

NORA, A.B.; PANAROTTO, D.; LOUVATTO, L.; BONIATTI, M.M. Frequência de aconselhamento para prevenção de câncer da pele entre as diversas especialidades médicas em Caxias do Sul. **An Bras Dermatol.**, v.79, n.1, p. 45-51, 2004.

PARKER, F. *Estrutura e função da pele*. In: _____ . **Cecil textbook of Medicine**. 22. ed. Philadelphia: Saunders, 2003.

POPIM, R.C.; CORRENTE, J.E.; MARINO, J.A.G.; SOUZA, C.A. Câncer de pele: uso de medidas preventivas e perfil demográfico de um grupo de risco na cidade de Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENFERMAGEM., 56., Gramado/RS, 2004.

_____. **Representação esquemática da estrutura da pele humana**, 2016. Disponível em: <http://www.afh.bio.br>, acesso em 10 de janeiro de 2017.

PRISTAS, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Tecnologia farmacêutica**. 6.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

RIOS, A.O.; ANTUNES, L.M.G.; BIANCHI, M.L.P. Proteção de carotenóides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. **Alim.Nutr.**, v.20, n.2, p.343-350, 2009.

ROHENKOHL, C.C.; CARNIEL, A.P.; COLPO, E. Consumo de antioxidantes durante tratamento quimioterápico. **ABCD Arq. Bras. Cir .Dig.**, v.24, n.2, p.107-112, 2011.

SEELEY, R.R.; STEPHENS, T.D.; TATE, P. **Anatomia e Fisiologia**, 3.ed. Ed. Lusodidacta, Lisboa, 2001.

SHEBABY, W.N.; MROUEH, M.A.; BOUKAMP, P.; TALEB, R.I.; BODMAN-SMITH, K.; EL-

SIBAI, M.; DAHER, C.F. Wild carrot pentane-based fractions suppress proliferation of human HaCaT keratinocytes and protect against chemically-induced skin cancer. **BMC Complementary and Alternative Medicine** v.17, p.149, 2017.

SIMPLICIO, F.I.; MAIONCHI, F.; HIOKA, N. Terapia fotodinâmica: Aspectos farmacológicos, aplicações e avanços recentes no desenvolvimento de medicamentos. **Quim. Nova**, v. 25, n. 5, p. 801-807, 2002.

SOUZA, R.J.S.P.; MATTEDI, A.P.; REZENDE, M.L.; CORRÊA, M.P.; DUARTE, E.M. Estimativa do custo do tratamento de câncer de pele tipo melanoma no Estado de São Paulo – Brasil. **An Bras Dermatol.**, v.84, n.3, p.237-43, 2009.

TALEB, R.I.; NAJM, P.; SHEBABY, W.; BOULOS, J.C.; DEMIRDJIAN, S.; HARIRI, E.; EL-SIBAI, M.; DAHER, C.; MROUEH, M. β -2-himachalen-6-ol: A novel anticancer sesquiterpene unique to the Lebanese wild carrot. **Journal of Ethnopharmacology**, v.190, p.59-67, 2016.

VAZ, A.L. Acne vulgar: bases para o seu tratamento. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**, v. 19, p. 561-70, 2003.

VILLARROEL, R.U.; GOMES, L.M.; LOUREGA, P.; LAZARRETI, N.; SCHILTTER, L.A. Tratamento quimioterápico para carcinoma de células escamosas de pele localmente avançado. **Revista Brasileira de Oncologia Clínica**, v. 11, n. 40, p. 87-90, 2015.

URBAN, M.C.C. **Desenvolvimento de sistemas de liberação micro e nanoestruturados para administração cutânea do acetato de dexametasona**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara. 2004.

ELÁSTICOS EM ORTODONTIA: PROPRIEDADES E CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS

RIOS, Mariana Gisele. - Cirurgiã Dentista. Universidade de Araraquara-UNIARA, Faculdade de Odontologia, aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, Araraquara, S.P., Brasil.

PIZZOL, Karina Eiras Dela Coleta*. - Cirurgiã Dentista. Mestre e Doutora em Ortodontia. Especialista em Ortodontia. Professora Doutora da Universidade de Araraquara – UNIARA, Disciplinas de Ortodontia e Oclusão. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, Araraquara, S.P., Brasil.

LUNARDI, Nadia. - Mestre em Ortodontia e Doutora em Materiais Dentários. Especialista em Ortodontia. Professora Doutora da Universidade de Araraquara – UNIARA, Disciplinas de Ortodontia. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, Araraquara, S.P., Brasil.

*Autor para correspondência e-mail: nkpizzol@ig.com.br

Recebido em: 06/12/2017
Aprovação final em: 16/03/2018

RESUMO

Os elásticos representam uma ferramenta importante nos tratamentos ortodônticos e ortopédicos e tem como principal característica a versatilidade em sua aplicação. Para ser eficiente, requer que o profissional realize um adequado planejamento, conhecendo seus efeitos e indicações precisas. Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar uma revisão sobre os tipos e as propriedades dos elásticos usados em Ortodontia, abordando suas vantagens, desvantagens, indicações e limitações quanto ao seu uso. Para a obtenção dos artigos científicos, foram utilizadas as bases de dados PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs e Google Acadêmico, além de livros de Ortodontia que abordassem o tema. Foram empregadas as palavras-chaves consultadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS): Elastômeros, Terapêutica, Ortodontia e os termos equivalentes em inglês, Elastomers, Therapeutics, Orthodontics sendo selecionados artigos, dissertações e teses publicados nos últimos 15 anos (2002-2017), além de artigos clássicos da literatura. Não foram incluídos artigos de relatos de casos clínicos. Os artigos revisados mostraram que os elásticos são capazes de gerar forças leves e contínuas sendo uma ferramenta útil para fechamento de espaços, retração de caninos, correção de má oclusões de Classe II e Classe III, bem como na intercuspidação oclusal na fase de finalização. Existem vários fatores, inerentes ao material, que influenciam as propriedades mecânicas dos elásticos, como a perda de elasticidade, quantidade de força dissipada, composição e qualidade do material. Alguns fatores locais também são capazes de influenciar sua ação, entre eles: composição da saliva, variações do pH, pigmentos, dieta alimentar, além de efeitos dos movimentos mandibulares. Com base na revisão da literatura, concluiu-se que, com o avanço tecnológico e desenvolvimento dos materiais dentários, os elásticos utilizados em Ortodontia tiveram suas propriedades avaliadas e melhoradas, de forma a aumentar sua aplicabilidade como auxiliares durante os tratamentos ortodônticos e ortopédicos. Entretanto, o ortodontista deve compreender as propriedades dos elásticos de borracha e sintéticos, bem como suas limitações e riscos, para alcançar resultados clínicos mais satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Elastômeros; Terapêutica; Ortodontia.

ELASTICS IN DENTISTRY: PROPERTIES AND CLINICAL CONSIDERATIONS

ABSTRACT

The elastics represent an important tool in orthodontic treatment and has as main characteristic the versatility in its application. To be efficient, it requires the professional to perform an adequate planning, knowing its effects and precise indications. In this way, the purpose of this article is to present a review on the types and properties of elastics used in Orthodontics, addressing their advantages, disadvantages, indications and limitations regarding their use. In order to obtain the scientific articles, the PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs and Google Academic databases were used, as well as Orthodontic books that deal with the topic. Keywords consulted in the Descriptors in Health Sciences (DECS) were: Elastomers, Therapeutics, Orthodontics and the equivalent terms in English, Elastomers, Therapeutics, Orthodontics. We selected articles published in the last 15 years (2002-2017), in addition to Classic articles of literature. We did not include articles of clinical case reports. The reviewed articles showed that the elastics are able to generate light and continuous forces, being a useful tool for space closure, canine retraction, correction of Class II and Class III malocclusions, as well as occlusal intercuspation in the finishing phase. There are several factors, inherent in the material, that influence the mechanical properties of the elastics, such as loss of elasticity, amount of force dissipated, composition and quality of the material. Some local factors are also capable of influencing their action, among them: composition of saliva, pH variations, pigments, diet, and effects of mandibular movements. Based on the literature review, it was concluded that, with the technological advancement and development of dental materials, the elastics used in Orthodontics had their properties evaluated and improved, in order to increase their applicability as auxiliaries during orthodontic and orthopedic treatments. However, the orthodontist should understand the properties of rubber and synthetic elastics, as well as their limitations and risks, in order to achieve more satisfactory clinical results.

KEYWORDS: Elastomers; Therapeutics; Orthodontics.

INTRODUÇÃO

As técnicas ortodônticas contemporâneas contam com o aprimoramento de dispositivos que possibilitam uma melhor condução do tratamento e obtenção de um resultado cada vez mais satisfatório (BURSTONE et al., 1961). Entre tais dispositivos, temos os elásticos e elastômeros usados na Ortodontia, cujos primeiros relatos datam do final do século XIX. Usados inicialmente para prevenir a luxação da mandíbula de soldados feridos em guerra (CELLEIR, 1972), foram introduzidos de fato na Ortodontia em 1878, quando KINGSLEY aplicou a força extrabucal diretamente sobre os dentes anteriores com ancoragem occipital. Alguns anos depois, passou a ser utilizado também como força intermaxilar para relacionamento das arcadas.

De acordo com sua origem, os elásticos podem ser classificados em sintéticos ou de borracha. Os elásticos de borracha são obtidos a partir da extração vegetal e são normalmente utilizados em aparelhos ortopédicos extrabucais ou para ações intermaxilares (WONG, 1976). Já os elásticos sintéticos ou elastômeros são polímeros amorfos feitos de poliuretano, constituídos de um material que apresenta características tanto de borracha como de plástico. A característica principal desses elásticos, e que determina sua efetividade, é a elasticidade, propriedade que é definida pela capacidade de retornar às dimensões originais após sofrerem uma substancial deformação. A elasticidade é determinada pelo padrão geométrico e pelo tipo de atração molecular existente nos mesmos (ALEXANDRE et al., 2008). Possibilitam a geração de forças leves e contínuas na retração de caninos, no fechamento de espaços, na correção rotacional e na constrição de arcos, sendo extremamente confortáveis ao paciente. Esse conforto se deve principalmente às suas superfícies lisas, que não produzem irritação tecidual, ao contrário dos amarrilhos metálicos, os quais podem lesar a mucosa bucal quando mal

adaptados (SOUZA et al., 2008).

Os elásticos são um recurso de custo reduzido, higiênico, de fácil utilização e que requer pouca ou nenhuma cooperação do paciente (MARAFON e SOARES, 2009). Existem vários fatores, inerentes ao material, que influenciam as propriedades mecânicas dos elásticos, como a perda de elasticidade, quantidade de força dissipada, composição do material e marca comercial. Além destes, ocorrem também os fatores locais, como a influência da saliva, variações do pH, pigmentos, influência da dieta alimentar, além de efeitos dos movimentos mandibulares (LORIATO et al., 2006).

Diane da diversidade do tema e dos poucos artigos publicados recentemente sobre o uso de elásticos na Ortodontia, considerou-se relevante a discussão acerca do assunto. Assim, este artigo teve como objetivo apresentar os tipos e as propriedades dos elásticos usados em Ortodontia, suas vantagens, desvantagens, indicações e limitações, bem como algumas de suas aplicações clínicas e os aspectos biomecânicos mais relevantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção dos artigos científicos e textos descritos nesta revisão da literatura, foram utilizadas as bases de dados PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs e Google Acadêmico, além de livros de Ortodontia que abordassem o tema. Foram empregadas as palavras-chaves consultadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS): Elastômeros, Terapêutica, Ortodontia e os termos equivalentes em inglês, Elastomers, Therapeutics, Orthodontics sendo selecionados artigos publicados nos últimos 15 anos (2002-2017), além de artigos clássicos da literatura e dissertações/teses. Foram excluídos da seleção artigos de relatos de casos clínicos. Ao todo, foram selecionados 33 artigos, livros e teses que atendiam aos critérios descritos, sendo 18 nacionais e 15 internacionais.

REVISÃO DA LITERATURA**Propriedades dos elásticos**

Os elásticos ortodônticos são importantes fontes de

transmissão de força aos dentes e, por isso, são muito usados em Ortodontia (ARAÚJO e URSI, 2006).

Os elásticos sintéticos ou elastoméricos, também chamados de plásticos, são obtidos por meio de transformações químicas do carvão, petróleo e alguns álcoois vegetais (HENRIQUES et al., 2003). Possuem propriedades excelentes, dentre as quais pode-se destacar a capacidade de se distender e retrair rapidamente, a alta resistência e o alto módulo de elasticidade, quando distendidos, e a recuperação da tensão sofrida (BATY, VOLZ e VON FRAUNHOFER, 1994). Possuem papel coadjuvante valioso para todos os tratamentos ortodônticos, contudo, a exposição desses elastômeros à saliva, à água e à outras substâncias, promove o enfraquecimento das forças intermoleculares havendo absorção destes elementos (VON FRAUNHOFER et al., 1992; CHUNG e JUNG, 2003; ARAÚJO et al., 2004; KOCHENGORGER et al., 2011). Fatores como o tempo, a temperatura e a quantidade e duração de força aplicada também influenciam na sua efetividade (KILLIANY e DUPLESSIS, 1985). A utilização de diversas composições para a fabricação de elásticos ortodônticos também podem provocar diferentes reações biológicas aos tecidos bucais. Assim, é importante que fatores como a citotoxicidade dos mesmos seja avaliada, evitando riscos ao paciente (PITHON et al., 2008; PITHON et al., 2008).

Os elásticos sofrem significativa redução na quantidade de força liberada na primeira hora de ativação (BISHARA e ANDREASEN, 1970; STEVENSON e KUSY, 1994; VON FRAUNHOFER et al., 1992; TALOUMIS et al., 1997; ARAÚJO e URSI, 2006; SOUZA et al., 2008; MORIS et al., 2009), chegando à 71% de perda de sua força inicial após 28 dias de uso (ALEXANDRE et al., 2008). Esse fenômeno é denominado relaxação, e representa a tendência de decréscimo da força liberada em função do tempo (ASH e NIKOLAI, 1978). Em situações onde a força aplicada excede o limiar do material, também causam deformação permanente na sua forma. Isso

ocorre, pois, ao atuarem sobre um corpo sólido, os elásticos podem atingir 3 diferentes estágios: deformação elástica, deformação permanente e ruptura, sendo os dois últimos estágios atingidos na presença de forças excessivas. As forças liberadas pelos elásticos variam dependendo do tamanho e da espessura, assim como da distância entre os pontos de apoio (MARAFON e SOARES, 2009). Dessa forma, o intervalo entre sua substituição varia de acordo com o tipo de elástico, composição e função (ALEXANDRE et al., 2008).

Alguns fatores também podem estar associados à degradação da força inicial dos elásticos, como: quantidade de distensão inicial, o tempo, o pré-estiramento, a realização de procedimentos de desinfecção e esterilização, a presença de pigmentos nos elásticos, a incorporação de fluoretos e fatores ambientais (MORTON, 1995; FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004).

Tipos de Elásticos e forças

De acordo com o material de fabricação, existem dois tipos de elásticos ortodônticos: os de borracha e os sintéticos. Os elásticos de borracha ou látex são obtidos a partir da extração vegetal, seguida por um processo de fabricação, até a obtenção do produto final (WONG, 1976). Atualmente, são muito utilizados como auxiliares em aparelhos extrabucais, além da aplicação como elásticos intermaxilares para correção da relação anteroposterior, da linha média e da intercuspidação.

Os elásticos sintéticos são utilizados na grande maioria dos tratamentos ortodônticos corretivos, em substituição às ligaduras metálicas para fixação dos arcos aos braquetes, bem como na correção de rotações, na retração e fechamento de espaços por meio dos elásticos sintéticos do tipo corrente (ARAÚJO e URSI, 2006). Os elásticos sintéticos começaram a ser produzidos na década de vinte, por petroquímicas, e sua utilização na Ortodontia se difundiu a partir da década de 60.

Além do tipo de material utilizado para sua fabricação, os elásticos podem ser classificados em intrabucais (intramaxilares e intermaxilares) e

extrabucais. Os elásticos circulares, utilizados como extrabucais ou intermaxilares, são encontrados no mercado em vários tamanhos e apresentam na sua espessura variações que lhes permitem a designação de leve, média e pesada. Estes elásticos são apresentados em diferentes tamanhos e espessuras segundo as forças desejadas e são fabricados em látex cirúrgico, borracha e silicone.

Os elásticos constituem elementos ativos da mecanoterapia. Ao serem estirados, liberam forças que oscilam entre 50g e 500g, na dependência do tamanho e espessura do elástico, bem como da distância entre os pontos de inserção. A magnitude da força deve ser conferida por intermédio de um dinamômetro de precisão ou tensiômetro (CABRERA, 2003). Suas indicações variam de acordo com suas características e propriedades (Tabela 1).

A força aplicada pelos elásticos sobre os dentes pode apresentar ação ortodôntica ou ortopédica de acordo com sua magnitude, local e forma de aplicação. A força ortopédica e de magnitude intensa, promovem ação sobre os ossos basais, são mais empregadas na maxila embora possa exercer ações indiretas sobre os ossos adjacentes. Já as forças ortodônticas devem ter magnitude suave e seu uso promove ações máximas nas unidades dentárias com respostas dos tecidos envolvidos (cimento, ligamento periodontal e osso alveolar) sem causar dor, comprometer a saúde periodontal e sem reabsorção radicular significativa. As forças ortodônticas e ortopédicas são classificadas de acordo com sua magnitude e tempo de ação, conforme descrito na tabela 2.

Pelo fato dos elásticos possuírem diversas composições, espessuras e apresentações comerciais, os mesmos apresentam diferentes tempos de força efetiva. Segundo CABRERA (2003), os elásticos de borracha intermaxilares sofrem uma variação de força entre as diversas marcas, diâmetros e magnitudes, sendo que quanto mais leve, maior a perda de sua elasticidade logo após a sua distensão, e conseqüentemente, menor a sua força. Do ponto de vista clínico, a troca diária

Tabela 1 - Tipos de elásticos ortodônticos disponíveis no mercado e suas indicações clínicas.

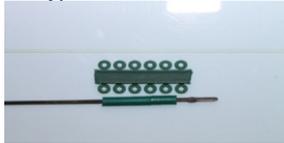
TIPOS DE ELÁSTICOS	INDICAÇÃO
<p>Elásticos circulares</p> 	<p>Tração elástica para correção de relação interarcos ou intra-arcos. Apresentam-se em três graus de elasticidade: leve, médio e pesado; e em diferentes tamanhos 1/8" (3,2 mm), 3/16" (4,8mm), 1/4" (6,40mm), 5/16" (7,94mm), 3/8" (9,53mm) e 1/2" (12,7mm). São ainda classificados em intrabucais ou extrabucais, intermaxilares ou intramaxilares, com tendência sagital (elásticos de Classe II e III) ou tendência vertical (elásticos de intercuspidação ou extrusão); e elástico para correção de linha média.</p>
<p>Ligaduras elásticas</p> 	<p>Atuam ligando os arcos aos braquetes. Perdem suas propriedades elásticas com o tempo e devem ser trocados toda vez que os arcos são substituídos.</p>
<p>Elásticos corrente</p> 	<p>São ligaduras elásticas conectadas umas às outras formando uma corrente, configurando-se em um eficiente meio de tração para fechamento de espaços. Quando distendidos, geram energia potencial elástica capaz de transformar em energia mecânica e promover o movimento dentário. Apresenta-se com 3 diferentes distâncias entre seus elos: curto, médio e longo. Devem ser substituídos a cada 6 a 8 semanas.</p>
<p>Elásticos de separação</p> 	<p>Promovem a separação dentária - dente a dentes, criando uma abertura temporária de espaço interproximal, seja para colocação de bandas ortodônticas ou para desgastes interproximais. São capazes de criar espaços interproximais adequados após 2-3 dias da sua colocação. Podem gerar inflamações gengivais quando colocados de forma incorreta ou mantidos por longo período.</p>

Tabela 2 - Diferentes forças ortodônticas/ortopédicas e suas descrições.

TIPOS DE FORÇAS	DESCRIÇÃO
Força contínua	Sua ação permanece constante permitindo movimentos ortodônticos e também reparação dos tecidos envolvidos, em geral a força contínua deve ser suave.
Força alternada	A ação das forças são alternadas em uso e em repouso, e os tecidos assim reorganizados, geralmente é usada como força ortopédica intensa ou média de ação dento-ortopédica.
Força leve	Tem ação de deslocamento de dentes ao longo dos processos alveolares da maxila e da mandíbula e varia de 50 a 250g.
Força média	Tem ação tanto ortopédica quanto ortodôntica, é mais utilizada em pacientes jovens em fase de crescimento e varia de 400 a 500g.
Força pesada	Tem ação ortopédica agindo indiretamente sobre a maxila e a mandíbula, redirecionando o crescimento em pacientes em fase de crescimento e varia de 600 a 1000g.

dos elásticos de magnitude leve é indicada em função da dissipação de suas forças ser maior. Os elásticos de magnitude média, comportaram-se de maneira semelhante aos elásticos de magnitude leves, podendo ser substituídos diariamente, a cada 2 dias, ou quando estes perderem a sua elasticidade.

A ação dos elásticos intermaxilares apresentara diferenças estatisticamente significativas tanto em espessura quanto em largura (MORIS et al., 2009). Assim, o elástico 1/8" deve ser trocado, pelo menos, a cada 24 horas, caso se deseje níveis de força próximos dos iniciais; o elástico 3/16" pode ser trocado a cada 72 horas; e o elástico 5/16" pode ser trocado a cada 72 horas.

A taxa de relaxação de tensão dos segmentos de elásticos em cadeia também diferem em relação ao seu diâmetro. Para as cadeias elastoméricas sintéticas médias a troca destes materiais deve ocorrer em intervalos mensais, desde que a média de força alcançada em 21 dias seja suficiente para ainda induzir a movimentação dentária (ARAÚJO e URSI, 2006). No caso de segmentos elásticos menores, os intervalos de reativação deve ser de uma a três semanas (FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004).

Aplicação clínica dos elásticos

Os elásticos podem ser utilizados intra e extrabucalmente (Tabela 3), sendo os elásticos intrabuciais, classificados de acordo com o maxilar envolvido:

- elástico intermaxilar - quando localizado em arcos antagônicos ou seja a ação e reação se encontram em arcos diferentes. Podem ainda ser classificados em: elásticos sagitais (com direção de Classe II ou Classe III), elásticos para correção da linha média, elásticos transversais, elásticos verticais (intercuspidação e extrusão);

- elástico intramaxilar - quando localizado no mesmo arco dentário, ou seja a ação e reação no mesmo arco dentário. São classificados em: elásticos para retração anterior, elásticos para rotação dentária (binário), elásticos para tracionamento de dentes retidos.

Quanto aos elásticos extrabuciais, os mesmos apresentam um ponto de inserção intrabucal e outro extrabucal, o que permite inserção de forças mais pesadas e ancoragem mais eficiente. São dispositivos destinados a produção de movimentos ortodônticos e correção de alterações ortopédicas em nível da maxila e/ou mandíbula, tendo como ancoragem estruturas anatômicas situadas fora da

Tabela 3 - Referência de Elásticos Ortodônticos.

ELÁSTICOS INTRABUCAIS

Elásticos intermaxilares

Tendência sagital (elásticos de Classe II e elásticos de Classe III)

Elástico para correção da linha média

Elástico transversal

Tendência vertical (elásticos de intercuspidação e vertical de extrusão)

Elásticos intramaxilares

Retração anterior (fixa e removível)

Binário de força

Tracionamento

ELÁSTICOS EXTRABUCAIS

1) Ancoragem extrabucal;

2) Tração reversa da maxila.

cavidade bucal. Os elásticos extrabuciais atuam remodelando o crescimento ósseo, permitindo um melhor desenvolvimento da face. Assim, alguns fatores devem ser rigorosamente observados para que o tratamento com o aparelho extrabucal seja bem sucedido (SHIMIZU et al., 2004; SOUZA et al., 2005) como por exemplo, o tipo de puxada, a inclinação, bem como a linha de ação de força, a idade esquelética do paciente, a magnitude de força e o tempo de uso diário do aparelho. Desta maneira, rotações indesejáveis podem ser evitadas, movimentos dentários ou ortopédicos dos maxilares podem ser planejados, bem como influências sobre o plano mandibular e sobre o padrão de crescimento do paciente podem ser monitorados/controlados.

Vantagens e desvantagens do uso dos elásticos

Os elásticos sintéticos são muito utilizados, em virtude de seu menor custo, sua facilidade de uso e possibilidade de opção de cores, aumentando o conforto e sua aceitação pelos pacientes (FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004). Esse conforto se deve principalmente às suas superfícies lisas, que não produzem irritação tecidual, ao contrário dos amarrilhos metálicos, os quais podem lesar a mucosa bucal quando mal adaptados (LU et al., 1993). Entretanto, os elásticos sintéticos usados

como ligaduras elásticas apresentam problemas de higienização bucal, pois o acúmulo de placa ao redor do braquete é maior do que com as ligaduras metálicas. Além disso, devido à pigmentação e alteração de cor que os elastômeros sofrem no meio bucal, muitos fabricantes acrescentam cores para mascaramento desse efeito, especialmente pigmentos metálicos, o que reduz sobremaneira a força e a elasticidade do material (LORIATO, MACHADO e PACHECO, 2006).

O uso de elásticos durante o tratamento ortodôntico pode facilitar consideravelmente a mecânica ortodôntica/ortopédica, entretanto, os mesmos possuem algumas desvantagens. No caso dos elásticos intermaxilares, os mesmos requerem a colaboração do paciente, e sofrem perda de elasticidade e força com o tempo pela degradação provocada pela saliva. Entretanto, suas vantagens são inúmeras: dispensam limpeza pois são descartáveis; na maioria dos casos, dispensam ativação do ortodontista uma vez que é o paciente que insere e remove o elástico; a ativação é aumentada pelos movimentos mandibulares; são bastante versáteis e proporcionam ao ortodontista determinada liberdade de criatividade quanto a forma de utilização; as consequências de ação e reação são quase sempre previsíveis; na maioria

das vezes pode ser removido para a alimentação, não dificultando na função mastigatória.

Uso de elásticos e reabsorção radicular

A maioria dos movimentos dentários ortodônticos envolve algum grau de dano tecidual que varia, principalmente, devido as forças aplicadas para mover os dentes não serem igualmente distribuídas ao longo do ligamento periodontal (CONSOLARO, 2002; MARAFON e SOARES, 2009).

A reabsorção radicular depende de variáveis anatômicas como a forma da raiz e da crista óssea (FURQUIM, 2002). O movimento dentário executado no tratamento ortodôntico, parece ser a maior causa de reabsorção radicular e o uso de elásticos, tem grande influência sobre isso. Segundo LINGE e LINGE, em 1983, existe um aumento significativo na magnitude da reabsorção no lado onde é utilizado os elásticos e que os elásticos de Classe III usados para o preparo de ancoragem podem causar reabsorção radicular na raiz distal do primeiro molar inferior.

Alguns fatores são determinantes no grau de reabsorção da raiz: suscetibilidade individual; vulnerabilidade específica de alguns dentes; idade cronológica; idade dentária; presença de hábitos deletérios; morfologia radicular e morfologia da crista óssea; traumatismo prévio; e fatores mecânicos do tratamento ortodôntico (GANDA et al., 2009). O reparo das reabsorções radiculares ocorre, geralmente, num período de 30 dias e, após a remoção das forças, cessa o processo de reabsorção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aparelho ortodôntico ideal deveria ter a capacidade de liberar forças relativamente constantes durante o limite de sua ativação (BURSTONE et al., 1961), de maneira que a desativação, por degradação do material ou por diminuição da força decorrente da movimentação dentária, não levasse a modificações abruptas na magnitude de força. Através da literatura compilada e dos resultados encontrados nesta revisão literária, percebe-se que os elásticos sintéticos ou de

borracha não satisfazem plenamente esta premissa. Uma das causas da degradação destes materiais é o fenômeno denominado relaxação, que é a tendência de decréscimo da força liberada em função do tempo (ASH e NIKOLAI, 1978).

Em grande parte das pesquisas realizadas (BISHARA e ANDREASEN, 1970; ASH e NIKOLAI, 1978; KILIANY e DUPLESSIS, 1985; LU et al., 1993; STEVENSON e KUSY, 1994; TALOUMIS et al., 1997; FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; ARAÚJO e URSI, 2006; SOUZA et al., 2008; MORIS et al., 2009; KOCHENBORER et al., 2011) com estes materiais, objetivou-se encontrar formas de diminuir esta taxa de relaxação de tensão, para que nem a força liberada seja diminuída tão rapidamente, nem os efeitos da movimentação dentária sejam tão dramáticos sobre suas propriedades mecânicas, fornecendo ao profissional meios de utilizar estes produtos de forma mais racional. Em função de variáveis inerentes aos produtos, das diversas marcas comerciais existentes, cujas composições não se tem acesso, existe uma grande diversidade de resultados científicos referentes à perda de tensão dos elásticos ortodônticos. A maioria dos estudos avaliados observaram que a maior redução na quantidade de carga gerada pelos elásticos ocorreu na primeira hora de testes, em média 30% (BISHARA e ANDREASEN, 1970; ASH e NICOLAI, 1978; VON FRAUNHOFER et al., 1992; STEVENSON e KUSY, 1994; TALOUMIS et al., 1997; CHUNG e JUNG, 2003; ARAÚJO et al., 2004; FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; ARAÚJO e URSI, 2006; SOUZA et al., 2008; MORIS et al., 2009) e que essa degradação das forças liberadas aumenta de forma acentuada entre zero e 24 horas e de forma gradativa após este período (SOUZA et al., 2008).

Um dos fatores que pode interferir na perda gradativa da tensão são os pigmentos incorporados aos elásticos para evitar sua alteração de cor em decorrências dos corantes alimentares. A incorporação de pigmentações metálicas às ligaduras durante o processo de manufatura, reduz o nível

de força liberada e as suas propriedades elásticas (WONG, 1976; LORIATO, FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; LORIATO, MACHADO e PACHECO, 2006). Segundo CABRERA (2003), os elásticos também sofrem uma variação de força entre as diversas marcas, diâmetros e magnitudes, sendo que quanto mais leve, maior a perda de sua elasticidade logo após a sua distensão, e conseqüentemente, menor a sua força. Dessa forma, as diversos fatores poderiam alterar diferentemente as propriedades dos elásticos (SOUZA et al., 2008).

Além da perda de tensão, os elásticos também sofrem degradação ao longo do tempo, em decorrência de fatores ambientais como aumento de volume e da descoloração quando expostos ao meio bucal, os quais são ocasionados pelo preenchimento dos espaços na matriz da borracha por fluidos e bactérias, comprometendo as propriedades do material (WONG, 1976; FRAUNHOFER, COFFELT e ORBELL, 1992; KOCHENBORER et al., 2011).

A degradação dos elásticos ortodônticos foi estudada por MORTON (1995), na qual observou que características como forma e massa dos elásticos também podem influenciar nesse processo. As ligaduras do tipo bengala apresentaram menor percentual de degradação que as do tipo modular nos tempos considerados. Este fato pode ser justificado pela diferença na configuração da secção transversal das ligaduras, de modo que a modular tem secção circular e a bengala secção retangular e, conseqüentemente, maior quantidade de material. Além disso, a forma de manufatura do material pode ter influenciado nos resultados, já que a ligadura modular é feita pelo método de injeção em moldes e a bengala pelo método de extrusão.

Ademais, os elásticos sintéticos são sensíveis à exposição prolongada à água, às enzimas e também às variações de temperatura. Vários estudos analisaram o comportamento dos elásticos sob diferentes condições de meio ambiente, como saliva artificial (CHUNG e JUNG, 2003; ARAÚJO et al., 2004), sendo muitas vezes a temperatura controlada a 37°C (BISHARA e ANDREASEN, 1970;

WONG, 1976; VON FRAUNHOFER et al., 1992; CHUNG e JUNG, 2003; ARAÚJO et al., 2004) e em outros experimentos a temperatura do ambiente da sala foi utilizada (BISHARA e ANDREASEN, 1970). Entretanto, os elásticos, quando utilizados em funções intramaxilares, sofrem na cavidade bucal variações nos seus alongamentos, devido à fala, deglutição, bocejos, mastigação, ou qualquer movimento mandibular que aumente as distâncias entre os ganchos dos dentes da maxila e mandíbula (MORIS et al., 2009). Assim, é importante se avaliar também os elásticos sob condições dinâmicas que simulassem tais situações (MORIS et al., 2009).

Embora a perda de tensão e a degradação dos elásticos sejam desafios a serem superados pelas indústrias, os elásticos possuem inúmeras vantagens e aplicações clínicas (BATY, VOLT e VON FRAUNHOFER, 1994; HENRIQUES et al., 2003; FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; ARAÚJO e URSI, 2006). São um recurso de custo reduzido, higiênico, de fácil utilização, possibilitam a geração de forças leves e contínuas na retração de caninos, no fechamento de espaços, na correção rotacional e na constrição de arcos, sendo extremamente confortáveis ao paciente (LU et al., 1993; MARAFON e SOARES, 2009). Esse conforto se deve principalmente às suas superfícies lisas, que não produzem irritação tecidual (SOUZA et al., 2008). Suas aplicações clínicas estão ligadas à sua composição (sintético ou de borracha), forma, diâmetro e força dissipada (MORIS et al., 2009). Podem atuar como coadjuvante no tratamento ortodôntico ou ortopédico, corrigindo problemas intramaxilares ou intermaxilares. A efetividade dos elásticos e o intervalo ideal para a substituição dependem de vários fatores que influenciam as propriedades mecânicas dos elásticos, como a perda de elasticidade, a quantidade de força dissipada, o diâmetro e a espessura do elástico, a composição do material e a marca comercial, como já mencionado anteriormente (CABRERA et al., 2003; ARAÚJO e URSI, 2006; ALEXANDRE et al., 2008; MARAFON e SOARES, 2009). Além destes, ocorrem também os fatores locais,

como a influência da saliva, tempo, variações do pH, pigmentos, influência da dieta alimentar, realização de procedimentos de desinfecção e esterilização, incorporação de fluoretos além de efeitos dos movimentos mandibulares (WONG, 1976; FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; LORIATO, MACHADO e PACHECO, 2006; KOCHENBORER et al., 2011).

No caso dos elásticos de borracha intermaxilares, sugere-se a troca diária dos elásticos de magnitude leve em função da dissipação de suas forças ser maior. Os elásticos de magnitude média, comportaram-se de maneira semelhante aos elásticos de magnitude leves, podendo ser substituídos diariamente, a cada 2 dias, ou quando estes perderem a sua elasticidade (CABRERA et al., 2003). Já os elásticos sintéticos intramaxilares, devem ser substituídos no intervalo de 21-28 dias (FERREIRA-NETO e CAETANO, 2004; ARAÚJO e URSI, 2006; ALEXANDRE et al., 2008). A falta de padronização e do controle de qualidade dos elásticos de diversas marcas comerciais pode ser um dos fatores responsáveis pela falta de controle das forças aplicadas (CABRERA et al., 2003). Não é raro observar elásticos deformados, com corte mais fino ou mais espesso do tamanho original, elásticos cortados ou pequenos segmentos de látex dentro das embalagens comercializados, como mencionado por CABRERA et al. (2003).

O uso de elásticos de borracha do tipo intermaxilar também tem sido associado à ocorrência de reabsorções radiculares externas (LINGE e LINGE, 1983; GANDA et al., 2009). CONSOLARO (2002) afirmou que a causa principal e mais freqüente das reabsorções dentárias na população ocidental é a movimentação dentária induzida, sendo que a reabsorção severa e importante acomete cerca de 10% das pessoas submetidas a tratamentos ortodônticos. Acrescentou que, entre os fatores favorecedores da maior freqüência de reabsorções dentárias, encontra-se o uso de elásticos intermaxilares (LORIATO, MACHADO e PACHECO, 2006).

CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico e desenvolvimento dos materiais dentários, os elásticos utilizados em Ortodontia tiveram suas propriedades avaliadas e melhoradas, de forma a aumentar sua aplicabilidade como auxiliares durante os tratamentos ortodônticos e ortopédicos. Entretanto, falhas inerentes ao material ainda existem e influenciam sobremaneira as propriedades mecânicas dos elásticos. O ortodontista deve compreender as propriedades dos elásticos de borracha e sintéticos, bem como suas limitações e riscos, alcançando resultados mais satisfatórios para as diversas situações clínicas.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, L.P. et al. Avaliação das propriedades mecânicas dos elásticos e cadeias elastoméricas em ortodontia. **Revista Odonto São Bernardo do Campo**, v. 16, n. 32, jul- dez. 2008.

ARAÚJO, F.B.C.; URSI, W.J.S. Estudo da degradação da força gerada por elásticos ortodônticos sintéticos, **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 11, n. 6, p. 52-61, nov./dez. 2006.

ARAÚJO, F. B. C. et al. Estudo da degradação de forças geradas por elásticos ortodônticos de látex. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 58, n. 5, p. 345-349, set./out. 2004.

ASH, J. L.; NIKOLAI, R. J. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vitro and in vivo. **J. Dent. Res.**, v. 56, n. 5/6, p. 685-690, May/July 1978.

BATY, D.L.; VOLZ, J.E.; VON FRAUNHOFER, J.A. Force delivery properties of colored elastomeric modules. **Am J Orthod Dentofac Orthop.** v.106, n.1, p.40-46, 1994.

BISHARA, S. E.; ANDREASEN, G. E. A comparison of time related forces between plastics alastiks and latex elastics. **Angle Orthod**, v. 40, n. 4, p. 319-28, Oct. 1970.

BURSTONE, C.J.; BALDWIN, J.J.; LAWLESS, T.D. The Application Of Continuous Forces To Orthodontics. **The Angle Orthodontist: January**, v.31, n.1, p. 1-14, 1961.

CABRERA, M.C. et al. Elásticos em Ortodontia: Comportamento e Aplicação Clínica. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 8, n.1, p. 115-129, jan./fev. 2003.

CELLIER, F.; BARSTON J.J. High-pull headgear versus cervical traction: a cephalometric comparison. **Am J Orthod**, v. 62, p. 517-529, Nov. 1972.

CONSOLARO, A. **Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas**. 1ª ed. São Paulo: Dental Press Editora, 2002. Cap. 12, p. 259-289.

CHUNG, J. H.; JUNG, Y. C. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 124, n. 4, p. 379-386, Oct. 2003.

FERREIRA-NETO, J.J.; CAETANO, M.T de O. A degradação da força de segmentos de elásticos em cadeia de diferentes tamanhos – estudo comparativo *in vitro*. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, v.9, n.51, p.225-233, 2004.

FURQUIM, L. Z. **Perfil endocrinológico de pacientes ortodônticos com e sem reabsorções dentárias: correlação com a morfologia radicular e da crista óssea alveolar**. Tese (Doutorado)-Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2002.

GANDA, A.M.F, et al. Mecânicas ortodônticas e reabsorções radiculares. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v.21, n.2, p.169-178, mai-ago. 2009.

HENRIQUES, J.F.C., et al. Elásticos Ortodônticos: como selecioná-los e utilizá-los de maneira eficaz. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, v.8, n.48, p.471-

475, 2003.

KILIANY, D.M.; DUPLESSIS, J. Relaxation of elastomeric chains. **J Clin Orthod.** v.19, n.8, p.592-593, 1985.

KINGSLEY, N.W. **A treatise on oral deformities as a branch of Mechanical Surgery**. New York: Appleton, 1880.

KOCHENBORER, C., et al. Avaliação das tensões liberadas por elásticos ortodôntico em cadeia: estudo *in vitro*. **Dental Press J Orthod**, v.16, n.6, p.93-99, Nov-Dec 2011.

LINGE, B. O.; LINGE, L. Apical root reosorption in upper anterior teeth. **Eur J Orthod**, v. 5, p. 173-183, 1983.

LORIATO, L.B., MACHADO, A.W.; PACHECO, W. Considerações clínicas biomecânicas de elásticos em Ortodontia. **R Clin Ortodon Dental Press**, v. 5, n. 1, fev./mar. 2006.

LU, T.C.; WANG, W.N.; TARNG, T.H.; CHEN, J.W. Force decay of elastomeric chain – a serial study. Part II. **Am J Orthod Dentofac Orthop.** v.104. n.4, p.373-377, 1993.

MARAFON, A.R.S.; SOARES, S.F. **Elásticos Ortodônticos**. 1.ed., São Paulo; Ed.Santos, 2009.

MORIS, A.; et al. Estudo *in vitro* da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.**, v. 14, n. 2, p. 95-108, mar./abr. 2009.

MORTON, M. **Rubber technology**. 3rd. ed. Londres: Chapman & Hall, 1995.

PITHON, M.M.; et al. Citotoxicidade *in vitro* de elásticos ortodônticos: comparação entre duas metodologias. **Rev.Saúde.Com.** v.4, n.1, p.19-26,

2008.

PITHON, M.M.; et al. Avaliação in vitro da citotoxicidade de elásticos ortodônticos intermaxilares. **Rev. Odonto Ciênc.** V.23, n.3, p.287-290, 2008.

SHIMIZU, R.H.; et al. Princípios biomecânicos do aparelho extrabucal. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.**, v. 9, n. 6, p. 122-156, nov./dez. 2004.

SOUZA, E.V.; et al. Percentual de degradação das forças liberadas por ligaduras elásticas. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.**, v. 13, n. 2, p. 138-145, mar./abr. 2008

SOUZA, M.M.; et al. Uso do aparelho de Thurow no tratamento da má oclusão esquelética de Classe II. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 10, n. 4, p. 76-87, jul./ago. 2005.

STEVENSON, J. S.; KUSY, R. P. Force application and decay characteristic of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. **Angle Orthod.**, v. 64, n. 6, p. 455-67, Apr 1994.

TALOUMIS, L. J. et al. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 111, n. 1, p. 1-11, Jan. 1997

VON FRAUNHOFER, J. A.; et al. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastics properties of the orthodontics chains. **Angle Orthod**, v. 62, n. 4, p. 265-74, 1992.

WONG, A. K. Orthodontic elastic materials. **Angle Orthod**, v. 46, no. 2, p. 196-205, 1976.

SONYA KOVALEVSKY: THE RUSSIAN QUEEN OF POST-ENLIGHTENMENT MATHEMATICS

SAPUNARU, Raquel Anna*. - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Professora de Filosofia da Ciência do Instituto de Ciência e Tecnologia da UFVJM.

*Autor para correspondência e-mail: raquel.sapunaru@ict.ufvjm.edu.br

RESUMO

A ideia deste artigo é divulgar os principais aspectos da vida e da obra de Sonya Kovalevsky, como, por exemplo, como começou sua excelente disposição para aprender ciência e como superou as barreiras da época para poder prosseguir seus estudos científicos no exterior e realizar seu sonho de ocupar uma posição em uma universidade europeia. Para atingir meu objetivo, foi realizado um procedimento reflexivo e sistemático, no qual os dados foram obtidos por documentação indireta, isto é, pesquisa de uma bibliografia já existente, visto que busca narrar e explicar a história de uma grande personagem da Matemática do século XIX, pouco conhecida do público em geral. Trata-se, pois, de um artigo de compilação, lembrando que esse tipo de estudo consiste em reunir ordenadamente a bibliografia selecionada, combiná-la e dela extrair aquilo que se faz interessante para o cumprimento do objetivo. Como resultado, obtive um panorama da vida e da obra de Sonya Kovalevsky, desde sua infância até sua morte precoce em 1891, explorando sua capacidade matemática e talentos de escritora.

PALAVRAS-CHAVE: Sonya Kovalevsky; Vida; Obra.

SONYA KOVALEVSKY: A RAINHA RUSSA DA MATEMÁTICA PÓS-ILUMINISTA

ABSTRACT

The idea of this article is to disclose the main aspects of life and work of Sonya Kovalevsky, such as how she began her excellent disposition to learn science and how she overcame the barriers of the time to be able to follow scientific studies abroad and fulfill her dream of occupying a position in a European university. In order to reach my objective, a reflexive and systematic procedure was performed, in which the data were obtained through indirect documentation, that is, research of an existing bibliography, since it seeks to narrate and explain the history of a great mathematical character of the nineteenth century, little known of the public in general. It is, therefore, a compilation article, remembering that this type of study consists of orderly gathering the selected bibliography, combining it and extracting what is interesting for the accomplishment of the objective. As a result, I got an overview of the life and work of Sonya Kovalevsky, from her childhood to her early death in 1891, exploring her mathematic ability and writing talents.

KEYWORDS: Sonya Kovalevsky; Life; Work.