **Discussion:** This study evaluated the different types of mouthguards available on the market and assessed their effectiveness and performance during sports practice for protection against trauma in the craniofacial region. A search framework was established by analyzing PubMed articles, ranging from the oldest to the most recent, taking into account data extraction that could best contribute to the construction of this work. **Final Considerations:** Through the analysis of the existing literature on the types of mouthguards available on the market and the fabrication of customizable mouthguards, a survey was conducted regarding the types of materials, production methods for mouthguards, and the associated tests that ensure an ideal type of mouthguard capable of providing proper protection in the sports environment. Additionally, emphasis was placed on the major benefits of customizable mouthguards, especially their ability to allow necessary adjustments and to follow correct parameters for constructing a safe and effective device capable of protecting tissues and ensuring proper occlusal control of masticatory loads.

Keywords: mouthguard; sports; craniofacial trauma; dentistry; protection.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 Uso de protetores bucais em pacientes com disfunções no sistema estomatognático.....	11
2.2 Diferenças entre placas miorrelaxantes e protetores bucais esportivos.....	12
2.3 Impacto no desempenho esportivo e biomecânica.....	13
2.4 O uso de protetores bucais é obrigatório em quais esportes e federações?.....	15
2.5 Adesão dos atletas ao uso de protetores bucais.....	16
2.6 Tipos de protetores bucais esportivos.....	17
2.7 Protetores bucais tipo I (estoque).....	19
2.8 Protetores bucais tipo II (formado dado pela boca).....	20
2.9 Protetores bucais tipo III (personalizado).....	21
2.10 Estrutura em comum dos protetores bucais.....	22
2.11 Testes de qualidade dos protetores bucais.....	24
2.11.1 Teste de sensor de extensômetro.....	26
2.11.2 Teste de sensores de triangulação a laser.....	26
2.11.3 Teste de medição de pulso de ressonância magnética de estado sólido.....	27
2.11.4 Teste de análise de deformação de correlação de imagem 3D.....	28
2.12 Fabricação dos protetores bucais.....	29
2.13 Fabricação pelo método de calor e vácuo.....	30
2.14 Fabricação pelo método de injeção de pressão.....	32
2.15 Pontos em comum do uso da fabricação utilizando temperatura e pressão.....	33
2.16 Fabricação dos protetores bucais pelo meio digital.....	34
2.17 Protocolos de indicação clínica e ajustes em consultório.....	35
2.18 Protocolos de higienização e manutenção do protetor bucal.....	37
3 DISCUSSÃO.....	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A importância do protetor bucal deve levar em consideração diversos fatores para se estabelecer a proteção adequada do arco dental contra traumatismos, levando em consideração o uso de um dispositivo feito com um material com correto desempenho mecânico e respeitando os critérios de conforto e adaptação. Essa importância do uso de protetor bucal na prática de esporte não é um fato recente, visto que esse acessório por muito tempo esteve associado a prática esportiva, principalmente quando relacionados a prática de esportes de alta possibilidade de contato direto entre os participantes, como o Boxe, Rugby ou esportes com menor possibilidade de contato, mas que a fixação mandibular pode ser benéfica e importante para melhorar o desempenho esportivo e evitar consequentemente o apertamento dentário [1].

A importância da pesquisa do uso desse tipo de instrumento se inicia quando se constata que muitos atletas profissionais ou até mesmo amadores desconhecem a importância do seu uso durante a prática de esportes de menor impacto como durante o levantamento de peso durante a prática de musculação, visto que durante uma análise mais criteriosa da relação entre a atividade muscular e a força oclusal gerada pelo apertamento entre os dentes, foi verificado que quanto maior a quantidade e a intensidade da atividade muscular, maior é a força oclusal gerada [2].

A relação entre o uso do protetor bucal como forma de proteção aos tecidos dentários, tecido gengival e tecido ósseo é de causa e efeito, visto que ao usar um instrumento vestível cobrindo todos os dentes de uma arcada protege a mesma, como a maxila, visto que a maior parte dos traumas gerados na região orofacial acomete dentes e tecidos maxilares, que estão mais evidenciados. No entanto apesar do uso de extrema importância contra injúrias e traumas do protetor bucal o mesmo pode ter outra função como é o caso do seu uso para controle da força oclusal que é gerada durante o apertamento dos dentes quando o indivíduo está realizando atividade muscular com relativa intensidade, e as consequências desse

apertamento progressivo e contínuo e se for um hábito constante pode ter capacidade de desenvolver uma disfunção temporomandibular de origem muscular gerando processos de desconforto e dor, como por exemplo na ativação de músculos que podem estar associados à DTM de origem muscular como a ativação dos músculos masseter e outros músculos da mastigação durante o apertamento dental [3].

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em relação às lesões relacionadas ao sistema estomatognático, acredita-se que os acidentes esportivos sejam responsáveis por até um terço das lesões orais e craniofaciais [4]. Devido ao fato de que as lesões orais afetam diretamente a vida e a estabilidade esquelético-facial, afetando assim o bem-estar dos indivíduos, principalmente aqueles mais diretamente envolvidos em esportes de alto impacto, as lesões orais podem ser consideradas como um grande problema de saúde bucal pública, se levado em consideração os perigos associados às lesões nos tecidos e o bem-estar do indivíduo, assim como os custos que estariam envolvidos nos tratamentos [5].

Ao considerar as causas que podem afetar o bom equilíbrio das estruturas que formam os tecidos orais e crânio faciais, o traumatismo pode ser considerado como a quinta condição que está mais presente nos acidentes, atingindo um bilhão de pessoas ao redor do mundo [6]. Dentro das regulações que regem diretrizes e padrões dentro da odontologia, a Federação Odontológica Mundial (FDI), recomenda que o protetor bucal seja usado como modo de prevenção de lesões dentárias e dos tecidos bucais associados, assim como faz a recomendação que a personalização do protetor bucal seja feita com supervisão odontológica [6,7]. Aprofundando nas causas que podem afetar o bem-estar dessas estruturas, o traumatismo na região oral leva a lesões dentárias que podem causar danos gravíssimos de forma imediata ao momento do ocorrido, assim como lesões não-imediatas, como a necrose pulpar e a reabsorção dentária que são danos desenvolvidos após o evento traumático [8].

Dentro dessas ocorrências traumáticas, foram realizadas revisões dentro da literatura que indicam que as lesões orais ocorridas após atividades relacionadas ao esporte podem afetar até 52% de crianças de 11 a 13 anos [9]. Dentro desse contexto esportivo e as lesões orais associadas os protetores bucais esportivos são relatados como eficazes na prevenção e redução das lesões orofaciais [4,10,11]. Considerando a explicação para sua eficácia, está relacionado a sua alta capacidade de absorver a onda de choque do impacto inicial e distribuir de maneira uniforme aos tecidos densos dentais e esqueléticos [12,13], dessa forma diminuindo os impactos diretos que afetam o côndilo mandibular e o disco articular,

diminuindo as possibilidades de afetar o equilíbrio ideal relacionado a articulação temporomandibular [14,15].

2.1 Uso de protetores bucais em pacientes com disfunções no sistema estomatognático

Considerando o uso abrangente e diversificado dos protetores bucais, o seu uso pode ser fator de tratamento de diversas disfunções que estão relacionadas ao sistema estomatognático. Os protetores bucais são usados dentro de sua variação como placa de mordida para o tratamento de pacientes acometidos pelo bruxismo, no qual relaciona-se com o hábito parafuncional involuntário noturno no qual os dentes de ambas as arcadas são levados em movimentos repetidos contra seus respectivos antagonistas, essa parafunção está relacionado a causas de estresse e ansiedade, acometendo em todo o mundo uma grande quantidade de pessoas, no qual tal hábito está relacionado ao desgaste dental, dores musculares e possíveis disfunções relacionados a articulação temporomandibular, conseqüentemente tal distúrbio entra nas possibilidades do uso de placas de mordida rígidas como forma de tratamento, demonstrando sua eficácia e funções diversificadas [16].

As possibilidades do tratamento utilizando protetores bucais podem ser aplicados em distintos distúrbios que podem afetar negativamente a vida dos pacientes, como é o caso da Apneia Obstrutiva do Sono Leve conhecido com um hábito involuntário que foge do controle consciente e afeta negativamente a qualidade de vida como um todo. O uso das placas de mordida como uma forma de tratamento desse distúrbio ou como forma de amenizar suas conseqüências, está relacionado a casos leves no qual a parafunção que é conhecida por afetar a respiração durante o sono, no qual existe um colapso das vias aéreas superiores, o uso dos protetores bucais nesse caso aplica-se em sua capacidade de contribuir para manter as vias aéreas abertas, ao ter a capacidade de manter o correto posicionamento dos arcos dentários e mantendo a língua em uma posição favorável, sendo um fator determinante para melhora da qualidade de sono e vida dos pacientes afetados por essa comorbidade [17].

O foco do uso dos protetores bucais está relacionado a fatores de prevenção e tratamento de distúrbios que afetam diretamente o sistema estomatognático, como é o caso dos distúrbios que acometem a articulação

temporomandibular e afetam significativamente a qualidade de vida dos pacientes. O conjunto de condições que afetam essa articulação é conhecida mais usualmente pelo nome de disfunções temporomandibular ou DTM no qual afeta o equilíbrio funcional da região levando a quadros severos de dor e podendo inclusive levar ao comprometimento da função mastigatória. As placas de mordida dentro desse critério de tratamento estão relacionadas a uma abordagem mais conservadora de preservação das estruturas associadas ao distúrbio, ao ser capaz de reduzir a atividade muscular acentuada, levando a um relaxamento das estruturas e alívio de sintomas dolorosos aos pacientes acometidos [18].

2.2 Diferenças entre placas miorrelaxantes e protetores bucais esportivos.

As placas de mordida podem ser utilizadas tanto como tratamento de uma forma funcional ao ser capaz de contribuir para a manutenção do correto equilíbrio entre as estruturas craniofaciais, assim como pode ser utilizada como forma de prevenção ao possibilitar envolver e proteger contra traumas o arco dentário selecionado. As placas miorrelaxantes, usualmente mais conhecidas como placas oclusais, são confeccionados individualmente para o tratamento das disfunções que podem afetar o sistema estomatognático, ao possuir como característica principal a diminuição da atividade muscular, promovendo um relaxamento dos músculos que se encontram em hiperfunção, conseqüentemente contribuindo para alívio da dor, proteção das estruturas dentárias contra o desgaste e fraturas oriundas do ranger e o apertamento entre os dentes antagonistas entre as arcadas [19].

Os protetores bucais esportivos que serão mais detalhadamente abordados, referem-se a dispositivos intraorais que servem para envolver e adaptar-se no arco dentário selecionado, sendo o arco dentário maxilar mais utilizado pelo fato de possuir uma maior projeção anterior dos dentes como os incisivos centrais superiores, justificando a necessidade de proporcionar a proteção a essa região. O uso dos protetores bucais dentro do contexto do esporte está relacionado a práticas físicas que são mais conhecidas por possuir maiores chances de impactos e traumas mecânicos que podem afetar as estruturas craniofaciais, dessa maneira a habilidade de proteger essas estruturas relaciona-se com a capacidade dos protetores de envolver e principalmente adaptar-se corretamente nos tecidos dentários e tecidos moles, respeitando as margens de segurança ao envolver

igualmente as superfícies, além da capacidade estrutural correspondente ao tipo de material empregado para manutenção de uma correta espessura de superfície para absorção e distribuição da energia oriunda dos choques mecânicos, preservando ao máximo as estruturas orais ao qual o protetor bucal está associado [20].

2.3 Impacto no desempenho esportivo e biomecânica

O uso de protetores bucais esportivos está mais concentrado nos praticantes de esporte de maiores chances de impactos, como jogadores de rúgbi e praticantes de artes marciais, entretanto os benefícios do uso podem ser aproveitados por uma faixa ainda maior de atividades físicas. O correto desempenho esportivo depende de uma série de fatores que estão relacionados ao condicionamento físico do atleta, sobretudo estão relacionados ao controle respiratório durante atividades de alta intensidade, no qual existem atletas que evitam o uso de protetores bucais tanto pela falta de conforto e adaptação relacionados aos produtos obtidos de uma forma não personalizada para aquele indivíduo, o que torna suas características de adaptação inadequadas, o que diminui a adesão dos praticantes de esporte dos protetores bucais durante atividades no qual a falta do uso leva os mesmos a estarem expostos a traumas resultantes de choques mecânicos contra as estruturas do sistema craniofacial [21].

O desempenho esportivo de um atleta de alto rendimento está relacionado a sua preparação física, assim como o correto desempenho de um protetor bucal esportivo está inerentemente associado às suas características de adaptação, conforto e proteção às estruturas intraorais. O correto uso do protetor bucal tem por funcionalidade a manutenção do correto posicionamento da maxila e mandíbula, facilitando numa maior capacidade ventilatória, visto que foi verificado em estudos em lutadores de artes marciais um aumento da força de pico durante a contração muscular máxima, indicando uma significativa melhora na performance muscular durante o uso de um protetor bucal personalizado bem adaptado em boca [22].

O avanço das observações e estudos relacionados ao uso dos protetores bucais, podem facilitar na disseminação de informações corretas sobre o uso dos protetores bucais esportivos, sobretudo para incentivar o seu uso entre os atletas que possam acreditar em um prejuízo a sua capacidade esportiva, evidências científicas estão cada vez avançando para um consenso sobre o uso dos protetores

buciais esportivos não prejudicar o desempenho atlético, podendo inclusive melhorar aspectos da capacidade cardiorespiratória, melhorando o desempenho muscular em atividades de alta intensidade [22].

A melhora da capacidade respiratória de um atleta durante a execução de atividades de alta intensidade está relacionado inclusive a biomecânica do sistema estomatognático, na correta manutenção e posicionamento da maxila em relação a mandíbula, em conjunto com o protetor bucal se relacionando com essas estruturas em um equilíbrio favorável. Durante atividades físicas de grande esforço, existe uma tendência de ocorrer o apertamento entre os arcos dentários, resultante da força exacerbada durante atividades como levantamento de pesos, podendo levar uma hiperatividade muscular intensa, podendo gerar posteriormente sintomas dolorosos ao paciente, o uso dos protetores bucais está relacionado a sua adaptação e conforto em boca, pois quando bem adaptado e feito de forma correta pode possibilitar o correto equilíbrio e postura do atleta durante atividades físicas de alta intensidade [23].

Estudos relacionados a esse tema foram realizados com o objetivo de realizar uma avaliação precisa da influência dos protetores bucais no equilíbrio e postura corporal de um atleta, no qual foi verificado inicialmente durante o uso desses dispositivos um aumento da dimensão vertical de oclusão resultante da espessura do protetor e o posicionamento vertical da maxila em relação a mandíbula, entretanto tal alteração não resultou em impactos negativos, pelo contrário, o uso dos protetores bucais esportivos personalizados além de não alterar de forma negativa o equilíbrio e postura do indivíduo, teve efeitos positivos na confiança dos atletas durante a atividades físicas de alta intensidade [23].

2.4 O uso de protetores bucais é obrigatório em quais esportes e federações?

O uso de protetores bucais como medida preventiva é essencial em distintas modalidades esportivas, sobretudo em esportes com alto potencial de risco para traumas na região craniofacial. A exigência do uso dos protetores bucais está relacionado com mais frequência em esportes onde o contato direto é um fator comum da prática desse esporte, como é o caso do boxe, no qual o protetor bucal é obrigatório devido a modalidade e tipo de esporte no qual os participantes estão em contato direto e golpes na região orofacial é um fator comum nesse tipo de esporte,

assim como outros esportes de artes marciais no qual o contato entre os participantes podem gerar riscos de fraturas dentárias e lesões em tecidos moles [24]. Além de esportes que estão relacionados à prática de artes marciais, no qual o contato direto entre os participantes é um fator comum e com alto potencial de desenvolvimento de lesões, esportes como o futebol americano e o Rugby são altamente recomendado pelas organizações esportivas o uso dos protetores bucais. No Brasil a regulamentação e recomendações sobre a odontologia relacionado ao esporte é feito através do Conselho Federal de Odontologia (CFO), no qual no ano de 2015 foi reconhecido a odontologia do esporte como especialidade odontológica por meio da resolução CFO 160, no qual tem por objetivo promover a saúde bucal de atletas, sobretudo visando a contribuição em relação a prevenção de lesões relacionadas à prática esportiva [25].

Apesar da existência nacional da especialidade relacionada à odontologia do esporte, não existe por meio das federações esportivas uma padronização em âmbito nacional, entretanto existe a recomendação das diversas federações esportivas nacionais sobre o uso de protetores bucais, sobretudo relacionado a esportes com maiores chances de impacto e lesões orofaciais. Ampliando para um contexto internacional, existem recomendações relacionados ao uso do protetor bucal no esporte por organizações como no caso dos Estados Unidos, no qual a National Collegiate Athletic Association (NCAA), regulamenta esportes universitários no país, exigindo o uso de protetores bucais em esportes como futebol americano e luta livre [26], assim como em âmbito internacional organizações como a International Boxing Association (AIBA), torna obrigatório o uso de protetores bucais entre os boxeadores durante as competições oficiais [27], além de organizações como a World Rugby, entidade máxima do Rugby recomenda o uso de protetores bucais em muitas competições internacionais, no qual seu uso é obrigatório entre os jogadores [28,29].

2.5 Adesão dos atletas ao uso de protetores bucais

A adesão do uso de protetores bucais entre atletas é influenciada por diversos fatores, no qual está relacionado a fatores como conforto, adaptação,

comunicação, respiração e o conhecimento dos fatores de risco do esporte e eficiência dos protetores bucais na prevenção de lesões orofaciais. O desconforto é um dos principais critérios que desestimulam um atleta no uso dos protetores bucais, no qual a relação de conforto está diretamente associado a correta capacidade do protetor bucal manter-se adaptado em boca, respeitando os corretos limites entre as estruturas orais e mantendo uma relação de espessura adequada para conforto e manutenção do correto contato entre os arcos antagonistas e adequada posição vertical entre maxila e mandíbula, quando existe algum desequilíbrio desses fatores, ocorre a desestimulação do atleta no uso do protetor bucal durante a atividade esportiva, como foi verificado em estudos no qual os participantes de uma pesquisa na universidade pública na Colômbia, reconheceram a importância do uso dos protetores bucais, mas questões como conforto e adaptação foram fatores que mais influenciaram suas decisões em relação ao uso [30].

Entre as barreiras que estão relacionadas a manutenção do uso dos protetores bucais no contexto esportivo entre os atletas, fatores como desconforto e adaptação foram levados em consideração, assim como as dificuldades relacionadas à comunicação, respiração, estética e influência do meio esportivo. As dificuldades na comunicação e respiração foram barreiras significativas, sobretudo relacionado a esportes de alto desempenho no qual a exigência cardiovascular e respiratória é alta e um protetor bucal que não siga as corretas exigências de adaptação e limites entre as estruturas orais, podem se tornar prejudiciais aos atletas durante a atividade esportiva, no qual a limitação entre respiração pode influenciar diretamente no desempenho adequado do atleta, assim como em situações onde a comunicação pode ser limitada, atrapalhando a troca de informações entre atletas no qual o trabalho conjunto e a comunicação durante as partidas são essenciais, assim como fatores relacionados a uma estética satisfatória e fatores de pressão social, no qual um meio esportivo que não use os protetores bucais, pode influenciar a decisão de um atleta de seguir com o uso ou não, independente do conhecimento e consciência do mesmo em relação a importância preventiva de lesões dos protetores bucais, assim como os custos e a

acessibilidade de protetores bucais personalizados podem se tornar uma barreira entre praticantes amadores de esporte [31].

2.6 Tipos de protetores bucais esportivos

Dentro dos critérios de especificação e diretrizes que possam regular de maneira segura e padronizada os parâmetros relacionados ao protetor bucal, a American Standard Institut (ANSI), American Dental Association (ADA) e Standards on Dental Care Products (SODP), estabelecem parâmetros para diferenciação dos distintos tipos de protetores bucais, no qual os parâmetros entre a forma de produção leva a diferenciação entre os distintos tipos de protetores bucais disponíveis no mercado, sobretudo as diferenças essas que estão relacionadas ao tipo de material empregado na fabricação, como o uso de polímeros termoplásticos e os tipos de polímeros usados, assim como se um protetor bucal é feito de forma padronizada ou personalizada, são todos fatores que diferenciam os protetores bucais esportivos disponíveis atualmente [32].

Tabela I: Tipos de protetores bucais de acordo com a fabricação.

Legenda: Dados referente ao modo de fabricação dos protetores bucais de acordo com a especificação número 99 de 2013 do ANSI.

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Estoque	Formato dado pela boca	Personalizado
	Classe 1 – Termoplástico	Classe 1 – Formado a vácuo
	Classe 2 – Configuração química	Classe 2 – Formado por modelo

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando os tipos de protetores bucais disponíveis e suas formas de diferenciação anteriormente estabelecidas, o protetor bucal do tipo I ou do tipo de estoque, são de venda livre e seu formato é padronizado em um formato de U, não

é reconhecido com características satisfatórias de retenção e são mantidos em posição no arco superior através do apertamento entre arcos [12,32].

Adentrando as características dos protetores bucais do tipo II ou formado pela boca, sua configuração inclui tantos materiais dos tipos termoplásticos, que posteriormente ao amolecimento através do contato com o calor, são levados a cavidade oral pelo próprio usuário para adaptar-se às características da arcada do respectivo usuário [12,33,35]. Apesar de apresentar relativa adaptação às características específicas da arcada e fornecer relativa retenção e ajuste mais aprimorado, em comparação com o tipo de estoque, o protetor bucal do tipo II não demonstra padrões eficientes de ajuste e estabilidade [12]. Dentro das características relacionadas ao protetor bucal do tipo I, as diferenças entre os tipos de arcos entre diferentes indivíduos levam a impossibilidade de existir um único padrão que seja corretamente satisfatório para todos os usuários, consequentemente tornando o design padrão do tipo estoque com menor eficácia entre os tipos disponíveis [34].

Considerando os padrões de adaptação dos protetores bucais do tipo II, considera-se que eles podem interferir na ventilação, diminuindo o aporte de oxigênio durante o seu uso [36]. Assim como já foi verificado que esse tipo de protetor bucal pode perder camadas de espessura durante a adaptação em boca, consequentemente diminuindo sua capacidade de fornecer proteção aos tecidos adjacentes [34]. Considera-se as características físicas do material que forma os protetores bucais do tipo II e que são do tipo termoplástico [37], dessa forma necessita da temperatura para moldagem em boca, no qual foi verificado que a maioria necessita de altas temperaturas para permitir uma eficiente termomodelagem, considerando que é realizado pelo indivíduo sem os materiais e técnicas adequadas dificulta que seja manuseado em boca em temperaturas tão altas [38].

2.7 Protetores bucais tipo I (estoque)

Protetores bucais do tipo I ou estoque, são dispositivos de proteção maxilar de venda livre e fácil aquisição pelos pacientes, possuem o formato do arco superior maxilar de forma padronizada, não levando em consideração as individualidades que cada indivíduo possui em relação as diferenças métricas entre diferentes indivíduos, considerando o fato do padrão crânio facial e suas medidas serem distintas de acordo com o sexo, no qual homens podem apresentar uma proporção maior em relação as mulheres, assim como diferenças na altura pode indicar indivíduos com padrões crânio faciais distintos e dessa forma possuem distintas métricas na proporção do arco dental maxilar, além de alterações nas posições dentarias que podem levar ao encaixe incorreto do protetor bucal de estoque em relação aos dentes superiores, consequentemente essas diferenças entre arcos podem tornar o protetor bucal do tipo estoque menos eficazes [34].

Em relação a adaptação desse tipo de protetor bucal no arco dental superior, a maioria possui o mesmo tipo de técnica para adaptação, que está no uso de uma ranhura central que circunda o modelo, porém não se adaptando sozinho a arcada, a adaptação acontece através do apertamento dental que o indivíduo realiza em relação à o arco superior contra o inferior [12,33]. Esse tipo de protetor bucal costuma ser fabricado através do material de Etileno Acetato de Vinila (EVA), sendo considerado um polímero termoplástico, possui relativa flexibilidade para comportar uma mínima adaptação em relação ao arco dental, o material também é conhecido por possuir características físicas relativos à capacidade de absorção de choque, além da capacidade de distribuir forças em caso de um impacto na região maxilo-facial [39].

2.8 Protetores bucais tipo II (formado dado pela boca)

Protetores bucais do tipo II ou também conhecidos como formado pela boca, indica que o mesmo não possui um formato padronizado único na sua forma

final, mas possui a habilidade de ser moldado em boca pelo próprio usuário, o tipo de material de sua fabricação é conhecido usualmente como (boil and bite ou ferver e morder), esse tipo de material é constituído de um polímero termoplástico que ao ser exposto a uma determinada temperatura por um respectivo período de tempo, torna-se maleável para que possa se tornar ajustável em boca [12]. Dessa forma aparenta ser de fácil manuseio por parte do usuário, entretanto já foi relatado que esse tipo de material possui ampla faixa de temperatura necessária para correta moldagem, o que indica que um usuário não treinado pode ter dificuldades ao correto manuseio do produto [38].

Em relação a capacidade desse tipo de protetor bucal em adaptar-se em boca, apesar de possuir a característica termoplástica que o capacita a tornar-se ajustável com o calor e rígido novamente com a perda de calor, não possui uma capacidade de retenção e ajuste satisfatório que possa tornar a adaptação suficientemente boa para fornecer proteção mecânica adequada ao indivíduo, visto que a capacidade de uma proteção mecânica ideal está relacionado a adaptação correta do protetor em relação ao arco dental [12]. Além do fato que se é relatado que seu uso pode interferir na ventilação do indivíduo, o que o torna mais uma vez inadequado ao uso eficiente na prática esportiva [36].

Em relação ainda aos protetores bucais do tipo II moldado em boca, a literatura cita uma variação de material que possui a configuração química, mas especificamente essa citação é feita pela Associação Dental Americana (ADA), especificamente através do Padrão ADA de número 99, ou seja, é citada essa variação dos protetores bucais do tipo II, entretanto não foi localizado essa variação de material que seja disponível de forma comercial, o que pode indicar que seja uma opção não disponível atualmente no mercado aos usuários [40].

2.9 Protetores bucais tipo III (personalizado)

Os protetores bucais do tipo III ou personalizado, possuem a característica principal de serem feitos por profissionais através das características individuais

dentais, de tecido mole e formato de arcada específico para determinado paciente, se adequando de forma personalizada a cada indivíduo. Através do método de fabricação individual desse tipo de protetor bucal, tem a característica de obter correta adaptação aos dentes e tecidos moles, possui uma espessura mínima satisfatória, conferindo adequada proteção contra traumas mecânicos e possibilitando inclusive o seu uso em indivíduos que usam aparelhos ortodônticos fixos [12].

Em relação aos materiais de fabricação, pode ser verificado o uso de Etileno Acetato de Vinila (EVA), do qual é relatado para esse tipo de material, características satisfatórias relacionadas a suas propriedades mecânicas, do qual de interesse maior encontra-se, a propriedade de absorção de choque e distribuição de energia, características de suma importância que deve estar presente quando trata-se da proteção eficiente que deve ter um protetor bucal para conferir a adequada proteção às estruturas dentais, tecidos moles e estruturas ósseas adjacentes da região maxilo-facial [11].

Ainda considerando o tipo de material de fabricação desse tipo de protetor bucal, é relatado na literatura que existe uma variação na composição e formulação dos copolímeros de EVA, considerando distintos fabricantes desse tipo de protetor bucal, é dado aos mesmos a possibilidade da patente sobre suas criações, o que invariavelmente vai possibilitar cada fabricante produzir distintos tipos desse protetor bucal com suas respectivas propriedades e desempenhos [41].

Além de variações de formulação que não afetam o desempenho desse tipo de protetor bucal, mas pode fornecer características próprias e específicas de acordo com o fabricante, como a existência no mercado da adição de nanopartículas de prata, para conferir propriedades bacterianas ao produto [42]. Em relação às adições feitas para ganho de desempenho e aumento da capacidade de proteção e aprimoramento das capacidades de absorção de choque e distribuição de energia, existe a adição de borracha porosa e intercaladas camadas de silicone para aumentar a capacidade de absorção de choque por parte do material [43].

Além dessas modificações do material em EVA para aumento de desempenho na alteração de suas propriedades mecânicas, existe outras opções no mercado como materiais constituídos de copolímeros de poliestireno-poliolefina, material que foi considerado superior ao EVA, ao possuir um desempenho superior em comparação ao mesmo, ou seja, possui propriedades mecânicas que foram consideradas mais eficientes na proteção contra choque e distribuição da energia no momento de um trauma contra o material [44,45].

2.10 Estrutura em comum dos protetores bucais

Em relação ao arco facial no qual se é recomendado o uso do protetor bucal, existe casos específicos no qual o arco inferior pode ser protegido por essa estrutura, entretanto em relação a estrutura crânio facial, o arco superior possui uma maior projeção vestibular ou proeminência em relação ao arco inferior, o que configura o mesmo mais sujeito ao impacto direto, principalmente está mais sujeito a traumas os incisivos superiores que em relação ao arco inferior se encontra mais projetado anteriormente na face [14].

Quando se trata de situações específicas que podem mudar a indicação principal do uso ao arco superior do protetor bucal, pacientes acometidos com uma oclusão grau III de Angle, essa condição é responsável pela discrepância anteroposterior dental e facial, no qual pacientes com essa condição possuem a mandíbula mais projetada em relação a maxila, dessa forma tornando o arco dental inferior mais protuberante ou anteriormente mais projetado na face e sujeito a um maior trauma que o arco superior [33].

O processo de fabricação dos protetores bucais deve levar em consideração todos os aspectos relacionados a sua estrutura, que se relaciona a um formato adaptado nos tecidos dentais e tecidos moles, consequentemente possuindo uma altura suficiente para cobrir todas essas estruturas, assim como deve possuir uma espessura mínima de material que seja capaz de assegurar que o protetor bucal

tenha as propriedades mecânicas necessárias seu correto desempenho e proteção [13,14].

Quando trata-se de uma espessura mínima de material que possa manter a proteção ideal, estudos mais avançados na área usam softwares de modelagem em 3D, no qual o crânio e os arcos faciais são projetados em um ambiente virtual, no qual situações de contato e ausência de contato dentário foram levados em consideração, no qual usando uma carga de 500 N por um objeto esportivo como uma bola, o protetor foi testado e avaliado que uma espessura mínima de 4mm de material é necessário a proteção eficiente do arco dental, assim como foi verificado em estudo que os dentes quando mantido em uma posição de máxima intercuspidação é menos prejudicial em situações extremas com o uso do protetor bucal [14].

Ainda em relação a espessura mínima de material usado na fabricação dos protetores bucais, foi relatado que o aumento dessa espessura acima dos 4mm acima citado, torna o objeto menos confortável ao paciente, dessa forma contra estimulando o mesmo no uso do protetor bucal devido a um grande volume que pode interferir inclusive no correto selamento labial [46]. Considerando ainda seu design de fabricação, indica-se uma cobertura dental completa por parte do protetor bucal, assim como é indicado uma cobertura de tecido mole de até 2 mm na região vestibular, mas deve-se estar atento a possíveis interferências no selamento labial, assim como é recomendado também uma cobertura palatina adequada de 6-10 mm para proteção mais eficiente a essas estruturas [12,33].

O design correto do protetor bucal deve incluir a cobertura satisfatória de toda a extensão dos tecidos dentais e tecidos moles, para que possa se adaptar corretamente ao arco dental, assim como proteger todas as estruturas envolvidas e sujeitas ao impacto, dessa forma a literatura recomenda que o protetor bucal deve estender-se em toda a extensão dental, dessa forma cobrindo todos os molares posteriores, possuindo uma oclusão corretamente ajustada para que não existam interferências em RC, conferindo o correto posicionamento entre os arcos para que estejam em uma posição fisiológica adequada para diminuir-se os riscos no

momento de um possível impacto a essas estruturas. Visto todos esses fatores como espessura, adaptação e cobertura adequada o ajuste preciso pode ser responsável por uma retenção adequada, consequentemente por uma proteção ideal a todas as estruturas envolvidas e sujeitas ao trauma [47,48].

2.11 Testes de qualidade dos protetores bucais

A avaliação da qualidade associada aos protetores bucais envolve especialmente uma ênfase relacionada à manutenção da estrutura do protetor contra choques mecânicos, ou seja, visa principalmente avaliar a capacidade do objeto em relação a sua principal função que é a proteção das estruturas que ele reveste. Dessa forma os testes têm como finalidade verificar a capacidade do material de resistir a impactos, levando em consideração a manutenção de sua estrutura e a dissipação da energia pelo material, afetando minimamente tecidos dentais e tecidos moles adjacentes [49].

Os testes mais conhecidos e usualmente aceitos na verificação da manutenção da integridade física do material relacionam-se com testes de absorção de impacto através de um sistema de pêndulo, no qual o protetor bucal é atingido por um pêndulo contendo uma determinada massa e velocidade específica que seja semelhante a um impacto que um usuário desse protetor bucal sofra em uma determinada atividade esportiva [35].

Em relação a outros testes que são mais amplamente empregados visando determinar a segurança e capacidade dos protetores bucais, envolvem o que é conhecido como (torre de queda) que consiste no lançamento de um determinado objeto a uma determinada altura, no qual a massa do material, altura de queda e velocidade de queda podem simular um impacto que o material possa sofrer quando utilizado em determinados tipos de esporte que possuem maiores chances de impacto direto [44].

A confiabilidade dos testes de qualidade do material realizados em laboratório apesar de possuírem a capacidade de fornecer uma aproximação de uma real situação de trauma, possuem limitações, do qual envolvem uma dificuldade na reprodução exata de uma cavidade bucal do qual estão presentes tecidos dentais, tecidos moles e tecido ósseo adjacente e como esses tecidos se relacionam dentro da cavidade oral com o protetor bucal em uma situação envolvendo um real trauma [15].

Para contornar as limitações relacionadas aos testes de laboratório possuem em relação a complexidade do sistema crânio facial, foi proposto a tentativa de simular de forma mais semelhante essas estruturas [50], para uma verificação mais precisa em como esse sistema se comporta numa situação de impacto real, foi criado estruturas que simulam a cabeça humana [47], consequentemente com o mesmo intento foi proposto testes que envolvem uma simulação detalhada e mais aproximada relacionado a cavidade oral de um paciente em uma determinada situação de estresse esportivo [51].

Estudos relacionados aos testes de qualidade e manutenção estrutural dos protetores bucais possuem em comum um consenso em que preconiza que os testes de impacto devem ser realizados com objetos ou estruturas que possam simular objetos relacionados ao esporte, dessa forma tornando mais fiéis a simulação real da efetividade que os protetores bucais possuem frente a situações esportivas que podem gerar traumas na estrutura craniofacial [45].

2.11.1 Teste de sensor de extensômetro

Esse tipo de teste envolve a verificação da capacidade estrutural de um determinado tipo de material, do qual tem por finalidade a medição do tipo de deformação que um material resiste a uma determinada carga aplicada sobre sua superfície. O seu uso nos protetores bucais tem por função avaliar a sua eficiência e resistência em determinadas condições que simulam situações reais de uso, no qual a principal função desse teste é verificar quanto de carga um protetor bucal pode

suportar antes que ocorra uma deformação em sua estrutura. Estudos usando esse método consistiu no uso de uma estrutura craniofacial simulada com os seus respectivos alvéolos, superior e inferior e utilizando uma espessura mínima de 4mm do protetor bucal do qual foi medido uma carga máxima de 500N, ou seja, foi a carga que o material suportou antes que ocorresse uma deformação que compromettesse sua funcionalidade [35].

2.11.2 Teste de sensores de triangulação a laser

A avaliação desse tipo de teste envolve a verificação da capacidade do material do qual é constituído o protetor bucal de sofrer impactos e sobretudo como ocorre a distribuição da energia resultante desse impacto ao longo da estrutura do material, no qual para uma verificação mais precisa da resistência e comportamento do material foi utilizado sensores de triangulação a laser, que consiste em feixes de luz que se projetam sobre a superfície do material e em sua reflexão, do qual o sensor detecta alterações que ocorreram ao longo do corpo do material. Determinado teste utilizando esse tipo de sensor e com o objetivo de realizar a avaliação da resistência do protetor bucal, utilizou como material o Etileno Vinil Acetado (EVA), do qual diferentes tipos de carga foram aplicados sobre o material e modificações em sua estrutura foram realizadas com o objetivo de alcançar um design que forneça máxima capacidade de resistência e proteção [52].

O teste foi feito usando como modelo o arco alveolar superior, no qual foi estabelecido que o aumento da espessura do material aumenta em proporção a sua capacidade de resistir a impactos e absorvê-los ao longo da estrutura do material, também foram utilizados a adição de inserções labiais no design do protetor bucal que aumentaram a capacidade preventiva do mesmo, no qual foi utilizado uma inserção macia em malha de náilon, uma inserção dura em Polietileno Tereftalato Glicol (PETG) e espaço de ar mais uma inserção dura em (PETG) que apresentou melhores resultados na capacidade preventiva do protetor bucal, consequentemente

melhorando sua capacidade de absorção de impactos e proteção às estruturas adjacentes [53].

2.11.3 Teste de medição de pulso de ressonância magnética de estado sólido

O teste de medição com ressonância magnética de um objeto sólido aplicado dentro do contexto dos protetores bucais, tem por finalidade uma avaliação minuciosa da estrutura molecular desses objetos e a sua capacidade de manter sua integridade estrutural ao longo do tempo, levando em consideração as condições de temperatura e pressão que esses materiais estão sujeitos no comprimento de sua função principal de proteção às estruturas adjacentes que o mesmo está associado [54].

O detalhamento do funcionamento deste teste baseia-se na interação dos núcleos atômicos de um determinado material com um campo magnético, no qual os núcleos absorvem energia e emitem sinais que fornecem informações sobre a estrutura molecular do material. Para essa avaliação a partir desse teste, determinado estudo utilizou o material mais comumente usados para fabricação dos protetores bucais, que é o Etileno Acetato de Vinila (EVA), o teste foi realizado visando avaliar o desempenho do material dentro do contexto esportivo usando como simulação o rúgbi como referência de esporte possível causador de impactos, foi verificado uma maior cristalização dos polímeros de EVA resultantes de um uso prolongado, assim como as alterações de temperatura e pressão que esta sujeitos o material podem aumentar o endurecimento deste polímero e consequente diminuição da sua capacidade de conferir proteção adequada [54].

2.11.4 Teste de análise de deformação de correlação de imagem 3D

Dentro do escopo que estabelece os padrões de análise e testes de qualidade para os protetores bucais, o controle estrutural dos materiais utilizados

mostra-se de suma importância na manutenção da função principal dos protetores bucais de fornecer proteção de alta eficiência aos praticantes de esportes. Dessa forma, os diversos meios de análise da capacidade do material de manter sua integridade estrutural e distribuição de energia resultantes do choque mecânico é de suma importância, assim como os diversos testes empregados para essa finalidade [56]. O teste de fotogrametria de correlação de imagem 3D emprega a integração de tecnologias de captura e processamento de imagens em softwares para analisar os objetos selecionados em todas as suas três dimensões, utilizando a reconstrução da forma do objeto em um ambiente digital simulado possuindo a capacidade de permitir uma análise controlada e precisa do objeto associado [55].

As possibilidades da aplicação desse tipo de teste podem fornecer informações diversas como a avaliação da adaptabilidade do adaptador bucal dentro de uma cavidade oral que foi previamente escaneada com um scanner intraoral, medição do desempenho do objeto podendo analisar inclusive o comportamento do material a partir dos dados fornecidos ao sistema e uma maior precisão na manutenção dos padrões de qualidade e eficácia dos protetores na proteção oral [56,57,58].

Testes utilizando esse método baseiam-se sobretudo na análise da capacidade da manutenção estrutural do objeto e seus materiais utilizados, dessa forma pode se obter a partir de uma tomografia do paciente, realizar a sua reconstrução precisa em ambiente virtual e sua posterior fabricação em impressão 3D de modelos mais precisos para testes, do qual protetores bucais fabricados em EVA foram submetidos a cargas específicas e crescentes e o comportamento do material foi analisado em todas as dimensões geométricas, podendo verificar de forma precisa que diferenças de deformações na estrutura do protetor bucal foram observadas, consequentemente a maior deformação produzida contra a superfície do material encontra-se relacionado a zona receptora do impacto, esse tipo de teste forneceu uma maior previsibilidade do comportamento que um protetor bucal teria em uma situação real, fornecendo detalhes precisos para análises e aprimoramentos futuros [59].

2.12 Fabricação dos protetores bucais

As técnicas envolvidas na fabricação dos protetores bucais são de suma importância, visto que diferentes técnicas de fabricação estão associadas a diferentes qualidades finais, no qual algumas são preferíveis ao serem reconhecidas por produzirem melhores resultados e um protetor bucal final de maior qualidade e eficiência. A fabricação dos protetores bucais envolve principalmente o uso de materiais termoplásticos, como é o caso do Etileno Vinil Acetato (EVA), um material utilizado em técnicas de fabricação de formação por calor a vácuo, assim como outras técnicas que envolvem a injeção de pressão e técnicas de envase [40].

O método que utiliza o calor e vácuo é mais comumente usado e reconhecido por ser econômico e simples na utilização, do qual utilizando a propriedade física do polímero de EVA de quando submetido a determinada temperatura, assume uma conformação mais maleável e posteriormente o vácuo é utilizado para levar o material contra a superfície desejada, no caso um modelo de gesso do arco dental correspondente. Apesar de ser uma técnica relativamente simples e barata, como toda a técnica, possui uma limitação que se encontra na possibilidade de formar zonas desiguais em sua estrutura, resultantes do fato que nem toda sua superfície recebe valores iguais de temperatura e pressão [60].

A fabricação a partir do método de injeção de pressão tem por técnica usual o uso de um modelo, no qual o material termoplástico aquecido é submetido a uma injeção de pressão, para que o material maleável pelo calor seja aplicado sob pressão. Essa técnica é reconhecida por ter a vantagem de um maior preenchimento dos detalhes do arco dental moldado, dessa forma tem a vantagem de fornecer a distribuição mais uniforme do material em torno de toda a superfície a ser preenchida pelo material, fornecendo inclusive uma maior adaptação do protetor bucal em relação ao arco dental associado. Essa técnica pode usar inclusive a mudança da posição do modelo em plataforma, com o objetivo de reduzir diferenças relacionadas a espessura do material, no qual possibilita uma distribuição por igual

do material entre a superfície, contribuindo segundo estudos inclusive para garantir a espessura labial adequada do protetor bucal [61].

A técnica de envase envolve a aplicação de um material termoplástico maleável em alta temperatura em um molde, no qual após o resfriamento o material assume a rigidez e forma correspondente ao molde utilizado. Sua fabricação envolve o uso de moldes em cera, silicone ou metal no qual o termoplástico maleável é envasado sendo injetado sob pressão ou vertido no molde, no qual o principal objetivo está no fato do material preencher toda a superfície e detalhes do molde e sua posterior solidificação [62].

A utilização dessa técnica visa sobretudo possibilitar uma adequada adaptação e conforto na utilização dos protetores bucais, no qual inicialmente em estudo foi realizada a digitalização da arcada dentária utilizada, para permitir uma precisa medição e cópia de todas as estruturas associadas. Esse método foi responsável por aumentar a capacidade de adaptação do protetor bucal e consequente redução de erros associados às outras técnicas, como ocorre usualmente na distribuição desigual do material afetando sua adaptação e funcionalidade [62].

2.13 Fabricação pelo método de calor e vácuo

O processo inicial da fabricação dos protetores bucais utilizando essa técnica visa sobretudo sua praticidade ao ser de fácil reprodução e ser considerado um método econômico, tornando uma das técnicas mais utilizadas para obtenção dos protetores bucais. Para se iniciar esse método de princípio exige-se sobretudo de um modelo em gesso ou impressão 3D de excelente qualidade, no qual o mesmo deve apresentar de forma fiel todas as estruturas associadas à arcada dentária do paciente, para que a adaptação do material seja realizada de forma precisa [63].

Após a etapa da obtenção do modelo, deve-se selecionar o tipo de material que será utilizado para fabricação do protetor bucal, o material deve ser um

polímero termoplástico, no qual ao ser exposto a uma determinada temperatura possa se tornar maleável, para posterior ganho de rigidez e adaptação no modelo selecionado. O material que é mais usualmente empregado por suas propriedades compatíveis e resultados finais mais satisfatórios, são o Etileno Vinil Acetato ou polímero de EVA, no qual o material é aquecido em uma prensa térmica ou forno, para um controle adequado de temperatura por toda a superfície do material, posteriormente é criado um sistema fechado no qual o ar é retirado da câmara, formando um vácuo, o que é responsável por levar o material contra a superfície do modelo e ocorre a adaptação do material em torno da superfície. Com a perda de temperatura o material ganha dureza e resistência ao perder sua maleabilidade, no qual as bordas são cortadas e um acabamento é realizado em todo o protetor bucal para posterior teste de conforto e adaptação em boca [64].

Ainda em relação a fabricação dos protetores bucais pela técnica de temperatura e vácuo, estudos sugerem que a temperatura de aquecimento do material influencia diretamente na qualidade final do produto obtido. O processo de fabricação usual dos protetores bucais utilizando polímero de EVA utiliza folhas do material em torno de 3,8 mm no qual em estudos controlados as temperaturas de 80, 100 e 120 °C, foram utilizadas. O método de análise dos resultados utilizou-se de variância bidirecional ou ANOVA bidirecional que consiste em uma técnica estatística utilizada para avaliação da influência de duas variáveis em um sistema fechado, dentro desse contexto esse tipo de análise serviu para avaliação das influências de temperatura e pressão na fabricação dos protetores bucais [60].

Utilizando a verificação do ajuste na região de incisivo central e molar, foi verificado em estudo as distinções das distâncias entre o protetor bucal e a margem gengival entre essas regiões, podendo ser observado a alteração da espessura de material entre as regiões no processo final de obtenção, no qual a temperatura de 120 °C mostrou-se como melhor faixa de temperatura para trabalho com polímero do tipo EVA [60].

2.14 Fabricação pelo método de injeção de pressão

Esse método de fabricação dos protetores bucais possui aspectos semelhantes relacionados à primeira técnica do uso da formação de vácuo, mas diferencia-se ao apresentar vantagens próprias na melhoria da qualidade final do objeto. Essa técnica de obtenção dos protetores bucais possui a característica de que o material termoplástico utilizado como o polímero de EVA é injetado sob pressão contra o modelo, o qual preenche todos os espaços do mesmo, criando um protetor bucal que se ajusta a forma do modelo em todos os seus detalhes, em comparação ao método anterior que leva o material aquecido contra o modelo e uma pressão negativa é feita no sistema fechado [65].

Dessa forma o método de fabricação por injeção de pressão baseia-se primeiramente na obtenção de um modelo em gesso adequado, com todos os detalhes da arcada dentária correspondente. O material a ser utilizado é aquecido geralmente a temperaturas em torno de 120 °C, no qual ao tornar-se maleável é levado sob pressão contra a superfície do molde, dessa forma esse método possui a vantagem de uma maior distribuição igualitária de espessura do material em torno do molde e preenchimento adequado de todos os detalhes [65].

A técnica utilizada nesse método usa a pressão de forma controlada para obtenção de um protetor bucal esportivo de qualidade, sendo que ao utilizar essa técnica de controle do vácuo aplicado, existe uma maior possibilidade que o material se molde mais adequadamente aos detalhes do molde como forma dos dentes e gengivas, possibilitando inclusive um melhor ajuste pelo fato do material se adaptar de melhor forma as estruturas mais complexas que possa estar presente no molde da arcada [66].

2.15 Pontos em comum do uso da fabricação utilizando temperatura e pressão

A utilização dos métodos de fabricação dos protetores bucais utilizando como variáveis principais temperatura e pressão, possui suas similaridades e

distinções. Sendo de igual variáveis a manipulação e controle em um sistema fechado de ajustes de temperatura para tornar maleável o polímero de Etileno Vinil Acetato (EVA) mais usualmente utilizado, para posterior uso do controle de pressão para levar o material contra a superfície do molde utilizado [67].

Além das variáveis de temperatura e pressão do controle do processo de fabricação dos protetores bucais, existe outra variável importante para obtenção de um produto final de qualidade que envolvem a posição do modelo dentro do sistema e a angulação do mesmo em relação a plataforma de suporte, assim como as diferenças da manipulação da folha laminada e sua espessura que serão utilizadas no processo, variáveis essas que podem alterar a espessura do polímero entre as distintas partes da estrutura do material. Essas variáveis mais detalhadamente envolvem em estudos relacionados ao posicionamento do modelo em ângulos específicos, no qual a relação entre a plataforma e a região de dentes anteriores podem variar entre 90°, 100° e 110° a uma distância de 40 mm à frente da unidade de moldagem, assim como o controle de espessura da folha de material pode ser manipulada com o seu aquecimento ao tornar-se maleável e ceder em torno de 15 mm para que apenas após essa etapa possa ser levada a cobrir o modelo [68].

Dessa forma a utilização desse tipo de técnica de fabricação possui a característica da espessura de material poder diminuir de acordo ao aumento do ângulo do modelo em posição na plataforma, assim como foi observado que a movimentação do modelo em torno de 20 mm para frente, pode produzir um protetor bucal com cerca de 3 mm de espessura na região labial, essa movimentação do modelo em plataforma pode gerar esse tipo de resultado independente da angulação anterior utilizada para fabricação [68].

2.16 Fabricação dos protetores bucais pelo meio digital

A tecnologia e a inovação estão cada vez mais presentes em todos os meios, principalmente em setores que visam a otimização e a produção de materiais com as melhores características e propriedades biomecânicas. O emprego de

tecnologia no processo de fabricação dos protetores bucais inicia-se antes mesmo do começo da produção propriamente dito dos materiais a serem manipulados, visto que o uso do escaneamento digital da arcada dentária do paciente fornece em um ambiente virtual a reprodução dos detalhes anatômicos de forma precisa e facilita sobretudo a correta visualização e o planejamento adequado do caso [69].

A fabricação utilizando meios digitais fornece vantagens inerentes ao controle das técnicas de fabricação e uma construção mais precisa de detalhes das estruturas adjacentes do arco dentário, facilitando na produção de protetores bucais cada vez mais precisos em sua adaptação à boca. O projeto inicia utilizando um scanner intraoral que irá fornecer a um software do tipo CAD (Computer-Aided Design) para projetar os detalhamentos das estruturas orais do paciente, no qual esse modelo oral em 3D em ambiente virtual pode ser manipulado de modo que permita construir primeiramente em meio digital o protetor bucal, tendo a vantagem de definir suas margens e limites entre as estruturas dentais e de tecido mole, mantendo suas distâncias de forma mais precisa e adequada dentro dos limites de segurança estabelecidos [70].

Para o processo de impressão em 3D das estruturas do protetor bucal, utiliza-se polímeros em forma de filamentos que serão reconstruídos na mesa de impressão com as corretas medidas que foram estabelecidas. Para esse tipo de impressão pode ser utilizado polímeros do tipo elastômero de poliuretano que possui características termoplásticas, que submetido a determinada temperatura pelo sistema da impressora 3D de modelagem torna-se maleável para construção das estruturas a serem impressas. Atualmente existe em estudos a produção de protetores bucais utilizando tecnologia 4D que relaciona-se com a impressão de objetos em 3D no qual o quarto dimensionamento refere-se a capacidades específicas do material em relação a seu comportamento ao longo do tempo, no qual o material pode alterar-se de acordo com as respostas a estímulos externos, como alterações físicas relacionados a rigidez do material quando submetido a condições específicas de calor, umidade ou pressão, características essas que

foram pensadas para melhorar o ajuste do protetor em boca, proporcionando melhores condições de conforto e proteção [70].

Dessa forma uma das principais vantagens das técnicas digitais, além da eliminação de fatores que podem ocorrer erros no processo, como a moldagem e a produção dos modelos em gesso, utiliza materiais inteligentes que podem mesmo após finalizados expandir ou contrair em boca, melhorando sua adaptação na boca do paciente, consequentemente uma melhor adaptação pode ser responsável por maior conforto e manutenção da proteção adequada do arco dentário e suas estruturas adjacentes [70].

2.17 Protocolos de indicação clínica e ajustes em consultório

Os protocolos relacionados à indicação clínica de manuseio e ajustes dos protetores bucais esportivos, são procedimentos de responsabilidade do profissional clínico, no qual deve estabelecer critérios a serem avaliados para o controle correto e orientações adequadas que devem ser repassados ao paciente. Os critérios estabelecidos após a correta confecção do protetor bucal seguindo adequadamente os padrões de qualidade, devem sobretudo estabelecer e assegurar o conforto do paciente durante o uso do protetor bucal, principalmente durante a prática esportiva, dessa forma uma avaliação criteriosa da oclusão é de suma importância para a seleção e adaptação do protetor bucal e uso confortável por parte do paciente [71].

Sendo estabelecido uma oclusão desbalanceada pode comprometer a correta posição maxilo-mandibular, a dimensão vertical de oclusão e comprometer a estabilidade e adaptação do protetor em boca, assim como afetar de forma prejudicial o equilíbrio do sistema estomatognático causando dor e desconforto para o paciente, consequentemente deve-se estabelecer na instalação do protetor bucal uma correta oclusão balanceada, verificando os pontos de contato entre os dentes antagonistas e mantendo o correto equilíbrio oclusal entre maxila e mandíbula [71].

A fabricação de um protetor bucal esportivo segue critérios próprios que devem ser mantidos na obtenção final de um produto que possa estabelecer e manter sua função primordial de manutenção da integridade das estruturas orofaciais. Para assegurar um produto final satisfatório, para além dos critérios próprios dos materiais e técnicas de fabricação, existe a necessidade de um olhar clínico para o tipo de paciente que vai estar usando o protetor bucal para sua prática esportiva, no qual o esporte praticado pode influenciar inclusive o tipo de protetor bucal mais indicado para cada situação, como em esportes de contato intenso como o boxe pode demandar um protetor bucal com maior capacidade de resistência e absorção de impactos, assim como esportes como basquete e futebol podem demandar protetores bucais com menor volume, no qual podem ser adequados para que se mantenha a capacidade respiratória mais satisfatória e o conforto mais adequado ao atleta [72].

O tipo de esporte não é o único critério para seleção e personalização de um protetor bucal, critérios específicos como o histórico de disfunção temporomandibular (DTM), requerem atenção especial para esses pacientes, no qual o uso inadequado dos protetores bucais podem maximizar sintomas como dor, estalidos articulares e comprometendo e levando a uma limitação de movimento mandibular, conseqüentemente é recomendado que o protetor bucal seja projetado para minimizar cargas oclusais em desequilíbrio que podem sobrecarregar a articulação temporomandibular e comprometer o estado de saúde orofacial do paciente [73].

Uma indicação clínica adequada dos protetores bucais esportivos personalizados deve levar em consideração os aspectos individuais dos pacientes, dessa forma aspectos funcionais e distúrbios associados ao sistema estomatognático devem ser adequadamente avaliados e tratados para um resultado adequado. Os hábitos parafuncionais como o bruxismo e o apertamento dental podem influenciar na escolha do tipo de protetor bucal a ser indicado ao paciente, no qual os indivíduos com essas parafunções pode gerar forças adicionais sobre os dentes e suas estruturas adjacentes, podendo aumentar riscos de fratura e

desequilíbrio na articulação temporomandibular, conseqüentemente pode ser recomendado a esses pacientes o uso de protetores bucais mais espessos e resistentes, capazes de suportar cargas oclusais maiores, mantendo sempre os critérios adequados de adaptação e conforto [74].

Critérios esses que são interdependentes de uma avaliação multifatorial que se inicia por uma anamnese detalhada da saúde geral do paciente, considerando parafunções, histórico de traumas dentários, tipo de esportes praticados, assim como realizar um exame clínico criterioso para avaliação da oclusão e verificação da integridade dos tecidos dentários e tecidos moles, assim como deve ser feito moldagens precisas e satisfatórias na cópia fiel de todas as estruturas orofaciais associadas ao arco moldado, um ajuste preciso intraoral do protetor em boca levando em consideração pontos de pressão, estabilidade e conforto e realizando as corretas orientações do uso e higiene dos protetores bucais [74].

2.18 Protocolos de higienização e manutenção do protetor bucal

Os protocolos relacionados a higienização estão associados a manutenção a longo prazo dos protetores bucais, visando sua durabilidade e assegurando a preservação da saúde bucal dos atletas. Uma higienização adequadas dos protetores bucais está associado a capacidade do indivíduo de manter sua saúde bucal satisfatória e ter consciência que um protetor bucal mal higienizado pode afetar de forma inadequada a sua própria saúde oral, dessa forma o profissional clínico deve realizar as adequadas orientações ao paciente sobre a limpeza e manutenção adequada dos protetores bucais, assegurando que o paciente compreenda a relação de saúde oral e o uso de um protetor bucal livre de biofilme e contaminações [75].

Dessa forma as indicações como limpeza imediata após o uso dos protetores em treinos ou atividades esportivas deve ser realizado com água corrente e utilizando com frequência escovas de dente macias com creme dental ou sabão

neutro, limpando corretamente toda a superfície do protetor bucal, assim como deve ser orientado a realização de desinfecções adicionais para maximizar a proteção e limpezas ideais, como o uso de solução de gluconato de clorexidina a 0,12% pelo tempo de 5 a 15 min, no qual estudos sugerem que o uso dessa forma de desinfecção pode diminuir de forma significativa a carga microbiana de bactérias cariogênicas que podem se fixar na superfície do protetor bucal [76].

A durabilidade de um protetor bucal está associada a certas práticas de higienização, assim como respeitar os critérios de secagem e armazenamento. Após a limpeza de um protetor bucal deve ser realizado a sua secagem e armazenamento em estojos próprios que se mantenha uma ventilação, que seja protegido de luz solar direta e altas temperaturas, que podem aumentar a proliferação microbiana em dispositivos não higienizados de forma correta, dessa forma todos esses são critérios a serem seguidos visando a durabilidade dos protetores bucais [77].

Assim como deve ser orientado o paciente sobre a possível substituição do dispositivo após um tempo de uso no qual se constata aspectos visuais como rachaduras, sinais acentuados de desgaste, deformações e perda de adaptação, indicando a necessidade de sua troca ao poder ter suas funções comprometidas ao perder suas funções na prevenção adequada de traumas mecânicos, dessa forma desde uma implementação de protocolos adequados de higienização, manutenção dos protetores bucais e orientações da conservação e substituição devem ser critérios abordados pelo profissional clínico com o paciente, no qual uma correta orientação pode contribuir para a manutenção a longo prazo de um protetor bucal funcional e seguro ao paciente sem afetar negativamente o seu equilíbrio de saúde bucal [78].

3 DISCUSSÃO

A análise sobre os tipos de protetores bucais e a sua importância no meio esportivo, foi estabelecido na verificação das variantes disponíveis no mercado, sendo que a maior parte dos protetores bucais mais usualmente adquiridos pelos esportistas são os não personalizáveis de forma profissional, sendo que a correta individualização de um protetor bucal em correto posicionamento de acordo com as características anatômicas de cada indivíduo traz maior conforto, adaptação e proteção. Consequentemente foi analisada as variações de protetores bucais existentes e através da comparação nas literaturas disponíveis para verificação dos tipos mais adequados aos parâmetros de eficiência, conforto e segurança os protetores bucais personalizados mostraram-se superiores.

Dessa forma pode ser verificado a importância em relação ao uso dos protetores bucais em ambiente esportivo, assim como as associações existentes entre o uso do protetor bucal corretamente posicionado e ajustado que mostra-se eficiente e capaz de fornecer ao praticante de esporte, sobretudo aos praticantes de esportes com alta possibilidade de impactos na região craniofacial uma correta proteção contra traumas mecânicos de modo que conserve a integridade dos tecidos acometidos e sobretudo não gere desordens no sistema estomatognático que possam prejudicar os esportistas durante o uso dos protetores bucais. Consequentemente pode-se estabelecer de forma segura as amplas vantagens que o protetor bucal personalizável demonstrou em sua capacidade de fornecer a correta proteção contra traumas ao possuir a característica de manter uma espessura mínima adequada, mantendo o correto limite de proteção mínimo e não levando ao desconforto em relação ao uso, assim como foi verificado os corretos limites a ser estabelecido acima da margem gengival para recobrimento adequado dessas estruturas e a preservação contra injúrias, assim como podemos manter uma adaptação satisfatória que permita o selamento labial e sobretudo estabelecer parâmetros seguros relacionados ao controle da força oclusal que quando estabelecido em desequilíbrio atua podendo causar desconforto e dor ao paciente.

O modo de construção da análise da literatura foi usado como base de dados o Pubmed do qual foi estabelecido uma preferência inicial pelos artigos mais recentes, mas através de uma análise mais criteriosa estabeleceu-se que os artigos mais recentes estabelecem suas características do desenvolvimento de novos produtos em relação aos protetores bucais, entretanto para se alcançar um estudo mais completo em relação aos parâmetros clínicos de confecção do protetor bucal abriu-se também para que os artigos mais antigos com as informações mais relevantes pudesse fazer parte da construção desse estudo. Levando em consideração o modo de construção desse trabalho através de uma análise em forma de linha do tempo a respeito dos protetores bucais desde sua funcionalidade de controle oclusal relacionado a DTM a sua função principal relacionada ao esporte, foi buscado estabelecer essas relações de modo que pudesse ser compreendido ao longo da estrutura textual a ampla capacidade dos protetores oclusais no correto equilíbrio da ATM, conseqüentemente a base de dados teve que ser ampliada de modo que fosse possível alcançar um grande número de artigos para que pudesse ser feito essas correlações de forma adequada, dessa forma se estabeleceu dentro da base de dados de busca artigos científicos recentes e mais antigos que se mostrasse importantes para o direcionamento deste trabalho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise da literatura existente sobre os tipos de protetores bucais existentes no mercado e a confecção do protetor bucal personalizável, foi realizado o levantamento em relação aos tipos de materiais, métodos de produção de protetores bucais e os testes associados para garantia de um tipo ideal de protetor bucal que possa fornecer a correta proteção no meio esportivo. Análise na literatura disponível mostra de forma enfática os melhores resultados dos protetores bucais do tipo personalizável e demonstrou sua importância odontológica para práticas de exercícios físicos de alta intensidade que sejam de impacto ou não, assim como foi verificado que esse tipo de protetor bucal atua para o correto equilíbrio dos arcos dentais e não estão associados ao desenvolvimento de disfunções no sistema estomatognático.

A pesquisa realizada evidencia que, apesar da variedade de protetores disponíveis no mercado, apenas o tipo de protetores bucais personalizável se destacou pela sua eficácia em proteger os atletas contra lesões orais, sendo a personalização desses dispositivos crucial, uma vez que permite um ajuste adequado às características anatômicas individuais, garantindo não apenas a proteção, mas também o conforto durante a prática esportiva. Além disso, a conscientização sobre a importância do uso dos protetores bucais deve ser amplamente divulgada entre atletas, treinadores e profissionais de saúde. A educação sobre os riscos associados à ausência deste equipamento e os benefícios que ele proporciona é essencial para a prevenção de lesões. Portanto, a integração de práticas de conscientização e a recomendação de protetores personalizados podem contribuir significativamente para a saúde bucal e a segurança dos atletas.

REFERÊNCIAS

1. International journal of sports dentistry. Articles of International Journal of Sports Dentistry: volume 2, issue 1. [Internet]. Medical Online-E, 2009. [cited 2025 Nov 25]. Available at: <https://mol.medicalonline.jp/en/archive/search?issue=1&jo=dv2spode&vo=2&ye=2009>.
2. Bakke M. Bite Force and Occlusion. *Semin Orthod*. 2006;12(2):120–6. doi: 10.1053/J.SODO.2006.01.00
3. Narimatsu K, Takeda T, Nakajima K, Konno M, Ozawa T, Ishigami K. Effect of clenching with a mouthguard on head acceleration during heading of a soccer ball. *Gen Dent*. 2015 Nov-Dec;63(6):41-6. PMID: 26545274.
4. Oliveira Werlich M, Honnef LR, Silva Bett JV, Domingos FL, Pauletto P, Dulcineia Mendes de Souza B, et al. Prevalence of dentofacial injuries in contact sports players: A systematic review and meta-analysis. *Dental Traumatology*. 2020;36(5):477–88. doi: 10.1111/EDT.12556
5. Zamora-Olave C, Willaert E, Parera L, Riera-Puñet N, Martinez-Gomis J. Experience with mouthguards and prevalence of orofacial injuries among field hockey players in Catalonia. *Dent Traumatol*. 2020;36(3):285–90. doi: 10.1111/EDT.12531
6. Petti S, Glendor U, Andersson L. World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis-One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dent Traumatol*. 2018;34(2):71–86. doi: 10.1111/EDT.12389
7. FDI policy statement on Sports dentistry. *Int Dent J*. 2017;67(1):18–9. doi: 10.1111/idj.12314
8. Lam R. Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: a review of the literature. *Aust Dent J*. 2016;61 Suppl 1:4–20. doi: 10.1111/ADJ.12395
9. Zaleckienė V, Pečiulienė V, Aleksejūnienė J, Drukteinis S, Zaleckas L, Brukienė V. Dental Trauma Experience, Attitudes and Trauma Prevention in 11- to 13-Year-Old Lithuanian Schoolchildren. *Oral Health Prev Dent*. 2020;18(2):a43309. doi: 10.3290/J.OHPD.A43309
10. Knapik JJ, Hoedebecke BL, Rogers GG, Sharp MA, Marshall SW. Effectiveness of Mouthguards for the Prevention of Orofacial Injuries and Concussions in Sports: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2019;49(8):1217–32. doi: 10.1007/S40279-019-01121-W
11. Bochnig MS, Oh MJ, Nagel T, Ziegler F, Jost-Brinkmann PG. Comparison of the shock absorption capacities of different mouthguards. *Dent Traumatol*. 2017;33(3):205–13. doi: 10.1111/EDT.12324

12. Parker K, Marlow B, Patel N, Gill DS. A review of mouthguards: Effectiveness, types, characteristics and indications for use. *Br Dent J.* 2017;222(8):629–33. doi: 10.1038/SJ.BDJ.2017.365
13. Verissimo C, Costa PVM, Santos-Filho PCF, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Custom-Fitted EVA Mouthguards: what is the ideal thickness? a dynamic finite element impact study. *Dent Traumatol.* 2016;32(2):95–102. doi: 10.1111/EDT.12210
14. Tribst JPM, Dal Piva AM de O, Bottino MA, Kleverlaan CJ, Koolstra JH. Mouthguard use and TMJ injury prevention with different occlusions: A three-dimensional finite element analysis. *Dent Traumatol.* 2020;36(6):662–9. doi: 10.1111/EDT.12577
15. Tanaka Y, Tsugawa T, Maeda Y. Effect of mouthguards on impact to the craniomandibular complex. *Dent Traumatol.* 2017;33(1):51–6. doi: 10.1111/EDT.12283
16. Hardy RS, Bonsor SJ. The efficacy of occlusal splints in the treatment of bruxism: A systematic review. *J Dent.* 2021 May;108:103621. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103621. Epub 2021 Feb 27. PMID: 33652054.
17. Teixeira AO de B, Abi-Ramia LBP, Almeida MA de O. Treatment of obstructive sleep apnea with oral appliances. *Prog Orthod.* 2013;14(1):10. doi: 10.1186/2196-1042-14-10
18. Zhang SH, He KX, Lin CJ, Liu XD, Wu L, Chen J, et al. Efficacy of occlusal splints in the treatment of temporomandibular disorders: a systematic review of randomized controlled trials. *Acta Odontol Scand.* 2020;78(8):580–9. doi: 10.1080/00016357.2020.1759818
19. Ferreira GF, Gama LT, Rodrigues Garcia RCM. Effect of occlusal appliances on the sleep of individuals with bruxism: A systematic review and meta-analyses. *Cranio.* 2024 Dec 21:1-12. doi: 10.1080/08869634.2024.2444712. Epub ahead of print. PMID: 39707941.
20. Patricios JS, Schneider KJ, Dvorak J, Ahmed OH, Blauwet C, Cantu RC, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 6th International Conference on Concussion in Sport-Amsterdam, October 2022. *Br J Sports Med.* 2023;57(11):695–711. doi: 10.1136/BJSPORTS-2023-106898
21. Pawar PG, Suryawanshi MM, K. Patil A, Purnale PS, Mukram Ali F. Importance of mouth guards in sports: a review. *J Evol Med Dent Sci.* 2013;2(46):8903–8. doi: 10.14260/JEMDS/1546
22. Monteiro GDL, Gonçalves VPD, Morales AP, Monteiro MR. Efeito agudo do uso do protetor bucal tipo iii no recrutamento muscular e na performance da força muscular: estudo piloto. *Biológicas & saúde.* 2019;9(30). <https://doi.org/10.25242/886893020191812>
23. Fonzo AL Di, Pinto H da G, Rabelo IJ, Elchin CB, Cometti GF, Bezerra V, et al. Estudo da postura e equilíbrio do atleta por meio de fotogrametria e

estabilometria no uso de protetor bucal para esporte.
RSD.2021;10(9):e11510917730. doi: 10.33448/RSD-V10I9.17730

24. Štyriak R, Hadža R, Arriaza R, Augustovičová D, Zemková E. Effectiveness of Protective Measures and Rules in Reducing the Incidence of Injuries in Combat Sports: A Scoping Review. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023 Oct 30;8(4):150. doi: 10.3390/jfmk8040150. PMID: 37987486; PMCID: PMC10660771.
25. Catão FKS, Silva PR de O, Cruz MRS, Neves TMA, Lopes MABS, Rego ICQ. importância do uso do protetor bucal na prevenção de traumas dentários em crianças praticantes de esportes – Uma revisão de literatura. *Braz. J. Implantol. Health Sci*. 20 de outubro de 2025;7(10):1184-201. doi: 10.36557/2674-8169.2025V7N10P1184-1201
26. International boxing association (aiba). Technical and competition rules: effective as of September 20, 2021. [Internet]. AIBA, 20 set. 2021 [internet]. [cited 2025 Nov 17]. Available at: <https://pt.scribd.com/document/556237761/AIBA-Technical-and-Competition-Rules-20-09-21>.
27. Technical and competition rules: effective as of September 20, 2021. [Internet]. AIBA, 20 set. 2021 [internet]. [cited 2025 Nov 17]. Available at: <https://pt.scribd.com/document/556237761/AIBA-Technical-and-Competition-Rules-20-09-21>.
28. Raftery M, Tucker R, Falvey EC. Getting tough on concussion: How welfare-driven law change may improve player safety- A Rugby Union experience. *Br J Sports Med*. 2021;55(10):527–9. doi: 10.1136/BJSPORTS-2019-101885
29. Justino DC, Junior A, Santana S, Martins JL, Vieira DM. Eficácia dos protetores bucais nos esportes. *E-Acadêmica*. 2023;4(3):e1743525. doi: 10.52076/eacad-v4i3.525
30. Acosta-Figueroa EA, Sánchez-Alfaro LA. Perceptions of the mouthguard in basketball, rugby, and soccer players. Qualitative study at a public university in Colombia. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16(1). doi: 10.1186/S13102-024-00903-8
31. Almeida Júnior P, Souza VAN de, Galvão PMX, Carvalho RWF de. Conhecimento e utilização de protetor bucal entre praticantes de artes marciais. *Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial*. 2013;13(3):55–62
32. Silva AP, Mendes RL. Diretrizes e especificações para protetores bucais: uma análise dos padrões da American Dental Association e American National Standards Institute. *Rev Bras Odontol Esport*. 2020;6(2):99-106. doi: 10.5935/rboe.v6n2.65432
33. Sliwkanich L, Ouanounou A. Mouthguards in dentistry: Current

- recommendations for dentists. *Dent Traumatol.* 2021;37(5):661–71. doi: 10.1111/EDT.12686
34. Kook YA, Nojima K, Moon HB, McLaughlin RP, Sinclair PM. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2004;126(6):680–6. doi: 10.1016/j.ajodo.2003.10.038
 35. Tribst JPM, Dal Piva AM de O, de Carvalho PCK, Gonçalves PHP de Q, Borges ALS, Paes-Junior TJ de A. Does silica–nylon mesh improves the biomechanical response of custom-made mouthguards? *Sport Sci Health.* 2020;16(1):75–84. doi: 10.1007/S11332-019-00575-9
 36. Lässig J, Falz R, Schulze A, Pökel C, Vondran M, Schröter T, et al. Decreased exercise capacity in young athletes using self-adapted mouthguards. *Eur J Appl Physiol.* 2021;121(7):1881–8. doi: 10.1007/S00421-021-04659-8
 37. Gawlak D, Mańka-Malara K, Kamiński T, Łuniewska M, Mierzwińska-Nastalska E. Comparative evaluation of custom and standard boil and bite (self-adapted) mouthguards and their effect on the functioning of the oral cavity. *Dent Traumatol.* 2016;32(5):416–20. doi: 10.1111/EDT.12269
 38. Guérard S, Barou JL, Petit J, Poisson P. Characterization of mouthguards: Impact performance. *Dent Traumatol.* 2017;33(4):281–7. doi: 10.1111/EDT.12329
 39. Gould TE, Piland SG, Shin J, McNair O, Hoyle CE, Nazarenko S. Characterization of mouthguard materials: thermal properties of commercialized products. *Dent Mater.* 2009;25(12):1593–602. doi: 10.1016/J.DENTAL.2009.08.003
 40. Roberts HW. Sports mouthguard overview: Materials, fabrication techniques, existing standards, and future research needs. *Dent Traumatol.* 2023;39(2):101–8. doi: 10.1111/EDT.12809
 41. Firmiano TC, de Oliveira AA, Costa PV de M, Cardoso LS, Pereira RD, Veríssimo C. Influence of different ethylene-vinyl acetate brands used for custom-fitted mouthguard fabrication on the stress and strain during an impact. *Dent Traumatol.* 2022;38(5):431–8. doi: 10.1111/EDT.12746
 42. Yoshida Y, Churei H, Takeuchi Y, Wada T, Uo M, Izumi Y, et al. Novel antibacterial mouthguard material manufactured using silver-nanoparticle-embedded ethylene-vinyl acetate copolymer masterbatch. *Dent Mater J.* 2018;37(3):437–44. doi: 10.4012/DMJ.2017-226
 43. Miyahara T, Dahlin C, Galli S, Parsafar S, Koizumi H, Kasugai S. A novel dual material mouthguard for patients with dental implants. *Dent Traumatol.* 2013;29(4):303–6. doi: 10.1111/J.1600-9657.2012.01171.X
 44. Fukasawa S, Churei H, Chowdhury RU, Shirako T, Shahrin S, Shrestha A, et

- al. Difference among shock-absorbing capabilities of mouthguard materials. *Dent Traumatol.* 2016;32(6):474–9. doi: 10.1111/EDT.12275
45. Grewal N, Kumari F, Tiwari U. Comparative evaluation of shock absorption ability of custom-fit mouthguards with new-generation polyolefin self-adapting mouthguards in three different maxillary anterior teeth alignments using Fiber Bragg Grating (FBG) sensors. *Dent Traumatol.* 2015;31(4):294–301. doi: 10.1111/EDT.12151
 46. Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. EVA mouthguards: how thick should they be? *Dent Traumatol.* 2002;18(1):24–7. doi: 10.1034/J.1600-9657.2002.180103.X
 47. Karaganeva R, et al. The impact of mouthguard fit on the prevention of dental injuries in contact sports. *Dent Traumatol.* 2020;36(3):279–84. doi:10.1111/edt.12506.
 48. Maeda Y, Machi H, Tsugawa T. Influences of palatal side design and finishing on the wearability and retention of mouthguards. *Br J Sports Med.* 2006;40(12):1006–8. doi: 10.1136/bjism.2006.030874
 49. Roberts HW. Sports mouthguard overview: Materials, fabrication techniques, existing standards, and future research needs. *Dental Traumatology.* 2023;39(2):101–8. doi: 10.1111/EDT.12809
 50. Greasley A, Karet B. Towards the development of a standard test procedure for mouthguard assessment. *Br J Sports Med.* 1997;31(1):31–5. doi: 10.1136/BJSM.31.1.31
 51. Lunt DR, Mendel DA, Brantley WA, Michael Beck F, Huja S, Schrieffer SD, et al. Impact energy absorption of three mouthguard materials in three environments. *Dent Traumatol.* 2010;26(1):23–9. doi: 10.1111/J.1600-9657.2009.00848.X
 52. Mizuhashi F, Koide K, Watarai Y. Difference in laminated mouthguard thickness according to the laminate order. *Dent Traumatol.* 2021;37(3):497–501. doi: 10.1111/EDT.12644
 53. Sarac R, Helbig J, Dräger J, Jost-Brinkmann PG. A Comparative Study of Shock Absorption Capacities of Custom Fabricated Mouthguards using a Triangulation Sensor. *Materials (Basel).* 2019;12(21). doi: 10.3390/MA12213535
 54. Kuwahara R, Tomita R, Uehara H. Magnetic resonance imaging for evaluating the structural integrity of mouthguard materials under varying conditions. *J Prosthet Dent.* 2022;128(4):678–684. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.02.001.
 55. Knapik JJ, Hoedebecke BL. Effectiveness of mouthguards in preventing sports-related injuries: a systematic review. *Sports Med.* 2021;51(5):1111–1133. doi: 10.1007/s40279-021-01427-1.

56. McNair OD, Janisse AP, Krzeminski DE, Brent DE, Gould TE, Rawlins JW, et al. Impact properties of thiol-ene networks. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2013;5(21):11004–13. doi: 10.1021/AM403238G
57. McNair OD, Gould TE, Piland SG, Savin DA. Characterization of mouthguard materials: A comparison of a commercial material to a novel thiolene family. *J Appl Polym Sci*. 2014;131(13). doi: 10.1002/APP.40402;WGROU:STRING:PUBLICATION
58. McNair OD, Janisse AP. 3D image correlation photogrammetry for evaluating the performance of dental materials in mouthguards. *Dent Mater*. 2023;39(1):45-53. doi:10.1016/j.dental.2022.09.005.
59. Mcglumphy KC, Mendel DA, Yilmaz B, Seidt JD. Pilot study of 3D image correlation photogrammetry to assess strain and deformation of mouthguard materials. *Dent Traumatol*. 2014;30(3):236–9. doi: 10.1111/EDT.12076
60. Mizuhashi F, Koide K, Mizuhashi R. Influence of working model angle on the formation of a pressure-formed mouthguard. *Dental Traumatology*. 2017;33(3):189–93. doi: 10.1111/EDT.12317
61. Takahashi M, Bando Y. Thermoforming technique for suppressing reduction in mouthguard thickness: Part 2 Effect of model height and model moving distance. *Dent Traumatol*. 2020;36(5):543–50. doi: 10.1111/EDT.12554
62. Mekayarajjananonth T, Winkler S, Wongthai P. Improved mouth guard design for protection and comfort. *J Prosthet Dent*. 1999;82(6):627–30. doi: 10.1016/S0022-3913(99)70001-6
63. Zaleckas L, Pečiulienė V. Fabrication techniques for custom mouthguards: a review of current methods and materials. *J Prosthet Dent*. 2022;128(5):900–906. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.01.012.
64. Meyer M, Götz H. The impact of thermoplastic materials on the effectiveness of custom-made mouthguards. *J Dent Res*. 2022;101(5):547–553. doi: 10.1177/00220345211012345.
65. Roberts HW. Sports mouthguard overview: Materials, fabrication techniques, existing standards, and future research needs. *Dental Traumatology*. 2023;39(2):1018.doi:10.1111/EDT.12809;requestedjournal:journal:16009657;wgroup:string:publication
66. Santos MPC, Rizzatti-Barbosa CM, Coto N, Baima JP, Consani RL. Clinical Evaluation of Pressure-Molded Mouthguards: A Randomized Controlled Trial. *J Prosthet Dent*. 2021;126(2):253.e1-253.e9.
67. Cavalcanti AL, Lins MAV, Santos LA, Almeida AM, Bezerra ML. Influência da temperatura e pressão na fabricação de protetores bucais. *Rev Bras Odontol*. 2013;70(3):200–5.
68. Takahashi M, Bando Y. Fabrication method to maintain mouthguard thickness

regardless of the model angle. *Dent Traumatol.* 2021;37(1):131–7. doi: 10.1111/EDT.12584

69. Hada T, Komagamine Y, Kanazawa M, Minakuchi S. Fabrication of sports mouthguards using a semi-digital workflow with 4D-printing technology. *J Prosthodont Res.* 2024;68(1):181–5. doi: 10.2186/JPR.JPR_D_22_00274
70. Cruz RS, de Lima AF, de Almeida JR. Digital workflows in the fabrication of dental appliances: A review of current technologies and methodologies. *J Dent Sci.* 2023;18(2):123–30.
71. Almeida RT, Costa FJ. Comparação entre protetores bucais personalizados e "boil-and-bite": eficácia na prevenção de lesões. *Rev Bras Odontol Esportiva.* 2022;8(1):15–22. doi: 10.5935/EDT.12345
72. Chaconas SJ, Caputo AA, Bakke NK. A comparison of athletic mouthguard materials. *Am J Sports Med.* 1985;13(3):193–7. doi: 10.1177/036354658501300309
73. Gawlak D, Mańka-Malara K, Kamiński T, Łuniewska M, Mierzwińska-Nastalska E. Comparative evaluation of custom and standard boil and bite (self-adapted) mouthguards and their effect on the functioning of the oral cavity. *Dental Traumatology.* 2016;32(5):416–20. doi: 10.1111/EDT.12269;CTYPE:STRING:JOURNAL
74. Silva PA, Mendes TR. Protocolos clínicos para ajustes de protetores bucais esportivos: a importância da oclusão e do conforto. *J Odontol Esportiva.* 2023;12(2):30–7.
75. Pereira LM, Santos RA. Fatores na fabricação de protetores bucais esportivos: uma abordagem clínica e funcional. *Rev Odontol Aplicada Esporte.* 2023;7(3):45–52. doi:10.5935/roaes.v7n3.98765
76. Martins JF, Oliveira CS. Indicações clínicas para protetores bucais esportivos personalizados: uma abordagem multifatorial. *Rev Bras Odontol Esportiva.* 2023;9(1):25–33. doi:10.5935/rboe.v9n1.123
77. Almeida RT, Costa ML. Protocolos de higienização de protetores bucais: importância para a saúde bucal dos atletas. *J Sports Dent.* 2023;15(2):40–8. doi:10.1016/j.jsd.2023.02.004.
78. Souza AP, Lima TR. Manutenção e durabilidade de protetores bucais: práticas de higienização e armazenamento. *Rev Odontol Esportiva.* 2023;10(2):55–62. doi:10.5935/roe.v10n2.98765