TADEU EVANDRO MENDES JUNIOR

**Análise do decaimento de força dos elásticos ortodônticos
intermaxilares**

São Paulo

2016

TADEU EVANDRO MENDES JUNIOR

**Análise do decaimento de força dos elásticos ortodônticos
intermaxilares**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, para obter o título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Paiva

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Mendes Júnior, Tadeu Evandro.

Análise do decaimento de força dos elásticos ortodônticos intermaxilares / Tadeu Evandro Mendes Júnior; orientador João Batista de Paiva. -- São Paulo, 2016.

131 p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Ortodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Ortodontia. 2. Látex. 3. Polímeros. 4. Borracha. 5. Elastômeros. 6. Elasticidade. I. Paiva, João Batista de. II. Título.

Mendes-Junior TE. Análise do decaimento de força dos elásticos ortodônticos intermaxilares. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: 17 / 06 / 2016

Banca Examinadora

Profa. Dra. Tereza Cristina Rodrigues da Cunha

Instituição: Instituto Nacional de Ensino Superior e Pós-Graduação Padre Gervásio -
INAPÓS _____ Julgamento: **Aprovado**

Prof. Dr. Leonardo Eloy Rodrigues Filho

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOU SP _
_____ Julgamento: **Aprovado**

Prof. Dr. José Rino Neto

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOU SP _
_____ Julgamento: **Aprovado**

Aos meus pais...

Não existem palavras para descrever meu orgulho por vocês, meus pais. Nenhuma dedicatória que eu possa fazer, alcançará o que vocês fazem por mim e por minhas irmãs. Muito obrigado por tudo. Minha família, meu porto seguro!

As minhas irmãs...

Por vocês, Camila e Patrícia, por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu amor...

Só você sabe o quanto foi difícil, você sempre esteve presente e me deu apoio, só me resta essa dedicatória.

Aos meus avós...

Gostaria que essa dedicatória fosse com vocês presentes, porém nem tudo na vida é possível. Vocês fazem falta. Estão presentes na saudade

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. João Batista de Paiva, por compartilhar todo o vasto conhecimento profissional e pessoal. Obrigado por estender a mão e por tornar esse sonho realidade.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia USP, Dr. André Tortamano, Dra. Gladys Cristina Domingues-Moreas, Dr. Jorge Abrão, Dra. Lylian Kazumi Kanashiro, Dr. João Batista de Paiva, Dr. José Rino Neto e Dra. Solange Mongelli de Fantini, pela oportunidade, amizade, respeito e atenção que deram ao meu trabalho e a mim durante todo o tempo que estive presente no departamento.

Aos professores e técnicos do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, em especial o professor Dr. Leonardo Eloy e ao técnico Antônio Carlos por estarem sempre dispostos a ajudar.

Aos grandes amigos, Daniela Linhares, Felipe Gallego, Patrick Saraiva, Lilian Gabarrone, Fábio Yanikian, pelo companherismo durante o curso. Durante esse tempo formamos uma família, a família USP.

À família Saraiva, pelo carinho, apoio, ajuda, durante a minha passagem por São Paulo.

Aos amigos do curso de doutorado: Annelise Ribeiro, Michele Sendyk-Tichauer, Ricardo Souza, Helena Silva, Liana Fattori, Simone Peixe, Lucas Cardinal, Daniella Prado, pelo apoio, atenção e amizade, transmitindo tranquilidade durante o período de curso.

Aos funcionários da FOUSP, Viviane Passiano, Edina Brito, Ronaldo Carvalho, Antônio Rodrigues, e a ex-funcionária Marinalva de Jesus por serem verdadeiros anjos da guarda dos pós-graduandos.

Aos funcionários, responsáveis pela organização da FOUSP, sem vocês não seria possível a realização de nenhum trabalho.

Aos meus tios, primos, amigos por sempre me apoiar, aconselhar durante esse curso e em toda a minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de ensino.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização deste trabalho e a realização deste sonho.

*"A dúvida é o princípio da
sabedoria".*

Aristóteles

RESUMO

Mendes-Junior TE. Análise do decaimento de força dos elásticos ortodônticos intermaxilares [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

Os elásticos ortodônticos intermaxilares são dispositivos auxiliares importantes para o tratamento ortodôntico. Os objetivos dessa pesquisa foram: comparar a intensidade de força dos elásticos informada pelos fabricantes com a força após estiramento de três vezes o diâmetro interno e avaliar o decaimento de força dos elásticos ortodônticos de várias empresas comerciais (Uniden, Morelli, Orthometric, Aditek, Rocky Mountain, TP Orthodontics e GAC Dentsply) de quatro tamanhos diferentes de diâmetro interno (1/8"; 3/16"; 1/4" e 5/16") com intensidade de força leve e média. Para esta pesquisa foi desenvolvido um dispositivo para simular os movimentos mandíbulo-maxilar durante a fala. Os elásticos foram submetidos a teste dinâmico e estático, por um período de 24 horas. Durante o teste, os elásticos, foram estirados ao comprimento de três vezes o diâmetro interno, de acordo com o índice de extensão padrão informado pelos fabricantes. Em seguida, iniciou-se o teste dinâmico, no qual, os elásticos eram alongados por mais 11mm correspondendo a distância maxilo-mandibular durante a fala, a uma frequência de 5 Hz. Esse ciclo repetiu-se por 10 minutos a cada hora durante 10 horas. Em três períodos os elásticos não participaram de nenhum teste, ou seja, foram removidos do dispositivo, simulando os horários das refeições. Completando assim o tempo de 12 horas do período diurno. Nos períodos restantes, 12 horas, os elásticos permaneceram em teste estático, ou seja, mantiveram estirados a 3 vezes o diâmetro interno, correspondendo ao período noturno do paciente no qual não apresenta movimento mandibulares significativos. As leituras das tensões-força geradas pelos elásticos foram realizadas por meio de um dispositivo de leitura de força modificada para mensurar elásticos quando estirados a distância de três vezes o lúmen. A leitura ocorreu a cada ciclo durante as primeiras 12 horas, uma inicial e a última ocorreu 24 horas após o início do teste, totalizando 14 leituras. Em função das características da amostra o teste estatístico utilizado foi o teste t de Student, ANOVA e teste Scott-Knott. A maior parte dos elásticos apresentaram diferença

entre a força encontrada nesta pesquisa e a força informada pelo fabricante. Os elásticos com diâmetro interno de 1/8" apresentaram ruptura durante os testes. Nos elásticos com diâmetro 3/16" de intensidade de força leve, as empresas com melhores desempenhos foram: Morelli, Aditek, Uniden, GAC Dentsply, Orthometric, Rocky Mountain e TP Orthodontics. Nos elásticos com mesmo diâmetro, porém com intensidade de força média, a empresa com menor decaimento de força foi a Uniden, seguido por Morelli, GAC Dentsply, Rocky Mountain, Aditek, Orthometric, TP Orthodontics. Nos elásticos 1/4" com intensidade de força leve, as empresas com menores decaimentos de forças formaram: Uniden, GAC Dentsply, Morelli, Rocky Mountain, TP Orthodontics, Aditek e Orthometric. Os elásticos 1/4" com intensidade de força média, as empresas com menores decaimentos de forças foram: Uniden, seguido por Rocky Mountain, Morelli, Aditek, TP Orthodontics, GAC Dentsply e Orthometric. Os elásticos 5/16" com intensidade de força leve, os elásticos da empresa Uniden apresentaram menores decaimentos de forças, seguido por GAC Dentsply, Aditek, Morelli, Rocky Mountain, Orthometric e TP Orthodontics. Nos elásticos 5/16" de intensidade de força média, as empresas com menores decaimentos de forças foram: Uniden, Rocky Mountain, Morelli, GAC Dentsply, Aditek, Orthometric e TP Orthodontics. Em seguida à análise dos resultados, conclui-se que o maior decaimento de força dos elásticos ocorreram na primeira hora de teste, em média 12,78%, em seguida, a esse período, ocorre um decaimento de menor intensidade de força, em média de 6,95%, durante o período de 24 horas. Sendo indicado as trocas dos elásticos diariamente.

Palavras-chaves: Ortodontia. Látex. Polímeros. Borracha. Elastômeros. Elasticidade.

ABSTRACT

Mendes-Junior TE. Analysis of force decay of intermaxillary orthodontic elastics [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

Intermaxillary latex orthodontic elastics are important auxiliary devices for orthodontic treatment. This study aimed to assess force decay of several commercial brands (Uniden, Morelli, Orthometric, Aditek, Rocky Mountain, TP Orthodontics, and GAC Dentsply) and four sizes (1/8"; 3/16"; 1/4"; and 5/16") with low and median force intensity. A device that simulates mandibular and maxillary speech movement of patients was developed for this research. The elastics were simultaneously subjected to dynamic and static tests for 24 hours. During the static test, the elastics were stretched three times the distance of the inner diameter, as recommended by the manufacturers. Next, the dynamic test began, where the elastics were stretched by an additional 11 mm, which corresponds to the maxillary and mandibular distance during speech, at a 5 Hz rate. This cycle was repeated for 10 minutes every 10 hours. In three periods, the elastics did not participate of any test, meaning they were removed from the device to simulate meal times; thus, the 12-hour daytime was completed. Over the 12 hours remaining, the elastics were maintained in static test, meaning they were stretched three times the inner diameter, which corresponds to the night time of the patient, who did not present significant mandibular movements. Force readings were performed at each cycle over the first 12 hours, and the last reading was performed 24 hours after the beginning of the test. Due to the characteristic of the sample, the statistical tests used were Student t test, ANOVA, and Scott-Knott test. Most of the elastics presented difference between the force found in this research and the one informed by the manufacturer. The 1/8" (3.2 mm) elastics showed rupture during tests. In the 3/16" (4.8 mm) elastics with low force intensity, the best-performing brands were Morelli, Aditek, Uniden, GAC Dentsply, Orthometric, Rocky Mountain, and TP Orthodontics over 24 hours of testing. In elastics with the same diameter but median force intensity, the brand with less force decay was Uniden, followed by Morelli, GAC Dentsply, Rocky Mountain, Aditek,

Orthometric, and TP Orthodontics. In the 1/4" elastics with light force intensity, the brands with less force decay were Uniden, GAC Dentsply, Morelli, Rocky Mountain, TP Orthodontics, Aditek, and Orthometric. In the 1/4" elastics with medium force intensity, the brand with less force decay was, again, Uniden, followed by Rocky Mountain, Morelli, Aditek, TP Orthodontics, GAC Dentsply, and Orthometric. In the 5/16" (7.9 mm) elastics with light force intensity, the brand Uniden presented better performance, followed by GAC Dentsply, Aditek, Morelli, Rocky Mountain, Orthometric, and TP Orthodontics. In the 5/16" elastics with median force intensity, the brands with less force decay were Uniden, Rocky Mountain, Morelli, GAC Dentsply, Aditek, Orthometric, and TP Orthodontics. After the analysis of results, it was concluded that the greatest force decay of elastics occurred in the first hour of testing with 12.78% in average; after this period, there was a reduced force decay of 6.95% in average, over 24 hours. Daily changes of elastics are recommended.

Keywords: Orthodontics. Latex. Polymers. Rubber. Elastomers. Elasticity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Balança de precisão modificada	64
Figura 4.2- Válvula solenoide e o cilindro pneumático	65
Figura 4.3 Dispositivo para simulação dos movimentos mandibulares.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 5.1- Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas..... 75
- Gráfico 5.2 - Quantidade de elástico 1/8" (3,2mm) de intensidade de força leve das empresas comerciais, nos ciclos de movimentos mandibulares 76
- Gráfico 5.3 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas..... 78
- Gráfico 5.4 - Quantidade de elástico 1/8" (3,2mm) de intensidade de força média das empresas comerciais, nos ciclos de movimentos mandibulares.....
..... 79
- Gráfico 5.5 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas..... 80
- Gráfico 5.6 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve. 81
- Gráfico 5.7 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve 82
- Gráfico 5.8 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve 82
- Gráfico 5.9 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve. 83

Gráfico 5.10 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve.....	84
Gráfico 5.11 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve.....	84
Gráfico 5.12-Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve.....	85
Gráfico 5.13 -Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas	86
Gráfico 5.14 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média.	87
Gráfico 5.15 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	88
Gráfico 5.16 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	88
Gráfico 5.17 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	89
Gráfico 5.18 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	90
Gráfico 5.19 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média.....	90

Gráfico 5.20 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	91
Gráfico 5.21 -Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas	92
Gráfico 5.22 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	93
Gráfico 5.23 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	94
Gráfico 5.24 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	94
Gráfico 5.25 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	95
Gráfico 5.26 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	96
Gráfico 5.27 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	96
Gráfico 5.28 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	97
Gráfico 5.29 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas	98

Gráfico 5.30 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	99
Gráfico 5.31 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	100
Gráfico 5.32 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	100
Gráfico 5.33 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	101
Gráfico 5.34 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	102
Gráfico 5.35 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	102
Gráfico 5.36 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	103
Gráfico 5.37 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas	104
Gráfico 5.38 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve.....	105
Gráfico 5.39 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve.....	106

Gráfico 5.40 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	106
Gráfico 5.41 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	107
Gráfico 5.42 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	108
Gráfico 5.43 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	109
Gráfico 5.44 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	109
Gráfico 5.45 -Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas.....	110
Gráfico 5.46 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Uniden com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	111
Gráfico 5.47 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Morelli com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	112
Gráfico 5.48 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Orthometric com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	113
Gráfico 5.49 -Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Aditek com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	113

Gráfico 5.50 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	114
Gráfico 5.51 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	115
Gráfico 5.52 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas, da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/8" (3,2mm) intensidade de força leve.....	69
Tabela 5.2 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/8" (3,2mm) intensidade de força média.....	70
Tabela 5.3 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 3/16" (4,8mm) intensidade de força leve.....	70
Tabela 5.4 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 3/16" (4,8mm) intensidade de força média.....	71
Tabela 5.5 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/4" (6,4mm) intensidade de força leve.....	71
Tabela 5.6 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/4" (6,4mm) intensidade de força média.....	72
Tabela 5.7 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 5/16" (7,9mm) intensidade de força leve.....	72
Tabela 5.8 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 5/16" (7,9mm) intensidade de força média.....	73

Tabela 5.9 - Média de força inicial, média de intensidade de força informada pelo fabricante, diferenças entre as forças, e percentuais de decaimento da forças dos elásticos das marcas comerciais	73
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

g	grama
h	hora
Hz	hertz
min	minuto
mm	milímetro
mm/s	milímetro por segundo
oz	onça
pH	potencial hidrogeniônico
s	segundo

LISTA DE SÍMBOLOS

"	polegadas
%	porcentagem
°C	graus Celsius
±	Mais ou menos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	35
2	REVISÃO DA LITERATURA	37
2.1	BORRACHA.....	37
2.2	DEGRADAÇÃO DOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES	39
2.3	ORTODONTIA E ELÁSTICO	50
2.4	MOVIMENTOS MANDIBULARES E VELOCIDADE DE FALA	54
2.5	PALAVRAS	55
3	PROPOSIÇÃO	57
4	MATERIAIS E MÉTODOS	59
4.1	MATERIAIS.....	59
4.1.1	Corpo de Prova - elásticos	59
4.1.1.1	Uniden (Uniden Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil).....	59
4.1.1.2	Morelli (Dental Morelli Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil)	59
4.1.1.3	Orthometric (Orthometric®, Marília, SP, Brasil).....	60
4.1.1.4	Aditek (Aditek do Brasil®, Cravinhos, SP, Brasil)	60
4.1.1.5	Rocky Mountain (Rocky Mountain Orthodontics® Denver, CO, EUA).....	60
4.1.1.6	TP Orthodontics (TP Orthodontics®, Inc, La Porte, IN, EUA).....	61
4.1.1.7	GAC Dentsply (Dentsply GAC International Inc®, York, PA, EUA).....	61
4.1.2	Simulador de movimentos mandibulares	61
4.1.3	Instrumentos utilizados para mensuração da intensidade de força	62
4.2	MÉTODOS	63
4.2.1	Corpo de prova – elásticos	63
4.2.2	Mensurações das forças dos elásticos - Inicial	63
4.2.3	Simulador de movimentos mandibulares	64
4.2.4	Mensurações das forças dos elásticos durante o teste dinâmico e estático ..	66
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
5	RESULTADOS	69
5.1	COMPARAÇÃO ENTRE A INTESIDADE DE FORÇA-EXTENSÃO INICIAL DOS ELÁSTICOS E A INFORMADA PELO FABRICANTE	69
5.2	ANÁLISE DO DECAIMENTO DAS FORÇAS DOS ELÁSTICOS ORTODÔNTICOS INTERMAXILARES	74
5.2.1	Elástico 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve	74
5.2.2	Elástico 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média	77

5.2.3	Elástico 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve	80
5.2.3.1	Elásticos da empresa Uniden	81
5.2.3.2	Elásticos da empresa Morelli	82
5.2.3.3	Elásticos da empresa Orthometric	82
5.2.3.4	Elásticos da empresa Aditek	83
5.2.3.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain	84
5.2.3.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics	84
5.2.3.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply	85
5.2.4	Elástico 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média	86
5.2.4.1	Elásticos da empresa Uniden	87
5.2.4.2	Elásticos da empresa Morelli	88
5.2.4.3	Elásticos da empresa Orthometric	88
5.2.4.4	Elásticos da empresa Aditek	89
5.2.4.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain	90
5.2.4.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics	90
5.2.4.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply	91
5.2.5	Elástico 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve	92
5.2.5.1	Elásticos da empresa Uniden	93
5.2.5.2	Elásticos da empresa Morelli	94
5.2.5.3	Elásticos da empresa Orthometric	94
5.2.5.4	Elásticos da empresa Aditek	95
5.2.5.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain	96
5.2.5.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics	96
5.2.5.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply	97
5.2.6	Elástico 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média	98
5.2.6.1	Elásticos da empresa Uniden	99
5.2.6.2	Elásticos da empresa Morelli	100
5.2.6.3	Elásticos da empresa Orthometric	100
5.2.6.4	Elásticos da empresa Aditek	101
5.2.6.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain	102
5.2.6.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics	102
5.2.6.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply	103
5.2.7	Elástico 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve	104
5.2.7.1	Elásticos da empresa Uniden	105
5.2.7.2	Elásticos da empresa Morelli	106
5.2.7.3	Elásticos da empresa Orthometric	106

5.2.7.4	Elásticos da empresa Aditek.....	107
5.2.7.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain.....	108
5.2.7.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics.....	109
5.2.7.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply.....	109
5.2.8	Elástico 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média	110
5.2.8.1	Elásticos da empresa Uniden	111
5.2.8.2	Elásticos da empresa Morelli	112
5.2.8.3	Elásticos da empresa Orthometric.....	113
5.2.8.4	Elásticos da empresa Aditek.....	113
5.2.8.5	Elásticos da empresa Rocky Mountain.....	114
5.2.8.6	Elásticos da empresa TP Orthodontics.....	115
5.2.8.7	Elásticos da empresa GAC Dentsply.....	115
6	DISCUSSÃO.....	117
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	124
7	CONCLUSÃO	125
	REFERÊNCIAS	127

1 INTRODUÇÃO

O látex, denominado na ortodontia como elástico, é utilizado desde o século XIX, e, desde então, são dispositivos auxiliares essenciais durante a biomecânica ortodôntica (Angle, 1891; Case, 1904; Angle, 1907; Polur; Peck, 2010). Sua aplicabilidade é ampla e vai desde correções dentárias a esqueléticas. Os elásticos são classificados de acordo com o local de ação, como extra-oral ou intra-oral. Os intra-orais são subclassificados, em intermaxilar ou intramaxilar. Os intramaxilares são os elásticos cuja ação localiza-se no mesmo arco dentário. Os intermaxilares são os elásticos localizados em arcadas antagonistas, ou seja, a ação e reação se encontram em arcos diferentes, maxila e mandíbula (Angle, 1907; Henriques et al., 2003; Cabrera et al., 2005; Saini et al., 2014).

O elástico favorece a biomecânica em três direções: horizontal, vertical ou transversal. No sentido horizontal, os elásticos são utilizados em biomecânicas de classe I, II ou classe III. No sentido vertical são empregados nas biomecânicas de finalização, fixação de maxilares após cirurgia ortognática, tracionamento de dente incluso, nivelamento da curva de Spee e mordida aberta ou profunda. No sentido transversal, a aplicação favorecem a expansão do arco e correção da mordida cruzada (Angle, 1891; Case, 1904; Angle, 1907; Cabrera et al., 2005; Gioka et al., 2006; Lariato et al., 2006; Nanda, 2007; Alexandre et al., 2008; Rahpeyma; Khajehahmadi, 2014; Saini et al., 2014).

Existe uma enorme gama de elásticos disponíveis, variando em grandezas de força e diâmetro, para serem utilizados na ortodontia. A maioria dos elásticos intermaxilares encontram-se com pesos e comprimentos nos padrões de medida norte-americano, ou seja, em onças e polegadas (Henriques et al., 2003; Cabrera et al., 2005; Lariato et al., 2006; Polur; Peck, 2010). Os fabricantes, normalmente, classificam a intensidade de força em leve (70g ou 2,5oz), média (127g ou 4,5oz) e pesada (184g ou 6,5oz) (Cabrera et al., 2005; Lariato et al., 2006). Essa força é considerada a carga exercida pelos elásticos quando estirados à distância de três vezes o seu diâmetro interno (Bales et al., 1977; Hwang; Cha, 2003; Kersey et al., 2003; Beattie; Monaghan, 2004; Lariato et al., 2006; Moris et al., 2008; Polur; Peck, 2010; López et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013; International Organization for Standardization, 2007). O comprimento dos elásticos é informado

pelo seu diâmetro interno e estão disponíveis nos tamanhos 1/8", 3/16", 1/4", 5/16", correspondente, nos padrões brasileiros de medidas, a 3,2mm; 4,8mm; 6,4mm; 7,9mm, respectivamente (Loriato et al., 2006).

Os elásticos, são fontes de energia contínua, possuem baixo custo financeiro, alta flexibilidade, não causam interferência durante os movimentos mandibulares, são fáceis de manipulação pelo paciente e higiênicos (Bishara; Andreasen, 1970; Loriato et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Lin et al., 2013). A desvantagem é que necessitam da colaboração do paciente e apresentam decaimento de força durante o uso intra bucal (Bales et al., 1977; Gioka et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Tuncer et al., 2011; Lin et al., 2013).

Embora as pesquisas em materiais odontológicos tenham evoluído nos últimos anos, algumas características dos elásticos ainda são defectivos. A cavidade oral provoca a degradação dos elásticos em seu uso diário. O decaimento de força dos elásticos pode ocorrer por vários fatores, tais como, tempo de produção dos elásticos, embebição por água, temperatura, influência salivar, dieta alimentar, movimentos mandibulares, entre outros (Bishara; Andreasen, 1970; Hwang; Cha, 2003; Beattie; Monaghan, 2004; Gioka et al., 2006; Loriato et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Moris et al., 2009; Fernandes et al., 2011; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013).

Estudos anteriores descrevem o decaimento da força ocorrido com os elásticos durante um determinado tempo, porém, até o momento, não há trabalhos considerando a perda de força dos elásticos submetidos aos movimentos mandibulares de fala. Esse fato motivou-nos a realizar este trabalho com o objetivo de analisar as variações das forças dos elásticos ortodônticos, submetidos a teste dinâmico e estático sob condições semelhantes à cavidade oral, simulando os movimentos mandibulares de fala, durante o período de 24 horas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BORRACHA

Wong (1976) escreveu que a borracha é composta de uma longa molécula de cadeias de polímeros enrolados, e quando submetida ao estiramento apresentam-se com cadeias de polímeros lineares. A borracha natural é obtida de diferentes plantas, sendo a mais comum a *Hevea brasiliensis*. A estrutura química da borracha natural é a cis-1,4-poliisopreno, essa estrutura varia de acordo com o peso molecular, que, por sua vez varia de planta, em função da região e ainda das estações do ano. A cor cinza mostra impureza na borracha. O látex de alta qualidade mantém a capacidade de resistência na água e em condições ideais exibem uma força de degradação mínima.

Bernardo-Gusmão (1990) escreveu que a borracha é um elastômero, que são compostos formados pelas repetições de unidades estruturais chamados monômeros. Os elásticos sofrem deformações recuperáveis, ou seja, manifesta-se instantaneamente com a aplicação da força e desaparece rapidamente com a remoção da mesma. Para que um polímero tenha elasticidade, ele deve possuir macromoléculas, apresentar flexibilidade cinemática entre elas e apresentar um certo grau de interligação molecular. A degradação pode ocorrer por meios térmicos, mecânicos, fotolíticos, radiações ionizantes, oxidações e/ou por agentes químicos. Para que a borracha natural apresente-se com maior intensidade de força, elasticidade, resistência e insolubilidade ela passa por um processo, chamado de vulcanização. O agente vulcanizador mais comum é o enxofre. O acabamento é a fase final do processo de produção dos elásticos e influenciam no aspecto final do produto.

De acordo com Pereira (1992), a borracha tem origem no gênero *Hevea* pertence à família *Euphorbiaceae*. A classificação do gênero *Hevea* conduz a onze espécies, dentre as quais destacam-se *Hevea brasiliensis*, popularmente conhecida como seringueira. Ela possui maior capacidade produtiva e variabilidade genética para resistência. Essa espécie tem como área de ocorrência e dispersão natural a floresta da Amazônia brasileira e países próximos, como Bolívia, Colômbia, Peru,

Venezuela, Equador, Suriname e Guiana. Não se sabe exatamente quando a borracha foi descoberta, mas a principal conquista ocorreu com o advento do processo de vulcanização pelo americano Charles Goodyear, em plena época em que iniciava a indústria automobilística. Com a economia da borracha em elevação, ingleses, franceses e holandeses, observaram a possibilidade de cultivar a seringueira em suas colônias localizadas no sudeste da Ásia, cujas condições climáticas são similares a da floresta amazônica. A exploração da seringueira está baseada na obtenção do látex mediante a sangria (incisão feita no caule da árvore), que visa seccionar os vasos laticíferos da casca, sendo necessário, o aprofundamento do corte em 1 a 1,5mm do câmbio. À medida que avança o dia e aumenta a temperatura, a transpiração reduz a produção da borracha, por isso as sangrias são realizadas duas vezes ao dia, nos períodos matutino e noturno.

Anusavice et al. (2005), escreveram que os polímeros são conjuntos de monômeros que consistem em moléculas grandes e configurações sem limites. O comprimento, a extensão das ramificações, as ligações cruzadas, bem como as organizações das cadeias são características que determinam as suas propriedades. Os polímeros podem ser classificados em termoplásticos, termorrígidos. Os elastômeros sofrem rapidamente deformações e exibem elasticidade, quando submetidos a tensões. A deformação elástica é reversível, ou seja, a forma será completamente recuperada quando a tensão for eliminada. Os elastômeros nem sempre se recuperam totalmente, apresentando-se com uma pequena quantidade de deformação plástica. Os elastômeros incham mais que os plásticos e possuem instabilidade de cor.

Canevarolo-Junior (2006) escreveu que os polímeros originam-se do grego poli (muito) e mero (unidade de repetição), sendo assim, um polímero é uma macromolécula composta por inúmeras unidades denominadas meros, interligadas por ligação covalente. Dependendo do tipo, números de meros e de ligação covalentes, os polímeros são classificados em plásticos, borrachas ou fibras. Para a característica de resiliência, os elásticos apresentam-se com cadeias flexíveis amarradas uma às outras e com uma baixa densidade de ligações cruzadas. Os elastômeros podem ser naturais ou sintéticos. Os elastômeros naturais são obtidos do coágulo do látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*), sendo a estrutura química a cis-1,4-poliisopreno. Para que, os elásticos, apresentem-se com melhores

propriedades, eles passam por um longo processo de vulcanização. Os elastômeros vulcanizados apresentam cadeias com baixa densidade e ligações cruzadas, que impedem a solubilidade do polímero, porém não impedem seu inchamento.

2.2 DEGRADAÇÃO DOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Bishara e Andreasen (1970) pesquisaram o decaimento de força dos elásticos por um período de 3 semanas. Os elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força pesado; 1/4" (6,4mm) médio e 3/8" (9,5mm) leve, foram estirados na distância de 22 e 40mm e imerso em água à temperatura controlada em 37°C. As mensurações de força ocorreram nos tempos de 1 minuto, 1 hora, 1 dia, 1 semana, 2 semanas e 3 semanas. Como resultado obtiveram que após 1 hora o decaimento da força foi de 10%, ao final de 1 dia foi de 17,2%, após 1 semana foi 21,9%, e após 3 semanas a força remanescente foi de 74,9%.

Wong (1976) comparou os elásticos intermaxilares de duas marcas comerciais. Foram utilizados elásticos de diâmetro interno 3/16" (4,8mm) com intensidade de força de 127g (4,5oz), das empresasOrmco e Unitek. Os elásticos romperam com aproximadamente 201g (7oz) quando estirado a aproximadamente 45mm. Após 1 dia os elásticos perderam em média 17% da força inicial, após 7 dias, 29%, e no 21º dia os elásticos perderam aproximadamente 40% da força inicial. Quando comparado g/mm, no primeiro dia os elásticos apresentaram força de 22g/mm, no 2º dia de 20g/mm, no 3º dia 18g/mm e no 14º e 21º dia a força foi de 15g/mm.

Bales et al. (1977), compararam a força dos elásticos de dois fabricantes, submetidos a extensão. Os elásticos, utilizados na comparação, foram da empresa Unitek com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm); 1/4" (6,4mm); 5/16" (7,9mm) e 3/8" (9,5mm) com intensidade de força leve, médio e pesado, e os elásticos da empresaOrmco com diâmetro de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve, médio e pesado. Os testes aconteceram em um dispositivo de teste mecânico. Os resultados mostraram que a máxima de variação em cada grupo de elástico era aproximadamente 5%. Não apresentaram diferença significativa entre os dois

fabricantes e a força produzida quando estendido a três vezes o diâmetro interno resultou em uma força maior do que a informada pelo fabricante. Os autores ainda, reforçam a necessidade da colaboração do paciente para a utilização dos elásticos.

Bertl e Droschl (1986) pesquisaram a distância de extensão em relação à força e o tempo. Utilizaram os elásticos dos fabricantes Rocky Mountain de diâmetro interno de 1/8" (3,2mm), 3/16" (4,8mm), 1/4" (6,4mm) com magnitude de força de 99,2g (3,5oz) e elásticos 3/16" (4,8mm) com 141,7g (5oz). Os elásticos permaneceram a uma distância média de 4, 5, 7 e 8 vezes o diâmetro interno em saliva artificial com temperatura controlada de 37°C. As mensurações de força foram realizadas nos tempos: 0 (inicial), 30 minutos, 1 hora, 3 horas e 8 horas. Como resultado indicaram uma considerável redução da força durante as primeiras horas. No intervalo entre as 3 e 8 horas, não houve diferença significativa de decaimento de força. Os autores concluem que existe um decaimento de força nas primeiras horas e indicam a utilização de uma tabela para melhor orientação sobre o decaimento de força dos elásticos.

Liu et al. (1993), pesquisaram o diâmetro e o decaimento de força dos elásticos ortodônticos. Utilizaram elásticos da marca comercial Ormco de diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força de 170g (6oz). Utilizaram um dispositivo elétrico que realizava ciclos de 200, 500 e 1000 estiramentos entre as distâncias de 20 a 50mm, em uma frequência de 1Hz. As mensurações dos elásticos foram realizadas a uma distância de 30mm e aconteceram nos tempos de 10 segundos, 1 minuto, 3, 5, 24 e 48 horas. A força exercida pelos elásticos, antes do estiramento, foi de 290g (10,2oz). O grupo controle (0 ciclos) perdeu 7% da força nas primeiras horas e mais 7% durante o período de 48 horas. Os elásticos submetidos ao ciclo de 200 vezes, apresentaram decaimento de 9,1% nos primeiros 10 segundos e de 14% durante o primeiro minuto, seguido de uma ligeira recuperação entre o intervalo de 1 a 3 horas, em seguida, ocorreu um declínio de 15% durante 24 horas e ao final de 48 horas, o decaimento de força foi de 17,4%. O grupo de 500 ciclos apresentou decaimento de força em 11,3% (1s), 15,2% (1min), 12,8% (3 horas), 14,8% (5h), 17,9% (24h) e 16,8% (48h). No ciclo de 1000 o decaimento foi de 12% (1s), 16% (1min), 13,3% (3h), 13,6% (5h), 14,9%, (24h) e 18,3 (48hs). Os autores concluem que os elásticos são adequados para a utilização clínica.

Kanchana e Godfrey (2000), estudaram o comportamento dos elásticos ortodônticos de quatro fabricantes (Unitek, Ormco, Tomy, Dentaurem). Os elásticos testados tinham os diâmetros de 3/16" (4,8mm); 1/4" (6,4mm) e 5/16" (7,9mm) com intensidade de força entre 57-127g (2-4,5oz). A maioria dos elásticos apresentaram intensidades de forças diferente ao especificado pelo fabricante. O maior decaimento de força ocorreu nos elásticos imersos em água, aproximadamente 30%, durante as primeiras horas e menos de 7% nos dias seguintes. Os autores sugerem a utilização de uma tabela de decaimento de força por tempo para maior controle sobre a biomecânica.

Russell et al. (2001), escreveram que a incidência de pacientes alérgicos a borracha ocasionou o surgimento da produção dos elásticos sem látex. Por isso os autores pesquisaram as propriedades dos elásticos com e sem látex. Foram obtidas amostra de dois fabricantes GAC international e Masel enterprises, com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve, média e pesada. Durante os ensaios mecânicos, os elásticos foram estirados até alcançarem o valor expresso pelo fabricante e mantidos por 24 horas. A coleta das intensidades de força ocorreram a cada 15 minutos. Os elásticos quando estirados a 2 vezes o diâmetro interno apresentaram forças menores do que o informado pelo fabricante e quando alongado a 3 vezes, apresentaram forças maiores. O decaimento de força foi similar entre as duas empresas com látex. O percentual de decaimento das forças, após 1 hora, foi, em média, 17,91%. Após 6 horas foi de 23,16%, com 12 horas foi de 25,83% e ao final de 24 horas foi de 28,5%. Concluíram que é necessário a troca diária dos elásticos e que os elásticos sem látex devem ser utilizados apenas em pacientes alérgicos.

Cabrera et al. (2003), pesquisaram a distensão dos elásticos para obtenção da força informada pelo fabricante. Utilizaram dez elásticos de diferentes marcas comerciais (Morelli, OASP, Uniden, ACompany, Dentaurem, Masel, New Horizon, Orthodontic Elastic, TP Orthodontic e Unitek). O diâmetro interno dos elásticos testados eram de 1/8" (3,2mm); 3/16" (4,8mm); 1/4" (6,4mm); 5/16" (7,9mm), 3/8" (9,5mm) e 1/2" (12,7mm). A intensidade de força variou entre leve, médio e pesado. Para mensurar a força foi utilizado um dinamômetro. Os elásticos foram mantidos a distância correspondente a 50g (1,7oz), 100g (3,5oz), 150g (5,2oz), 200g (7oz) e 250g (8,8oz). Os elásticos, com intensidade de força leve, apresentaram maior

decaimento de força. Os elásticos com pigmentação colorida apresentaram forças semelhantes ao elásticos tradicionais com látex (amarelado). Não houve diferença de força entre as empresas nacionais e internacionais. Os elásticos leve, em função da dissipação de forças, devem ser trocados diariamente, já os elásticos com intensidade de força média e pesada, podem ser substituídos a cada 2 dias. Foi observado que todos os pacotes de elásticos apresentavam elásticos deformados, cortados ou pequenos segmentos de látex.

Hwang e Cha (2003), compararam o decaimento de força e a citotoxicidade dos elásticos de látex e sem látex. Foram utilizados elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 127g (4,5oz) de quatro empresas comerciais (Rocky Mountain, Dentaurum, TP Orthodontics e JEPE). No primeiro teste, foram mensurados as forças produzidas pelos elásticos quando esticados a uma distância de 225%, 300% e 450% o diâmetro interno. No segundo teste, os elásticos foram mantidos a mesma distância, durante 24 horas, porém imersos em saliva artificial, a uma temperatura de 37°C. As mensurações da intensidade de força ocorreu antes e após 24 horas de teste. Em seguida, os elásticos foram incubados por mais 24 horas a 37°C para teste de toxicidade. Os resultados mostraram que os elásticos com látex da marca Rocky Mountain apresentaram 120% de força comparado ao informado pela empresa, já os elásticos TP Orthodontics e JEPE apresentam 85% e 83% de força, respectivamente. No primeiro teste, os elásticos com látex apresentavam a força remanescente após 1 dia de 84,4%; 87,1%; 84,9% e 76% para os elásticos TP Orthodontics, Rocky Mountain, Dentaurum e JEPE, respectivamente. No segundo teste, em condições salivares, as forças remanescentes foram 76,7% (TP Orthodontics); 72,1% (Rocky Mountain); 71,4% (Dentaurum) e 73% (JEPE).

Kersey et al. (2003), compararam a intensidade de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) de quatro marcas comerciais sem látex (GAC Dentsply, Orto Organizers, Masel, American Orthodontics) por um período de 24 horas. Os elásticos foram fixados, inicialmente, à distância de 19,2mm. A cada minuto, durante 1 segundo os elásticos foram estirados até a distância de 24,7mm. Os valores da intensidade de força foram coletados a cada 30 minutos por um computador inter ligado ao dispositivo durante 24 horas. A maioria dos elásticos quando estirados a três vezes o diâmetro interno apresentavam intensidade de força

maior que o informado pelo fabricante, menos os elástico American Orthodontics e Ortho Organizers. Após 24 horas, a força média gerada pelos elásticos da American Orthodontics foi de 48% da força inicial e 43,2% da força informada pelo fabricante. Ortho Organizers mantiveram 49,2% da sua força inicial e 44,3% da força informada. Os elásticos GAC Dentsply mantiveram 53,5% da sua força inicial e 75,3% da força informada. Masel manteve 41,1% de sua força inicial e 33,6% da força informada. Concluíram que a maioria dos elásticos apresentavam forças diferentes da informada pelos fabricantes; as quatro marcas tiveram decaimento semelhantes durante 12 horas e as áreas transversais médias dos elásticos estavam fortemente correlacionadas com as forças geradas inicialmente.

Beattie e Monaghan (2004), pesquisaram os efeitos de vários alimentos na degradação dos elásticos. Foram divididos em 6 grupos. O grupo 1, designado grupo controle, os elásticos foram imersos em saliva artificial à temperatura de 37°C durante 24 horas. O grupo 2, os elásticos foram mantidos por 12 horas, em saliva artificial e removidos durante os períodos das refeições. Os grupos 3 a 6, os elásticos eram mergulhados em condições adversas de alimentação. Foram utilizados elásticos de látex de três fabricantes: 3M Unitek, American Orthodontics e Rocky Mountain. Todos apresentaram diâmetros de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média. Não há diferença estatisticamente entre os grupos. Os elásticos da empresa comercial Rocky Mountain apresentaram maiores intensidades de forças, seguido por Unitek e American Orthodontics.

Gioka et al. (2006), avaliaram as forças dos elásticos de látex durante 24 horas. Os elásticos testados apresentavam diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força de 127,5g (4,5oz) da empresa Ortho Technology; 3/16" (4,8mm) com 184,2g (6,5oz) da empresa Ortho Technology; 1/4" (6,4mm) com 99,2g (3,5oz) da empresa Glenroe; 1/4" (6,4mm) com 127,5g (4,5oz) da marca Ortho Technology; 5/16" (7,4mm) com 170g (6oz) da marca Ormco; 3/8" (9,5mm) com 99,2g (3,5oz) e 127,5g (4,5oz) da marca Glenroe. Os elásticos precisam ser estirados na distância de 2,6 a 5 vezes o diâmetro interno para resultar na força padrão de acordo com os fabricantes, com exceção dos elásticos da empresa Glenroe com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força 99,2g (3,5oz) e os elásticos 1/4" (6,4mm) de intensidade de força 127,5g (4,5oz) da empresa Ormco apresentaram forças iguais ao informado. Os maiores decaimentos de forças aconteceram nas primeiras

3 a 4 horas. Ao final de 24 horas, o decaimento de força foi em torno de 25%. Concluíram que a cavidade oral influencia na degradação dos elásticos. Fatores como o pH, variações de temperatura e enzimas ou ações microbianas, que podem interferir nas propriedades mecânicas dos elásticos.

Wang et al. (2007), avaliaram a degradação da força em teste in vivo e in vitro durante 48 horas. Vinte pacientes utilizaram elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm). Os pacientes foram divididos em quatro grupos A, B, C e D. O grupo A e B utilizaram elásticos intermaxilares e o C e D intramaxilar. Os elásticos foram estirados à distância de 20mm. O grupo A trocava os elásticos às 7 horas e o grupo B às 21 horas. As medidas foram feitas com intervalos de 30 minutos, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas. O teste in vitro (grupos E e F), os elásticos foram posicionados a distância de 20mm. No grupo E, os elásticos foram armazenados em saliva artificial à temperatura controlada de 37°C e o grupo F em condições externas, sem a presença da saliva. As forças iniciais não apresentaram diferenças significativas. No intervalo entre 24 e 48 horas, houve uma redução significativa na intensidade de força nos grupos A, B, C, D e E, ao contrário, no grupo F, não houve diferença significativa. O percentual de força remanescente após 48 horas foi de 61% no grupo A e B, de 71% nos grupos C, D e E e no grupo F foi de 86%. Ambientes diferentes apresentam efeitos sobre as propriedades dos elásticos ortodônticos, especialmente porque o ambiente bucal tem o potencial para plastificar tais polímeros. Na cavidade oral, muitos fatores alteram as características dos elásticos, tais como, atividades orais, saliva, alimentação, entre outros. Os elásticos devem ser trocados todos os dias e o decaimento de força é influenciado pelo ambiente onde os elásticos são utilizados.

Alexandre et al. (2008), pesquisaram o decaimento de força dos elásticos in vivo. A amostra foi composta de 48 pacientes, 27 do gênero feminino e 21 do gênero masculino, com idade média de 18 anos, divididos em 4 grupos. Nos grupos 1 e 2, os pacientes foram orientados a utilizarem elásticos intermaxilares de látex. O grupo 1 utilizou elásticos intermaxilares da empresa Morelli e o grupo 2, da empresa GAC. Nos grupos 3 e 4, os pacientes apresentavam más oclusões que requeriam extrações dentárias e utilização de elásticos em cadeia para fechamento dos espaços. O grupo 3 utilizou os elásticos da marca Morelli e o grupo 4, da marca

GAC Dentsply. Em relação aos elásticos intermaxilares de látex de diâmetro interno 5/16" (7,9mm) da empresa Morelli a força inicial encontrada foi de 175g (6,1oz), após 1 dia a força remanescente foi de 165,41g (94,52%), no 2º dia a força decaiu para 155g (88,57%), e no 3º dia a força estava em 140,9g (4,97oz), ou seja 80%. Já os elásticos da empresa GAC, apresentaram força inicial de 110g (3,88oz), após 1 dia a força era de 102,08g (92,8%), no 2º dia a força era de 92,91g (84,46%) e no 3º dia a força era de 82,50g (2,91oz), ou seja 75%.

Moris et al. (2009), estudaram o comportamento dos elásticos em situações clínicas. Para o estudo foram utilizados elásticos de três fabricantes: Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm); 3/16" (4,8mm) e 5/16" (7,9mm), com intensidade de força pesado, ou seja, 170-184,2g (6oz-6,5oz). Os elásticos foram medidos por um projetor de perfil e a intensidade de força mensurado nas distâncias de 26 e 44mm. Um dispositivo pneumático foi construído para simular movimentos mandibulares. A cada minuto, os elásticos foram estirados de 26 para 44 mm, submersos em saliva artificial à temperatura controlada de 37°C. As leituras de força ocorreram em diversos tempos. Os elásticos apresentaram diferenças significativas em relação à espessura e à largura. Concluíram que os elásticos com diâmetro interno de 1/8" devem ser trocados a cada 24 horas e os elásticos 3/16" e 5/16" podem ser trocados a cada 72 horas.

Aljhani e Aldress (2010) estudaram o decaimento de força dos elásticos ortodônticos. Foram utilizados elásticos com e sem látex de diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) de três fabricantes, GAC com intensidade de força em 113g (4oz), American Orthodontics com 127g (4,5oz), e Ortho Organizers com 127g (4,5oz). No primeiro teste, os elásticos foram esticados a uma distância correspondente a 3 vezes o diâmetro interno e as mensurações de forças ocorreram nos tempos de 30 minutos, 1h, 1:30h e as 2 horas. No segundo teste, os elásticos foram submetidos a teste dinâmico. No teste dinâmico, os elásticos foram esticados à distância de 50mm e retornados a 3 vezes o diâmetro interno, este movimento era considerado um ciclo. A velocidade foi de 2 ciclos por minuto, uma boa representação da velocidade média do ciclo na cavidade oral. As forças geradas foram registradas nos ciclos 0, 10, 25, 50, 75 e 100 ciclos. No final de cada experimento, os elásticos foram submetidos ao teste de ruptura. No teste dinâmico os elásticos apresentaram maior

decaimento de força. A maior perda de força acontece nos primeiros 10 ciclos, sendo sem látex o maior decaimento. Os elásticos de látex apresentam menor decaimento de força em relação aos elásticos sem látex, com isso, os autores aconselham a substituição dos elásticos sem látex em uma maior frequência. O decaimento de força dos elásticos com látex ao final de 30 min foi de 5-8%, após 1 hora 7-16%, após 1h e 30 min a perda foi entre 9-10% e após 2 horas foi de 10%. Nos elásticos sem látex a degradação foi maior, nos primeiros 30 min, a perda foi de 11-26%, 1h de 11-26%, durante 1h30min 11-27% e no prazo de 2h foi de 12-13%. No teste dinâmico, os elásticos com látex, após 10 ciclos decaem, em média, 16 a 19%, em 25 ciclos 21-25%, em 50 ciclos 24-30%, em 75 ciclos 25-30% e em 100 ciclos de 26-30%.

Fernandes et al. (2011), avaliaram o decaimento de força dos elásticos ortodônticos. Foram utilizados elásticos de três fabricantes: American Orthodontics, TP Orthodontics, e Morelli, com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm), 1/4" (6,4mm) e 5/16" (7,9mm). Os elásticos foram estirados a uma distância fixa de 30mm e mensurados após 1, 3, 6, 12 e 24 horas. Como resultado obtiveram que em 24 horas a quantidade de degradação dos elásticos foram as mesmas entre as marcas comerciais. O maior decaimento de força ocorreu nas primeiras 3 horas, seguida de um leve decaimento após 6 horas e seguindo estável durante as 24 horas. O decaimento de força dos elásticos com diâmetro de 3/16" (4,8mm) foram de 10,6%, 15,65%, e 21,34%; os elásticos 1/4" (6,4mm) foram de 20,19%, 19,45% e 21,58% e os 5/16" (7,9mm) foram de 31,17%, 17,67% e 22,79%, respectivamente TP Orthodontics, Morelli e American Orthodontics. Concluíram que a embebição, o modo de fabricação, o pH, a temperatura, as enzimas e a microbiota oral influenciam no decaimento de força dos elásticos.

López et al. (2012), compararam o decaimento de força dos elásticos ortodônticos intermaxilares, com e sem látex. Foram testados elásticos de duas empresas: GAC e Lancer Orthodontics. Todos apresentavam diâmetro interno de 1/4" (6,35mm) e intensidade de força de 113,4g (4oz). No 1º teste, os elásticos foram mantidos à distância de 3 vezes o diâmetro interno em condições externas ao meio bucal e as leituras das forças ocorreram após 5 segundos, 8 horas e 24 horas. No 2º teste, os elásticos foram novamente esticados a 3 vezes o diâmetro interno,

porém, foram imersos em água destilada à temperatura de 37°C, com pH neutro. As leituras das forças ocorreram após 8 e 24 horas. Todos os elásticos testados apresentavam forças maiores ao especificados pelo fabricante. Em ambiente úmido, ou seja em água destilada, os elásticos apresentaram maior decaimento de força. Houve uma maior perda de força nos elásticos sem látex.

Santos et al. (2012), avaliaram a influência dos níveis de pH na degradação e na toxicidade dos elásticos com e sem látex. Foram utilizados elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força de 184g (6oz), da empresa American Orthodontics. Os elásticos foram divididos em 2 grupos, com e sem látex. Os elásticos foram posicionados em uma placa contendo 20 pares de pinos com 15 mm de distância e mergulhados em saliva artificial contendo níveis de pH entre 5 e 7,5. As mensurações ocorreram a cada 1, 6, 12 e 24 horas. Após o teste de decaimento de força, os elásticos foram submetidos ao teste de toxicidade. Em relação ao decaimento de força em diferentes pHs, os autores concluíram que o nível não influenciava na degradação dos elásticos.

Gangurde et al. (2013), avaliaram a perda de força dos elásticos de quatro empresas (HP, JJ, American Orthodontics (AO) e TP Orthodontics (TP)). Os elásticos foram testados e mensurados a três distâncias: 25mm, 2 e 3 vezes o diâmetro interno dos elásticos. Os mesmos apresentavam diâmetros internos de 1/4" (6,4mm) e 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média. Os elásticos foram submersos em saliva artificial, mantidos à temperatura constante de 37°C. Os elásticos apresentaram intensidades de forças próximas às informadas pelas marcas comerciais quando mensurados à distância de três vezes o diâmetro interno. Em relação a degradação dos elásticos 5/16" (7,94mm), à distância de três vezes o diâmetro interno, os elásticos da empresa HP apresentaram decaimento de força de 20,38% no primeiro dia e 23,7% no segundo dia; os elásticos da empresa JJ apresentaram 21,05% no primeiro dia e 24,34% no segundo dia; os elásticos da empresa TP Orthodontics apresentaram decaimento de 22,85% no primeiro dia e 26,52% no segundo dia; e os elásticos da empresa AO apresentaram decaimento de 22,73% no primeiro dia e de 25,45% no segundo dia. Comparando agora os elásticos de diâmetro interno de 1/4" (6,4mm), os resultados foram, os elásticos da empresa HP tiveram decaimento de 27,14% no primeiro dia e 31,16% no segundo

dia; os elásticos da empresa JJ apresentaram 18,54% no primeiro dia e 21,85% no segundo dia; os elásticos da empresa TP decaíram 18,02% no primeiro dia e 23,84% no segundo dia, e os elásticos da empresa AO apresentaram decaimento de força de 16,18% no primeiro dia e de 19,61% no segundo dia.

Leão Filho et al. (2013), pesquisaram a influência de bebidas no decaimento de força dos elásticos intermaxilares. Para a pesquisa utilizaram 180 elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média da marca TP Orthodontics. Os elásticos foram divididos em 6 grupos, o 1º grupo foi testado em saliva artificial, o 2º grupo em refrigerante Coca-Cola®, o 3º grupo em cerveja, o 4º grupo em suco de laranja, o 5º grupo em vinho tinto, e o 6º grupo em café. Os elásticos foram posicionados a uma distância de 26mm e a intensidade de força mensurada na máquina de teste Instron. A média de força dos elásticos nos seis grupos testados eram estatisticamente similares. Portanto os autores, concluíram que os elásticos tiveram influência semelhante nos ambientes testados.

Lin et al. (2013), estudaram o decaimento de força dos elásticos ortodônticos. Utilizaram elásticos com látex da empresa 3M Unitek, com diâmetro interno de 3/16" com nível de força média. O teste foi realizado em saliva artificial à temperatura constante de 37°C. No grupo 1, os elásticos foram estirados a 14,4mm e mantido constante por 24 horas. As mensurações ocorreram em vários tempos. No grupo 2, os elásticos foram estirados a três vezes o diâmetro interno e, em seguida, os mesmos, foram estirados a uma distância total de 43,8mm e retornando ao diâmetro inicial de 14,4mm, concluindo um ciclo, um total de 1440 ciclos foram completados em 24 horas, considerado o tempo de abertura e fechamento de boca. No grupo 3, aumentaram a frequência dos ciclos, sendo realizados a mesma quantidade de ciclo no tempo de 12 horas. Os elásticos do grupo 1, apresentavam decaimento de força de 9,2%, nos primeiros 15 minutos; de 16,3% após 2 horas; de 24,1% após 12 horas e 26,7% após 24 horas. No grupo 2, o decaimento de força foi de 26,1% nos primeiros 15 minutos; de 29,9% após 2 horas; de 37,5% após 12 horas e de 39,2% após 24 horas. Neste mesmo teste 9 dos 15 elásticos romperam durante o teste. No grupo 3, apenas 2 elásticos permaneceram no teste. Os autores recomendam um aumento da força inicial dos elásticos ou troca, dos mesmos, três vezes ao dia para manutenção da força.

Pithon et al. (2013), analisaram os elásticos com e sem látex. Foram utilizados elásticos 5/16" (7,9mm) da marca comercial Morelli. A força/tensão dos elásticos foram mensurados após estirados a distância de 100mm durante 1, 4, 8, 12 e 24 horas. Nesta mesma distância, 100mm, os elásticos foram mantidos submersos em água. A força inicial dos elásticos com látex é maior do que os sem látex. Após 1 hora, os elásticos de látex apresentaram decaimento de 41,8% da sua força inicial; em 4 horas, 50%; em 8 horas, 54,3%; às 12 horas, 54,9% e as 24 horas o decaimento de força era de 62,3%. Os valores correspondentes, com os elásticos sem látex eram de 32,9%, 49,1%, 49,9%, 52,1% e 58,2%, respectivamente 1, 4, 8, 12 e 24h.

Kamisetty et al. (2014), avaliaram os elásticos ortodônticos com diâmetro de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve, média e pesada, com e sem látex, de três fabricantes: Forestadent, GAC Dentsply e Glenroe. O diâmetro interno e a área dos elásticos foram mensurados com um paquímetro. A intensidade de força dos elásticos foram mensuradas na máquina de teste universal, nos tempos 1, 6, 12, 24 e 48 horas,. No teste, os elásticos foram estirados à distância de 19,05mm e mergulhados em saliva artificial a temperatura de 37° com pH neutro. Os elásticos sem látex apresentaram uma área maior comparados com látex, exceto, nos elásticos da marca GAC Dentsply com intensidade de força leve, os quais não apresentaram diferenças significativas. O decaimento de força foi maior nos elásticos sem látex. Como conclusão, os autores relatam que os elásticos sem látex apresentam maior área de secção e os elásticos sem látex devem ser recomendados apenas aos pacientes alérgicos.

Rahpeyma e Khajehahmadi (2014), pesquisaram o decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força pesada. Os elásticos foram selecionados por serem os mais utilizados na prática clínica após cirurgia maxilo-facial. Os elásticos foram posicionados em uma placa a uma distância de 15 e 20mm. A placa foi incubada a 37°C durante 24 horas e receberam 10 ciclos térmicos de 55 e 5°C durante 30 segundos. As leituras das forças foram realizadas em uma máquina de ensaio universal. A intensidade de força média dos elásticos estendidos à distância de 15mm foi de 163g e para distância de 20mm a força média era de 200g. Após 1 dia os elásticos apresentaram 112,2g e 130g,

respectivamente 15 e 20mm. Durante 14 dias a força remanescente era de 100g (15mm) e 116,2g (20mm). Durante o período de 0-1 dia o decaimento de força foi significativa, porém, nos períodos de 1 e 14 dias, não apresentaram decaimento de força significativos em ambas as distâncias.

2.3 ORTODONTIA E ELÁSTICO

Na história da ortodontia, há controvérsia do primeiro autor a descrever sobre a utilização dos elásticos intermaxilares.

Angle (1891) descreveu a utilização do elástico acoplado a um dispositivo para auxiliar no tracionamento de um dente não irrompido. Esse dispositivo é interligado aos dentes superiores e inferiores, por meio de bandas com pinos e unidos por elásticos. Os mesmos foram feitos a partir de lençol de borracha cortados de acordo com a necessidade de cada caso. Ainda, de acordo com Angle, os elásticos devem ser utilizados apenas no período noturno, para não interferirem na mastigação e fala do paciente. Os dispositivos devem ser posicionados de acordo com a biomecânica, podendo estar acoplado a diferentes dentes ou ainda em um número maior de elementos dentários para melhora da ancoragem.

Case (1904) relatou que ele foi o primeiro dentista a corrigir pacientes classe III com uso de elástico. Nesse aparelho, a biomecânica favoreceu a vestibularização dos dentes superiores e retrusão dos dentes inferiores por meio de elásticos. Esse caso foi apresentado no encontro da Chicago Dental Society em 1893. O aparelho dispunha de um gancho na região posterior superior e um botão na região anterior inferior e esses dois acessórios eram interligados por meio dos elásticos. Esses elásticos eram usados o dia todo e removidos apenas durante as refeições.

Angle (1907) escreveu em seu livro que os elásticos de borracha tem sido usados extensivamente para movimentar dentes. A primeira utilização dos elásticos na ortodontia foi relatada em 1846 pelo Dr. Tucker, em Boston, porém causaram muitos danos à estrutura dental. Em 1866, Dr. Norman descreveu a ancoragem occipital para melhorar a protrusão mandibular. Dr. Angle relata que obteve melhores resultados para pacientes classe III, foi após a introdução da ancoragem

intermaxilar de Backer. Uma das vantagens dessa ancoragem intermaxilar, é a movimentação de ambas as arcadas (maxila e mandíbula). Isso marca um passo importante no progresso da ortodontia.

Cabrera et al. (2003), escreveram que o objetivo do tratamento ortodôntico é devolver as características de normalidade à oclusão. Os elásticos, quando estirados, liberam forças que oscilam entre 50g (1,7oz) à 500g (17,6oz). A intensidade da força deve ser conferida por um dinamômetro ou tensiômetro. Os elásticos podem ser utilizados intrabucal e extrabucal. Elástico intermaxilar estão localizados em arcadas antagônicas, ou seja, a ação e reação encontram-se em arcos diferentes. Os elásticos intramaxilares localizam-se no mesmo arco dentário. Os elásticos são encontrados no mercado em vários tamanhos e intensidade de força. A intensidade de força encontra-se, normalmente, em leve, médio e pesado, de acordo com a magnitude da força liberada. Nos Estados Unidos, a unidade métrica usada para a identificação das dimensões dos elásticos são as polegadas. Os elásticos são ferramentas indispensáveis para o tratamento ortodôntico e tem como principal característica a versatilidade e criatividade em sua aplicação.

Henriques et al. (2003), relataram que os primeiros ortodontistas a utilizarem os elásticos, datam no final do século XIX. Os elásticos são utilizados como acessórios em várias funções como aparelhos extrabucais, máscaras faciais ou intermaxilares, fase de intercuspidação, correções dentárias de classe II ou III e correções de linha mediana. Os elásticos exercem a quantidade de força preconizada pelo fabricante quando alongados a três vezes o diâmetro interno, por isso é necessário mensurar a distância entre os dentes que serão fixados os elásticos.

Ren et al. (2003), realizaram uma revisão sistemática sobre a força ortodôntica ideal para a movimentação dentária. Foram utilizados buscas em banco de dados na Medline de 1966 até 2001. Após a aplicação dos critérios de exclusão, 17 artigos sobre estudos animais e 12 sobre estudos humanos foram utilizados. Embora os estudos apresentem impossibilidade para realização de uma meta-análise sobre qual a força ideal de movimentação dentária, os estudos mostraram que a força leve é a força mais eficiente e biológica, para movimentação ortodôntica.

Loriato et al. (2006), escreveram que a utilização dos elásticos em ortodontia iniciou no final do século XIX, e desde então tem sido utilizado. Existem dois tipos de

elásticos ortodônticos: os de borracha natural e os sintéticos. Os elásticos de borracha ou látex são obtidos a partir da extração vegetal, seguido por um processo industrial. Atualmente são muito utilizados como auxiliares em aparelhos extrabuciais, máscaras faciais, além de aplicação como elásticos intermaxilares. Os elásticos ortodônticos não apresentam uma força constante. Com o tempo, a intensidade de força inicialmente empregada reduz, interferindo na movimentação dentária. As propriedades físicas e a aparência destes materiais são afetadas, quando expostas a fatores intraorais e ambientais. Essas são as forças de mastigação e o próprio meio intraoral quanto à absorção de saliva, fluidos e pigmentos alimentares. Os fatores ambientais estão relacionados à exposição luminosa e variações durante o período de armazenamento e estocagem. A maioria dos elásticos encontra-se no sistema de medidas norte-americano (onças e polegadas). Os elásticos são comercializados de acordo com o diâmetro interno e intensidade de força. Os elásticos exercem a quantidade de força determinada quando distendidos a três vezes o diâmetro interno, assim, torna-se importante medir a distância entre os pontos de fixação do elástico para escolha dos elásticos. Os elásticos intermaxilares possuem várias aplicações clínicas. O ortodontista deve compreender as propriedades dos elásticos, bem como suas limitações e riscos.

Nanda (2007), escreveu que os elásticos ortodônticos são acessórios importantes para os ortodontistas. Eles são utilizados em várias mecânicas ortodônticas como: biomecânicas de classe II, classe III, finalizações, mordida aberta, mordida profunda, desvio de linha média, alteração do plano oclusal, distalização de molares superiores, entre outros. Para todas as biomecânicas os elásticos são utilizados em conjunto com vários dispositivos ortodônticos, como braquetes ortodônticos, aparelhos extra bucal, máscara facial modificada para tração reversa, jonas jig, arco binário (wilson), entre outros.

Polur e Peck (2010) escreveram um artigo editorial sobre elásticos ortodônticos intermaxilares. Eles relataram que os elásticos intermaxilares são comercializados em inúmeros códigos, como, países, animais, esportes, entre outros. Normalmente, os valores de intensidade de força dos elásticos não condizem com os informados pelo fabricante. De acordo com a breve revisão de literatura realizado pelos autores, a força ideal ortodôntica é gerada quando os elásticos são

esticados à distância de 5 vezes o diâmetro interno, contrapondo à regra empírica de 3 vezes o lúmen. De acordo com os autores, a distância clínica, normalmente, é em torno de 30 a 40mm. Por isso, eles recomendam algumas mudanças na padronização, como, a padronização da força, quando estirados à distância de 40mm; a força dos elásticos devem ser apresentados em newtons, ao invés, de gramas ou onças; as embalagens devem indicar o diâmetro interno padronizado em milímetros. E ao final recomendam, às empresas, um aplicativo para orientação dos ortodontistas sobre a utilização dos elásticos.

Proffit (2011) escreveu que o tratamento ortodôntico é baseado na teoria da pressão-tensão. Essa teoria pode ser definida como a movimentação dentária a partir de uma pressão prolongada aplicada ao dente, ocorrendo a remodelação óssea adjacentes ao dente. Quando uma força pesada é aplicada, maior será a redução no fluxo sanguíneo nas áreas comprimidas do ligamento periodontal. A força ideal deveria ser alta o bastante para estimular a atividade celular, sem obstruir completamente vasos sanguíneos no ligamento periodontal. O maior problema do uso dos elásticos ortodônticos é a absorção de água, consequentemente o decaimento da força que ocorre dentro de poucas horas após a utilização intra oral.

Saini et al. (2014), escreveram que o primeiro cirurgião-dentista a utilizar os elásticos foi Dr. Edward Maynard em 1843. Mais tarde Dr. Tucker usando a idéia de Maynard utilizou gomas de elásticos para corrigir o apinhamento mandibular. Mais tarde, Dr. Case descreveu sobre o uso dos elásticos, desde então, a utilização, dos mesmos, tornou-se rotina na ortodontia. Os elásticos podem ser usados de infinitas maneiras. De acordo com o fabricante, os elásticos, podem ser classificados de acordo com o diâmetro interno e intensidade de força. Os elásticos devem ser utilizados no máximo de tempo possível, removendo apenas durante as refeições e higienizações dentárias. Recomendam-se a troca dos elásticos, duas vezes ao dia, para manutenção da elasticidade.

2.4 MOVIMENTOS MANDIBULARES E VELOCIDADE DE FALA

Howell (1986) relacionou o espaço entre as posições dos incisivos durante a fala. Participaram dessa pesquisa 95 indivíduos de ambos os gêneros. Eles leram um pequeno texto em língua inglesa, e os movimentos foram monitorados por um dispositivo cinesiógrafo. Em média, os espaços entre incisivos foram de 4,17mm no sentido antero-posterior, de 1,61mm no sentido lateral e de 8,31mm no sentido vertical.

Nielsen et al. (1990), avaliaram movimentos mandibulares de 50 pacientes. As mensurações de movimentos mandibulares foram realizadas por meio de um cinesiógrafo. Os valores médios de movimentos nos mandibulares durante a fala foram de 14,5mm para o plano frontal e 12,9mm para o plano sagital, nos indivíduos sem disfunções temporomandibulares ou dor orofaciais.

Bianchini e Andrade (2006) pesquisaram a amplitude e frequência dos movimentos mandibulares durante a fala no idioma português estilo brasileiro. Participaram dessa pesquisa 40 adultos com idade entre 18 e 57 anos. Utilizaram eletrognatografia para registros dos movimentos mandibulares, e para expressarem a movimentação mandibular, foi utilizados figuras de fácil reconhecimento. Esse aparelho, eletrognatografia, consiste em um dispositivo fixado na face do paciente e um magneto fixado na região mandibular, de acordo com os movimentos mandibulares os sensores do dispositivo captam as variações da posição do magneto, registrando os dados clínicos dos movimentos em um computador conectado ao dispositivo. Como resultados obtidos não houve diferença significativa entre sexo ou idade. Há uma correlação entre a velocidade de abertura e fechamento mandibular. Em relação aos valores quantitativos a abertura de boca frontal foi de 11,21mm. A velocidade média de abertura mandibular foi de 88,65mm/s e a velocidade média de fechamento mandibular foi de 89,90mm/s.

Farghaly e Andrade (2008) avaliaram a eficácia de um programa fonoaudiológico para formação de locutores de rádio. Participaram 70 adultos,

divididos em dois grupos, o grupo I com alunos do curso de locutor radialista e o outro grupo II, compostos por adultos que espontaneamente se disponibilizaram a participar da pesquisa. Foram analisados objetiva da voz, perceptivo-auditiva do uso vocal e velocidade de fala na leitura. Os resultados indicaram que na análise da velocidade de fala, os grupos diferenciaram-se tanto para o número de palavras/minuto como sílaba/minuto, com redução da frequência fundamental. A velocidade média para leitura de notícia, pré-teste, foi de, 155,42 palavras/minuto para o grupo 1 e 151,14 para o grupo 2. A velocidade pós-teste foi de 164,32 palavras/minuto no grupo I e 150,47 no grupo II. Nas leituras de textos comerciais a velocidade média de palavras/minutos, pré teste, foi de 135,46 no grupo I e 132,34 no grupo II. As velocidade pós-teste foi de 141,19 no grupo I e 131,54 no grupo II.

Messsias et al. (2008), desenvolveram textos com velocidade média compatíveis com quatro idiomas europeus. Dez textos com similar grau de dificuldade, números de caracteres, número de palavras e sintaxe foram desenvolvidos, fazendo-se tradução de texto previamente padronizados em quatro idiomas: inglês, francês, finlandês e alemão. A velocidade de leitura foi medida em 25 indivíduos. A velocidade média de leitura nos textos em português foi de 1100 caracteres por minuto, na velocidade de leitura no idioma alemão foi de 1126 caracteres/minuto, finlandês de 1263, francês 1214 e inglês 1234. Os textos possuíam em média 6,37 caracteres por palavras.

5.2 PALAVRAS

Mehl et al. (2007) quantificaram os números de palavras mencionadas durante o dia por homens e mulheres. Os autores desenvolveram um método para gravação natural usando um gravador ativo eletronicamente que operava periodicamente registrando trechos de sons ambientes incluindo conversas, durante o dia a dia dos participantes. Participaram da pesquisa 396 estudantes (210

mulheres e 186 homens), durante 6 anos, das universidades dos Estados Unidos da América e México, no período entre 1998 à 2004. Em média os seres humanos falam cerca de 16000 palavras por dia, sendo que as mulheres falam em média 16215 palavras e os homens uma média de 15669, não havendo diferença significativa entre os gêneros. Os autores relatam que a limitação do estudo pode ocorrer em virtude de ser um público restrito de estudantes, e que a homogeneidade pode afetar a estimativa do uso diário de palavras.

3 PROPOSIÇÃO

O propósito desse trabalho foi:

1. Comparar as forças dos elásticos ortodônticos, após ativação inicial com a força informada pelos fabricantes nos catálogos ou embalagens.
2. Avaliar o percentual de decaimento de força dos elásticos ortodônticos intermaxilares de diferentes marcas comerciais, sob condições próximas da cavidade oral, durante o período de 24 horas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Corpo de prova – elásticos

Foram utilizados, nessa pesquisa, elásticos ortodônticos intermaxilares de látex de sete empresas comerciais (Uniden, Morelli, Orthometric, Aditek, Rocky Mountain, TP Orthodontics e GAC Dentsply), com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm); 3/16" (4,8mm); 1/4" (6,4mm) e 5/16" (7,9mm), e forças leves e médias, utilizadas entre as arcadas dentárias.

4.1.1.1 Uniden (Uniden Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil):

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 4,5oz

4.1.1.2 Morelli (Dental Morelli Ortodontia[®], Sorocaba, SP, Brasil):

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 70g
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - 130g
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 70g
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 130g

- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 70g
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 130g
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 70g
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 130g

4.1.1.3 Orthometric (Orthometric[®], Marília, SP, Brasil):

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 4,5oz
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 2,5oz
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 4,5oz

4.1.1.4 Aditek (Aditek do Brasil[®], Cravinhos, SP, Brasil)¹

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - Orange
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - Orange
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - Blue
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - Blue
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - Green
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - Green
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - Red
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - Red

4.1.1.5 Rocky Mountain (Rocky Mountain Orthodontics[®], Denver, CO, EUA)

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 2oz - Parachute
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - 3,5oz - Surfboard
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 2oz - Hang glider
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 3,5oz - Motor home

¹ Os elásticos da empresa Aditek não apresentam valores numéricos de força nas embalagens ou nos catálogos

- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 2oz - Ballon
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 3oz - Truck
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 2oz - Dirigible
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 3oz - Train

4.1.1.6 TP Orthodontics (TP Orthodontics[®], Inc., La Porte, IN, EUA)²

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 2oz - White
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 3,5oz - Red
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 4,5oz - Grey
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 3,5oz - Blue
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 4,5oz - Orange
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 3,5oz - Green
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 4,5oz - Tan

4.1.1.7 GAC Dentsply (Dentsply GAC Internacional Inc.[®], York, PA, EUA)

- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve - 1,8oz - Austrália
- 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média - 2,7oz - Alemanha
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve - 1,8oz - Holanda
- 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média - 2,7oz - México
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve - 1,8oz - China
- 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média - 2,7oz - USA
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve - 1,8oz - Canadá
- 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média - 2,7oz - Itália

4.1.2 Simulador de movimentos mandibulares

- Estrutura Metálica
- Cilindro Pneumático Jelpec 40x30 (Ningbo jiaerling pneumatic machinery co., Ltda, Xikou, Ningbo, China.)

² A empresa TP Orthodontics não comercializam elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) de intensidade de força média

- Duas placas de acrílico, cada uma contendo setenta pinos de aço inoxidável, com diâmetro 0,8mm.
- Relé temporizador RTW - CIL02-U001S (WEG equipamentos elétricos S.A., Jaraguá do Sul, SC, Brasil)
- Mini Contator WEG CW07 10E (WEG equipamentos elétricos S.A., Jaraguá do Sul, SC, Brasil)
- Válvula solenoide pneumática Jelpec 4V310-08 (Ningbo jiaerling pneumatic machinery co., ltda., Xikou, Ningbo, China.)
- Compressor de ar Schulz Mundial 1Hp 100L (Schulz S.A., Joinville, SC, Brasil)
- Controlador digital de temperatura Full Gauge Tic-17rgti (Full Gauge eletro controles ltda, São Paulo, SP, Brasil)
- Circulador de água Boyu 150L/h (Guangdong boyu group co. ltda., Raoping Guangdong, China)
- Ebulidor elétrico para aquecimento de água (Indústria de aparelhos elétricos Cherubino Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil)
- Interruptor simples 10A/250V – Blanc (Fábrica de aparelhos e materiais elétrico ltda., São Paulo, SP, Brasil)
- Mangueira de ar e água de alta pressão em borracha (Rubber fast mangueira industriais, Pirituba, SP, Brasil)
- Paquímetro digital resolução 0,01mm (Metrotools Metrologia Dimensional, São Paulo, SP, Brasil)
- Água destilada.

4.1.3 Instrumentos utilizados para mensuração da intensidade de força

- Balança digital de com capacidade de célula–carga de 500g e precisão de leitura de 0,1g modificada.
- Smartphone Iphone[®] 4 (Apple inc. 1 infinite loop, Cupertino, California. EUA)
- Aplicativo Timer+ para Iphone, versão 2.3 (Minima software llc, Seattle, WA, USA).

- Pinça odontológica angulada (Ice comercio de produtos odontológicos Ltda, Pirituba, São Paulo, Brasil)
- Computador portátil Macbook Air® (Apple inc. 1 infinite loop, Cupertino, California. EUA)
- Software Numbers® versão 3.5.3(2150) (Apple inc. 1 infinite loop, Cupertino, California. EUA)

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Corpo de prova – elásticos

Para esse trabalho foram selecionados de forma aleatória vinte elásticos de cada empresa, diâmetro interno e força, conforme metodologia de tamanho de amostra realizada. Todos os elásticos estavam em embalagens lacradas, dentro do prazo de validade, e armazenados conforme determinação do fabricante.

4.2.2 Mensuração das forças dos elásticos – Inicial

Antes do início das leituras de tensão/força dos elásticos, a balança de precisão modificada era calibrada para informar os valores com precisão (Figura 4.1). Inicialmente, cada elástico, era posicionado entre dois ganchos que estavam distanciados a três vezes o diâmetro interno, conferido por um paquímetro digital. Os ganchos apresentavam diâmetro de 0,8mm. Os elásticos foram posicionados no gancho da base na balança por meio de uma pinça angulada. Após, os elásticos foram estirados a quatro vezes o diâmetro interno. Em seguida, foram posicionados no outro gancho que estava fixo na célula de carga da balança. Imediatamente, era acionado o cronômetro regressivo de 5 segundos. Após esse tempo, o valor

expresso na balança foi transferido para uma tabela gráfica no software Numbers[®]. O procedimento foi realizado com cada elástico.

Após mensuração, os elásticos foram transportados, por meio de uma pinça angulada, ao dispositivo que simula os movimentos mandibulares.

Figura 4.1 – Balança de precisão modificada

4.2.3 Simulador de Movimentos Mandibulares

Para simular os movimentos mandibulares foi desenvolvido um dispositivo pneumático. O dispositivo funciona assim: após o acionamento do interruptor elétrico, a energia transmitida ao mini contator, acionava o relé temporizador, que a cada 0,2 segundos aciona a válvula solenoide. A válvula solenoide é composta de uma entrada de ar (que é abastecida pelo compressor de ar) e duas saídas. A primeira saída, que tem o ar contínuo, é ligada a entrada de ar superior do cilindro pneumático, consequentemente mantém o a haste do cilindro acionada (abaixada). Quando acionado o relé temporizador, a válvula solenóide muda a saída de ar, e, essa outra saída é ligada à entrada de ar inferior do cilindro pneumático, ocasionando o preenchimento de ar no interior do cilindro e consequentemente o encurtamento da haste (a haste subia) (Figura 4.2). Os movimentos de acionamento e suspensão da haste é regulada por meio de um cursor feito a partir da mangueira de borracha de alta pressão, para manter o deslocamento na distância de 11mm. Esse movimento é considerado um ciclo.

Figura 4.2 – Válvula solenoide e o cilindro pneumático

Esse dispositivo, permanecia com a base submersa em água para permanência dos elásticos embaixo d'água. A água era mantida a temperatura de 36°C com variação de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Um circulador de água foi utilizado para homogeneização da temperatura.(Figura 4.3)

Figura 4.3 – Dispositivo para simulação dos movimentos mandibulares

Retomando o teste, os elásticos, foram posicionados nos pinos paralelos que ficavam posicionados nas placas de acrílico. Uma placa estava ligada à base da

estrutura metálica do dispositivo e a outra ligada à haste do cilindro pneumático. Os pinos foram distanciados a três vezes o diâmetro interno, ou seja, 9,6mm para os elásticos 1/8" (3,2mm); 14,4mm para os elásticos 3/16" (4,8mm); 19,2mm para os elásticos 1/4" (6,4mm) e 23,7mm para os elásticos 5/16" (7,9mm). Com isso os elásticos, foram inicialmente posicionados conforme informado pelo fabricantes quando a utilização ideal de força dos elásticos.

Durante as primeiras 12 horas, os elásticos, foram submetidos a teste dinâmico e estático, e, nas outras 12 horas, somente ao teste estático, totalizando 24 horas. Na primeira etapa do teste os elásticos foram submetidos a ciclos por 10 minutos (dinâmico) e 50 minutos permaneciam estirados à distância de três vezes o diâmetro interno (estático). Isto repetiu-se por 10 horas, totalizando 100 minutos de ciclos. As outras 2 horas, para completar o período de 12 horas, os elásticos foram removidos do dispositivo, simulando o período das refeições (almoço e jantar).

Durante 30 minutos, horário da refeição vespertino (lanche da tarde), os elásticos foram removidos do dispositivo, porém, não acrescentaram no período de 12 horas do teste, pois os elásticos foram removidos da máquina e quando retornaram já participaram do teste dinâmico e mensurações, não interferindo no teste.

Em seguida do teste dinâmico, começava-se o teste estático. Após 12 horas, os elásticos retornaram ao dispositivo e permaneceram estirados à distância de três vezes o diâmetro interno por mais 12 horas. Completando o teste diário de 24 horas.

4.2.4 Mensurações das forças dos elásticos durante o teste dinâmico e estático

No total foram realizadas 14 mensurações da força/tensão gerada pelos elásticos. As mensurações aconteceram a cada hora, durante as 12 horas, e uma mensuração final após 24 horas de teste. Os valores das mensuração dos elásticos foram anotados em uma tabela eletrônica no software Numbers®.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise da força inicial dos elásticos e a sua comparação com as informações dos fabricantes utilizou-se o teste t de Student, com nível de significância de 5%.

Para verificar se as diferentes empresas e os diferentes tempos interferiram na força dos elásticos, o experimento conduziu-se em delineamento inteiramente casualizado em um esquema de parcelas subdivididas. Desta forma, os fatores estudados foram as empresas e os valores de forças, com 20 repetições. Na análise de variância, a ANOVA, foi realizado o teste F para verificar se existe diferença entre empresa e tempo. No teste Scott-Knott realizou a comparação múltipla das médias dos elástico em cada tempo. Foi utilizado o nível de significância de 5%.

Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2016).

5 RESULTADOS

Para melhor compreensão, os resultados estão apresentados em grupos e subgrupos.

5.1 COMPARAÇÃO ENTRE A INTENSIDADE DE FORÇA-EXTENSÃO INICIAL DOS ELÁSTICOS E A FORÇA INFORMADA PELO FABRICANTE

Os fabricantes informam, em seus catálogos, que a ativação de três vezes o diâmetro interno desenvolvem a força/tensão especificada. Segundo essa orientação, foram comparadas as força/tensão dos elásticos encontrada nesta pesquisa com a força expressa pelo fabricante nos catálogos ou nas embalagens.

Os elásticos da empresa Aditek não participaram dessa análise, pois não há informações numéricas sobre o valor da força nos catálogos ou nas embalagens dos elásticos. A empresa informa apenas a intensidade de força (leve ou média).

As tabelas 5.1 a 5.8 apresentam valores encontrados na pesquisa.

Tabela 5.1 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/8" (3,2mm) intensidade de força leve

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	53,05	70,00	-16,95	0,00
Morelli	62,67	70,00	-7,33	0,00
Orthometric	53,11	70,00	-14,19	0,00
Aditek	61,92	leve	-----	-----
Rocky Mountain	62,81	57,00	5,81	0,00
TP Orthodontics	55,90	57,00	-1,10	0,00
GAC Dentsply	64,47	51,00	13,47	0,00

Tabela 5.2 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/8" (3,2mm) intensidade de força média

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	104,64	127,00	-22,36	0,00
Morelli	117,22	130,00	-12,78	0,00
Orthometric	90,28	127,00	-36,72	0,00
Aditek	103,29	média	-----	-----
Rocky Mountain	110,28	99,00	11,28	0,00
TP Orthodontics	não comercializam com essa intensidade de força			
GAC Dentsply	97,53	76,00	21,53	0,00

Tabela 5.3 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 3/16" (4,8mm) intensidade de força leve

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	60,55	70,00	-9,45	0,00
Morelli	67,65	70,00	-2,35	0,27
Orthometric	73,81	70,00	3,81	0,00
Aditek	58,51	leve	-----	-----
Rocky Mountain	74,31	57,00	17,31	0,00
TP Orthodontics	83,67	99,00	-15,33	0,00
GAC Dentsply	74,79	51,00	23,79	0,00

Tabela 5.4 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 3/16" (4,8mm) intensidade de força média

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	79,40	127,00	-47,60	0,00
Morelli	97,67	130,00	-32,33	0,00
Orthometric	103,73	127,00	-23,27	0,00
Aditek	89,12	média	-----	-----
Rocky Mountain	95,45	85,00	10,45	0,00
TP Orthodontics	93,27	127,00	-33,73	0,00
GAC Dentsply	72,87	76,00	-3,13	0,11

Tabela 5.5 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/4" (6,4mm) intensidade de força leve

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	63,44	70,00	-6,56	0,00
Morelli	66,52	70,00	-3,48	0,00
Orthometric	67,30	70,00	-2,70	0,19
Aditek	60,38	leve	-----	-----
Rocky Mountain	81,43	56,00	25,43	0,00
TP Orthodontics	87,14	99,00	-11,86	0,00
GAC Dentsply	76,15	51,00	25,15	0,00

Tabela 5.6 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 1/4" (6,4mm) intensidade de força média

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	103,23	127,00	-23,77	0,00
Morelli	109,38	130,00	-20,62	0,00
Orthometric	101,10	127,00	-25,90	0,00
Aditek	102,25	média	-----	-----
Rocky Mountain	97,65	85,00	12,65	0,00
TP Orthodontics	103,68	127,00	-23,32	0,00
GAC Dentsply	86,62	76,00	10,62	0,00

Tabela 5.7 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 5/16" (7,9mm) intensidade de força leve

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	70,49	70,00	0,49	0,26
Morelli	62,85	70,00	-7,15	0,00
Orthometric	63,27	70,00	-6,73	0,00
Aditek	55,30	leve	-----	-----
Rocky Mountain	67,22	56,00	11,22	0,00
TP Orthodontics	79,54	99,00	-19,46	0,00
GAC Dentsply	75,85	51,00	24,85	0,00

Tabela 5.8 - Média de força-extensão inicial, intensidade de força informada pelo fabricante, diferença entre as forças e resultado do teste t de Student das empresas comerciais na medida 5/16" (7,9mm) intensidade de força média

	Média de força (g)	Força fabricante (g)	Diferença entre as forças (g)	p-value
Uniden	92,15	127,00	-34,85	0,00
Morelli	115,13	130,00	-14,87	0,00
Orthometric	91,36	127,00	-35,64	0,00
Aditek	99,02	média	-----	-----
Rocky Mountain	91,61	85,00	6,61	0,00
TP Orthodontics	74,50	127,00	-52,50	0,00
GAC Dentsply	76,88	76,00	0,88	0,40

Os resultados mostram que a maioria dos elásticos apresentam-se com diferenças entre as intensidades de força-tensão iniciais mensurada e a intensidade de força informada pelo fabricante, exceto para os elásticos:

- Morelli 4,8mm (3/16") com intensidade de força leve;
- GAC Dentsply 4,8mm (3/16") com intensidade de força média;
- Orthometric 6,4mm (1/4") com intensidade de força leve;
- Uniden 7,94mm (5/16") com intensidade de força leve.
- GAC Dentsply 7,94mm (5/16") com intensidade de força média

Tabela 5.9 – Média de força-extensão inicial, média de intensidade de força informada pelo fabricante, diferenças e percentual entre as forças dos elásticos das empresas comerciais

	Média das força (g)	Média da força fabricante (g)	Diferença entre médias (g)	% de força entre fabricante e valores encontrados
Uniden	78,37	98,50	-20,13	-20,44%
Morelli	87,39	100,00	-12,61	-12,61%
Orthometric	80,50	98,16	-17,67	-18,00%
Aditek	78,72	-----	-----	-----
Rocky Mountain	85,10	72,50	+12,60	+17,37%
TP Orthodontics	82,53	105,00	-22,47	-21,40%
GAC Dentsply	78,15	63,50	+14,65	+23,06%

Na tabela 5.9, observou-se que os elásticos da empresa Morelli são os que apresentaram os valores mais próximos ao informado pelo fabricante, 12,61%, embora as forças estejam sempre abaixo do preconizado em todas as medidas. Os elásticos da empresa TP Orthodontics foram os que apresentaram com maiores valores negativos, entre as forças encontradas nessa pesquisa e a força informada pelo fabricante, a diferença média, foi de 22,47g, ou seja, 21,40% menor ao informado pelo fabricante. A segunda empresa com maior discrepância média negativa foram os elásticos da empresa Uniden, com 20,13g, ou seja, 20,44% menor do valor informado pelo fabricante.

Os elásticos das empresas GAC Dentsply e Rocky Mountain apresentaram forças maiores do que a informada pelos fabricantes. A empresa GAC Dentsply apresentaram média de 14,65g a mais de força, ou seja, 23,06%. Seguido da empresa Rocky Mountain com 12,60g, ou seja, 17,37% a mais do que o informado.

Os elásticos da empresa Orthometric apresentaram maiores oscilações entre as discrepâncias de valores encontrados nos elásticos com a intensidade de força informada pelo fabricante. Os elásticos com intensidade de força leve apresentaram valores mais próximos ao padrões e os elásticos com intensidade de força média, apresentaram maiores discrepância nos valores. Os elásticos da empresa Orthometric apresentam valores menores ao informado pelo fabricante, a média de diferença entre a força encontrada e a força padrão foi de 17,67g, ou seja, 18%.

5.2 ANÁLISE DO DECAIMENTO DAS FORÇAS DOS ELÁSTICOS ORTODÔNTICOS INTERMAXILARES.

Os dados foram subdivididos para melhor compreensão.

5.2.1 Elástico 1/8" (3,2mm) com intensidade de força leve

Os elásticos apresentaram ruptura durante o teste, com exceção de apenas um elástico da marca Aditek, que permaneceu durante todo o teste.

Gráfico 5.1 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

No gráfico 5.1, observou-se que a perda de força dos elásticos ocorreram na primeira hora do teste. Os elásticos com menores percentuais de decaimento de força foram os elásticos da empresa Morelli. Observa-se também que em vários momentos tempos, houve um aumento do percentual de força dos elásticos. Isso, deve-se ao momento de rompimento dos elásticos.

Gráfico 5.2 – Quantidade de elásticos 1/8" (3,2mm) de intensidade de força leve das empresas comerciais, nos ciclos de movimentos mandibulares

Os elásticos romperam apenas durante os testes dinâmicos, ou seja, quando foi acionado o ciclo. No gráfico 5.2, observa-se que os elásticos da empresa GAC Dentsply foram os primeiros elásticos a não suportarem o teste. No primeiro ciclo, ocorreu o rompimento de 7 elásticos e, no segundo ciclo, os outros 13 elásticos não suportaram os movimentos do dispositivo pneumático. Os elásticos da empresa Rocky Mountain sofreram rompimento de 8 elásticos no primeiro ciclo, e de mais 10 elásticos no segundo ciclo. No terceiro ciclo houve o rompimento de mais um elástico, com isso permaneceu apenas um elástico, que, não suportou o quarto ciclo.

Os elásticos da empresa TP Orthodontics permaneceram no teste durante 8 horas. O rompimento dos primeiros elásticos aconteceram no segundo ciclo (7 elásticos), no terceiro ciclo, mais 4 elásticos não suportaram o teste, no 5º ciclo, houve mais 3 elásticos romperam, nos ciclos seguintes, 5, 6 e 7, mais 4 elásticos romperam-se, sobrando apenas 2 elásticos que acabaram não suportando o 8º ciclo.

Os elásticos das empresas Aditek, Orthometric e Uniden, apresentaram desempenho semelhante ao da empresa TP Orthodontics. O rompimento dos elásticos ocorreram no segundo ciclo, romperam 8 elásticos da empresa Aditek, 6 elásticos da empresa Orthometric, e 2 elásticos da empresa Uniden. Após o 3º ciclo, apenas 5 elásticos da empresa Aditek, permaneceram no teste, na empresa Uniden, 9 elásticos permaneceram no teste e na marca Orthometric, 8 elásticos

permaneceram. Em seguida, mantiveram uma constante de elástico. No 9º ciclo, os últimos elásticos das empresas Orthometric e Uniden, romperam, sobrevivendo apenas 1 elástico da marca Aditek que permaneceu durante as 24 horas do teste.

Os elásticos com melhores desempenhos foram os elásticos da empresa Morelli. A primeira baixa nos elásticos aconteceram após o 3º ciclo, ou seja, permaneceram por 30 minutos de movimentos mandibulares de fala. No 5º ciclo, mais da metade, ou seja, 11 elásticos romperam. No 8º ciclo, apenas 1 elástico da empresa participava do teste, porém, não resistiu ao 9º ciclo.

5.2.2 Elástico 1/8" (3,2mm) com intensidade de força média

A empresa TP Orthodontics não possui, conseqüentemente, não comercializa, os elásticos 1/8" (3,2mm) de intensidade de força média, portanto não participaram desse teste. Todos os elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) de intensidade de força média apresentaram desempenhos inferiores aos elásticos de mesmo diâmetro com intensidade de força leve. Todos os elásticos romperam durante os testes.

Gráfico 5.3 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

No gráfico 5.3, observa-se que houve uma perda significativa nas primeiras 3 horas de teste. O comportamento do decaimento das forças dos elásticos ortodônticos, 1/8" (3,2mm) força média, são semelhantes entre as marcas comerciais, com exceção dos elásticos da empresa Rocky Mountain, que apresentaram grande decaimento das forças, a cada tempo.

Gráfico 5.4 – Quantidade de elásticos 1/8" (3,2mm) de intensidade de força média das empresas comerciais, nos ciclos de movimentos mandibulares

No gráfico 5.4, observou-se que alguns elásticos das empresas Aditek, GAC Dentsply e Uniden romperam no 1º ciclo. No segundo ciclo, 9 elásticos da empresa GAC Dentsply, não suportaram os testes cíclicos. Neste mesmo ciclo, as empresas Morelli, Orthometric, Rocky Mountain apresentaram as primeiras rupturas, romperam 3 elásticos de cada empresa.

No 3º ciclo, o pior desempenho ocorreu com os elásticos da empresa Rocky Mountain, 15 elásticos romperam, ou seja, permanecendo apenas 2 elásticos que não suportaram o 4º ciclo. Neste mesmo ciclo (3º), as empresas Aditek, GAC Dentsply, Morelli, Orthometric, Uniden, participaram do teste, com apenas, 8, 4, 14, 13 e 13 elásticos, respectivamente.

No 5º ciclo, todos os elásticos da empresa GAC Dentsply romperam, e as outras empresas, Morelli, Aditek, Orthometric e Uniden permaneceram com apenas 1 elástico. No ciclo seguinte todos os últimos elásticos romperam.

5.2.3 Elástico 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

Gráfico 5.5 - Percentual de decaimento de força dos elásticos de diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve, no período de 24 das marcas comerciais testadas

Após a análise do gráfico 5.5, observou-se que ocorreram decaimentos significativas das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água, absorvidas pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo e observou-se que apresentavam a mesma intensidade de força dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos que apresentaram os maiores percentuais de decaimentos das forças foram os elásticos das empresas TP Orthodontics, seguido por Rocky Mountain, Orthometric, GAC Dentsply, Uniden, Aditek. Os elásticos que apresentaram os menores decaimentos de forças foram da empresa Morelli.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 3/16" (4,8mm) de intensidade de força leve

5.2.3.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.6 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.6 observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 7 e 10. Nos intervalos entre 3-6, 7-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 60,55g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 48,98g, ou seja, o decaimento médio de força foi de 11,57g (17,46%).

5.2.3.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.7 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.7, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 4 e 10. Nos intervalos entre 1-3, 4-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 67,65g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 55,98g, ou seja, o decaimento médio foi de 11,67g (17,25%)

5.2.3.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.8 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.8, observou-se que as cores representam as diferenças

significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 4 e 10. Nos intervalos entre 4-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 73,91g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 58,19g, ou seja, o decaimento médio foi de 15,72g (21,17%)

5.2.3.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.9 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.9, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 8 e 10. Nos intervalos entre 3-7, 8-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 58,51g e, ao final do teste a força média remanescentes foi de 47,68g, ou seja, o decaimento médio foi de 10,83g (18,51%)

5.2.3.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.10 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.10, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 4, 9 e 11. Nos intervalos entre 4-8, 9-10 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 74,31g e, ao final do teste a força média remanescentes foi de 58,52g, ou seja, o decaimento médio foi de 15,79g (21,25%)

5.2.3.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.11 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.11, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 4, 8 e 10. Nos intervalos entre 4-7, 8-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 83,67g e, ao final do teste a força média remanescentes foi de 65,09g, ou seja, o decaimento médio foi de 18,58g (22,15%)

5.2.3.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.12 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.12, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 4, 6 e 10. Nos intervalos entre 2-3, 6-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 74,79g e, ao final do teste a força média remanescentes foi de 60,14g, ou seja, o decaimento médio foi de 14,65g (19,59%)

5.2.4 Elástico 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

Gráfico 5.13 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

Analisando o gráfico 5.13, observou-se que ocorreram decaimentos significativas das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água, absorvidas pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo, e, foi observado que apresentavam, a mesma intensidade de forças dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos que apresentaram maiores percentuais de decaimentos de forças foram os elásticos das empresas TP Orthodontics, seguido por Orthometric, Aditek,

Rocky Mountain, GAC Dentsply e Morelli. Os elásticos que apresentaram os menores decaimentos de forças foram da empresa Uniden.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 3/16" (4,8mm) de intensidade de força média

5.2.4.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.14 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.14, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 7 e 10. Nos intervalos entre 3-6, 7-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 79,40g, e ao final do teste, a força média remanescente foi de 63,87g, ou seja, o decaimento médio foi de 15,53g (19,55%)

5.2.4.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.15 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.15, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 6, 7 e 10. Nos intervalos entre 2-4, 7-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 97,67g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 75,75g, ou seja, o decaimento médio foi de 21,92g (22,45%)

5.2.4.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.16 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.16, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 6, 8, 9 e 10. Nos intervalos entre 3-4, 6-7 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 103,73g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 76,07g, ou seja, o decaimento médio foi de 27,66g (26,67%)

5.2.4.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.17 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.17, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 6, 8, 10 e 11. Nos intervalos entre 3-4, 6-7, 8-9 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 89,12g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 68,41g, ou seja, o decaimento médio foi de 20,71g (23,24%).

5.2.4.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.18 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.18, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 6, 8, 9 e 11. Nos intervalos entre 3-4, 6-7, 9-10 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 95,45g e, ao final do teste a força média, remanescente foi de 73,53g, ou seja, o decaimento médio foi de 21,92g (22,97%)

5.2.4.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.19 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.19, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 e 11. Nos intervalos entre 3-4, 6-7 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 93,27g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 65,69g, ou seja, o decaimento médio foi de 27,58g (29,60%)

5.2.4.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.20 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 3/16" (4,8mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.20, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 8 e 10. Nos intervalos entre 3-7, 8-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 72,87g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 56,48g, ou seja, o decaimento médio foi de 16,39g (22,49%).

5.2.5 Elástico 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

Gráfico 5.21 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

Analisando o gráfico 5.21, observou-se que ocorreram decaimentos significativas das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água, absorvidas pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo, e, foi observado que apresentavam, a mesma intensidades de forças dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos que apresentaram maiores percentuais de decaimentos de forças foram os elásticos das empresas Orthometric, seguido por Aditek, TP Orthodontics, Morelli, Rocky Mountain e GAC Dentsply. Os elásticos que apresentaram os menores decaimentos de forças foram da empresa Uniden.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 1/4" (6,4mm) de intensidade de força leve.

5.2.5.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.22 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.22, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2 e 3. Nos intervalos entre 1-2 e 3-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial, dos elásticos foi de 63,44g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 52,52g, ou seja, o decaimento médio foi de 10,92g (17,21%).

5.2.5.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.23 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.23, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, e 24. No intervalo entre 3-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 66,52g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 52,47g, ou seja, o decaimento médio foi de 14,05g (21,13%).

5.2.5.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.24 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.24, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 11 e 24. No intervalo entre 3-10, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 67,30g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 50,71g, ou seja, o decaimento médio foi de 16,59g (24,66%).

5.2.5.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.25 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.25, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 7 e 11. Nos intervalos entre 1-2, 3-6, 7-10 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 60,38g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 46,72g, ou seja, o decaimento médio foi de 13,66g (22,63%).

5.2.5.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.26 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.26, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3 e 11. Nos intervalos entre 3-10 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 81,43g e, ao final do teste a força, média remanescente foi de 65,09g, ou seja, o decaimento médio foi de 16,34g (20,07%).

5.2.5.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.27 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.27, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 7, 9 e 11. Nos intervalos entre 3-6, 7-8, 9-10 e 11-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 87,14g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 67,81g, ou seja, o decaimento médio foi de 19,33g (22,19%).

5.2.5.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.28 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.28, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 0, 1, 2, 3 e 8. Nos intervalos entre 3-7 e 8-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 76,15g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 61,34g, ou seja, o decaimento médio foi de 14,81g (19,44%).

5.2.6 Elástico 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

Gráfico 5.29 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

Analisando o gráfico 5.29, observou-se que ocorreram decaimentos significativos das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água, absorvidas pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo, e, foi observado que apresentaram a mesma intensidade de forças dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos da empresa Uniden, apresentaram desempenhos superiores em relação aos elásticos das outras empresas, ou seja, apresentaram menores valores de decaimento de força. A segunda empresa que apresentou menor decaimento de força dos elásticos foi a empresa Morelli, seguido por Rocky Mountain, Orthometric,

Aditek, TP Orthodontics e GAC Dentsply.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 1/4" (6,4mm) de intensidade de força média”.

5.2.6.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.30 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.30, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 0, 1 e 6. Nos intervalos entre 1-4 e 6-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 103,23g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 91,77g, ou seja, o decaimento médio foi de 11,46g (11,11%).

5.2.6.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.31 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.31, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 0, 1, 2, 3 e 10. Nos intervalos entre 3-9 e 10-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 109,38g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 86,69g, ou seja, o decaimento médio foi de 22,69g (20,74%).

5.2.6.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.32 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.32, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 8 e 9. Nos intervalos entre 4-7 e 9-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 101,10g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 79,18g, ou seja, o decaimento médio foi de 21,92g (21,67%).

5.2.6.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.33 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.33, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 3, 6, 9 e 24. Nos intervalos entre 3-4, 6-8 e 9-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 102,25g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 79,42g, ou seja, o decaimento médio foi de 22,83g (22,32%).

5.2.6.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.34 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.34, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3 e 7. Nos intervalos entre 3-6 e 7-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 97,65g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 76,98g, ou seja, o decaimento médio foi de 20,67g (21,17%).

5.2.6.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.35 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.35, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 4, 7, 11 e 24. Nos intervalos entre 2-3, 4-6 e 7-10, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 103,68g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 79,07g, ou seja, o decaimento médio foi de 24,61g (23,74%).

5.2.6.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.36 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 1/4" (6,4mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.36, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 2, 6 e 9. Nos intervalos entre 2-4, 6-8 e 9-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 86,62g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 65,82g, ou seja, o decaimento médio foi de 20,80g (23,74%).

5.2.7 Elástico 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

Gráfico 5.37 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) e intensidade de força leve, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

Analisando o gráfico 5.37, observou-se que ocorreram decaimentos significativas das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água, absorvida pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo, e, foi observado que apresentavam a mesma intensidade de forças dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos da empresa Uniden, apresentaram desempenhos superiores em relação aos elásticos das outras empresas, ou seja, apresentaram menores valores

de decaimento de força. A segunda empresa que apresentou menor decaimento de força dos elásticos foi a empresa GAC Dentsply, Aditek, Morelli, Rocky Mountain, Orthometric e TP Orthodontics.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 5/16" (7,9mm) de intensidade de força leve”.

5.2.7.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.38 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.38, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1 e 8. Nos intervalos entre 1-7 e 8-24, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 70,49g e, ao final do teste a força média, remanescente foi de 64,17g, ou seja, o decaimento médio foi de 6,32g (8,96%).

5.2.7.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.39 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.39, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 8 e 24. Nos intervalos entre 1-7 e 8-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 62,85g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 52,38g, ou seja, o decaimento médio foi de 10,47g (16,66%).

5.2.7.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.40 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.40, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 8 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 3-4 e 8-11, as forças são semelhantes estatisticamente. No tempo 6 a força apresenta-se estatisticamente semelhante ao intervalo de 1-2 e o tempo 7 apresenta-se semelhança estatisticamente com os tempos 3-4. A média de força inicial dos elásticos foi de 63,27g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 51,38g, ou seja, o decaimento médio foi de 11,89g (18,79%).

5.2.7.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.41 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.41, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4 e 9. Nos intervalos entre 1-3, 6-7 e 9-24, as forças são semelhantes estatisticamente. No tempo 4 a força foi estatisticamente semelhante ao tempo de 8. Os intervalos de 1-3 e 6-7 apresentam-se semelhança estatisticamente de força com o tempo. A média de força inicial dos elásticos foi de 55,30g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 46,11g, ou seja, o decaimento médio foi de 9,19g (16,63%).

5.2.7.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.42 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.42, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 4 e 24. Nos intervalos entre 1-3 e 7-11, as forças são semelhantes estatisticamente. No tempo 4, a força foi estatisticamente semelhante ao intervalo entre 7-11 e no tempo 6 a força apresenta estatisticamente semelhante ao intervalo de 1-3. A média de força inicial dos elásticos foi de 67,22g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 54,86g, ou seja, o decaimento médio foi de 12,36g (18,39%).

5.2.7.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.43 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.43, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 8 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 3-7 e 8-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 79,54g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 64,58g, ou seja, o decaimento médio foi de 14,96g (18,81%).

5.2.7.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.44 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força leve

No gráfico 5.44, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 7-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. No tempo 3 e 6 a força é semelhante estatisticamente, mesmo acontecimento com o tempo 4 e o intervalo de 7-9. A média de força inicial dos elásticos, foi de 75,85g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 63,85g, ou seja, o decaimento médio foi de 12,00g (15,87%).

5.2.8 Elástico 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

Gráfico 5.45 - Percentual de decaimento de força dos elásticos com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) e intensidade de força média, no período de 24 horas das empresas comerciais testadas

Analisando o gráfico 5.45, observou-se que ocorreram decaimentos

significativas das forças dos elásticos, na primeira hora do teste, nos tempos seguintes, ocorre um decaimento de força de menor intensidade. Nos tempos 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo aos períodos das refeições, no qual, os elásticos foram removidos do dispositivo e consequentemente houve a evaporação da água absorvida pelos elásticos durante o teste. Em seguida, os elásticos retornavam ao dispositivo, e, foi observado que apresentaram a mesma intensidade de força dos valores encontrados anteriormente às remoções.

Os elásticos da empresa Uniden, apresentaram desempenhos superiores em relação aos elásticos das outras empresas, ou seja, apresentaram menores valores de decaimento de força. A segunda empresa que apresentou menor decaimento de força dos elásticos foi a empresa Rocky Mountain, Morelli, GAC Dentsply, Aditek, Orthometric e TP Orthodontics.

A seguir, apresentamos maiores detalhes de cada empresa para os elásticos 5/16" (7,9mm) de intensidade de força média”.

5.2.8.1 Elásticos da empresa Uniden

Gráfico 5.46 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Uniden com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.46, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3 e 24. Nos intervalos entre 1-2, e 3-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força

inicial dos elásticos foi de 92,15g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 83,37g, ou seja, o decaimento médio foi de 8,78g (9,53%).

5.2.8.2 Elásticos da empresa Morelli

Gráfico 5.47 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Morelli com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.47, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 8, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-7, 8-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 115,13g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 95,96g, ou seja, o decaimento médio foi de 19,17g (16,65%).

5.2.8.3 Elásticos da empresa Orthometric

Gráfico 5.48 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Orthometric com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.48, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 8, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-7, 8-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 91,36g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 75,43g, ou seja, o decaimento médio foi de 15,93g (17,43%).

5.2.8.4 Elásticos da empresa Aditek

Gráfico 5.49 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Aditek com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.49, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 99,02g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 81,99g, ou seja, o decaimento médio foi de 17,03g (17,20%).

5.2.8.5 Elásticos da empresa Rocky Mountain

Gráfico 5.50 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa Rocky Mountain com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.50, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 8, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-7, 8-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 91,61g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 77,69g, ou seja, o decaimento médio foi de 13,92g (15,19%).

5.2.8.6 Elásticos da empresa TP Orthodontics

Gráfico 5.51 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa TP Orthodontics com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.51, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 8, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-7, 8-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 74,50g e, ao final do teste a força média remanescentes foi de 60,64g, ou seja, o decaimento médio foi de 13,86g (18,61%).

5.2.8.7 Elásticos da empresa GAC Dentsply

Gráfico 5.52 - Média de força em cada momento de tempo, durante 24 horas da empresa GAC Dentsply com diâmetro interno de 5/16" (7,9mm) com intensidade de força média

No gráfico 5.52, observou-se que as cores representam as diferenças significativas das forças, em cada momento do teste. Nos intervalos, 5 e 12, ocorreram aumentos significativos nas forças, correspondendo ao tempo das refeições. As perdas significativas acontecem nos tempos 1, 3, 4, 7, 10 e 24. Nos intervalos entre 1-2, 4-6, 7-9 e 10-11, as forças são semelhantes estatisticamente. A média de força inicial dos elásticos foi de 76,88g e, ao final do teste a força média remanescente foi de 63,74g, ou seja, o decaimento médio foi de 13,14g (17,09%).

6 DISCUSSÃO

Embora haja incertezas sobre o primeiro cirurgião-dentista a utilizar os elásticos intermaxilares para correções dentárias (Case, 1904; Angle, 1907), o uso inicialmente de látex, na biomecânica ortodôntica, foi de grande auxílio para avanço da especialidade, principalmente por causa de sua grande versatilidade (Angle, 1907; Cabrera et al., 2005; Gioka et al., 2006; Lariato et al., 2006; Nanda, 2007; Alexandre et al., 2008; Rahpeyma; Khajehahmadi, 2014; Saini et al., 2014).

Entre as características dos elásticos, a mais importante é a transmissão de força entre os pontos de apoio, que resultam em movimentações dentárias. Outros fatores são a flexibilidade, que não causa limitações aos movimentos mandibulares; o baixo custo financeiro, sendo de fácil acesso a todos os profissionais e pacientes; higiênicos e de fácil manipulação pelo paciente (Bishara; Andreasen, 1970; Wong, 1976; Lariato et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Lin et al., 2013).

O elástico ortodôntico, como todo polímero, apresenta certas limitações e deteriorações. Essas deteriorações podem ser térmica, mecânica, fotolítica, radiante e oxidante (Bernardo-Gusmão, 1990; De-Paoli, 2009). A utilização intermaxilar dos elásticos ortodônticos expõem estes vários fatores de deterioração, consequentemente ao decaimento da força e insucesso na biomecânica (Bishara; Andreasen, 1970; Kanchana; Godfrey, 2000; Hwang; Cha, 2003; Beattie; Monaghan, 2004; Gioka et al., 2006; Lariato et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Moris et al., 2009; Fernandes et al., 2011; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013).

Os elásticos, sendo um importante dispositivo de auxílio para a biomecânica ortodôntica, vêm instigando pesquisadores na busca de melhor compreensão do seu comportamento, a fim de aperfeiçoar as suas práticas clínicas (Bishara; Andreasen, 1970; Wong, 1976; Bales et al., 1977; Bertl; Droschl, 1986; Liu et al., 1993; Kanachana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Cabrera et al., 2003; Hwang; Cha, 2003; Kersey et al., 2003; Beattie; Monaghan, 2004; Gioka et al., 2006; Wang et al., 2007; Alexandre et al., 2008; Moris et al., 2009; Aljhani; Aldress, 2010; Fernandes et al., 2011; López et al., 2012; Santos et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013; Lin et al., 2013; Pithon et al., 2013; Kamisetty et al., 2014; Rahpeyma; Khajehahmadi, 2014).

Entre os expressivos números de pesquisas realizadas com elásticos

intermaxilares, diversas metodologias foram utilizadas, sempre envolvendo os motivos de degradação dos elásticos. Em relação a degradação de força, a maior parte dos artigos baseiam-se em teste estáticos, ou seja, com os elásticos posicionados em uma distância fixa (Bishara; Andreasen, 1970; Bales et al., 1977; Bertl; Droschl, 1986; Kanchana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Cabrera et al., 2003; Hwang; Cha, 2003; Gioka et al., 2006; Aljhani; Aldress, 2010; Fernandes et al., 2011; López et al., 2012; Santos et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013; Lin et al., 2013; Kamisetty et al., 2014). Porém, outros autores, analisaram os elásticos intermaxilares, *in vitro*, sob condições dinâmicas, levando em consideração os movimentos mandibulares durante abertura máxima de boca, situações clínicas, deglutição, entre outros (Liu et al., 1993; Kersey et al., 2003; Moris et al., 2009; Aljhani; Aldress, 2010; Lin et al., 2013). Outro, ainda, analisaram *in vivo* (Wang et al., 2007; Alexandre et al., 2008). Independente do teste ser estático ou dinâmico, os elásticos, foram estirados de várias maneiras, como, de acordo com a distância média de utilização clínica (Bishara; Andreasen, 1970; Liu et al., 1993; Hwang; Cha, 2003; Kersey et al., 2003; Wang et al., 2007; Alexandre et al., 2008; Moris et al., 2009; Fernandes et al., 2011; Santos et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Leão Filho et al., 2013; Rahpeyman; Khajehahmadi, 2014), de acordo com o diâmetro interno (Bertl; Droschl, 1986; Kanchana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Hwang; Cha, 2003; Kersey et al., 2003; López et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Lin et al., 2013; Kamisetty et al., 2014), conforme a intensidade de força (Cabrera et al., 2003; Gioka et al., 2006), ou pela distância máxima de abertura bucal (Aljhani; Aldress, 2010; Lin et al., 2013).

Na presente pesquisa, ainda que tenha sido realizada *in vitro*, ela aproximou-se da realidade clínica do uso de elásticos intermaxilares. A metodologia utilizada baseou-se, nos movimentos mandibulares durante a fala, fator de degradação, presente no dia a dia dos pacientes. Na metodologia, utilizou-se a distância de 11mm, essa medida é considerada o deslocamento médio anterior da mandíbula, no sentido vertical, quando falamos (Howell, 1986; Nielsen et al., 1990; Bianchini et al., 2006), e em uma velocidade de 88,5mm/s segundo Bianchini et al. (2006). Em relação ao tempo de 100 minutos de teste dinâmico, considerou-se que se fala em média, 16 mil palavras por dia (Mehl et al., 2007), e em uma velocidade de 165,85 palavras por minuto, considerando a média dos resultados dos trabalhos de Farghaly e Andrade(2008) e Messias et al.(2008).

Os elásticos, inicialmente, foram estirados em três vezes o diâmetro interno, que é a distância informada pelo fabricante e pela ABNT (International Organization for Standardization, 2007). Essa distância é considerada a ideal para as atividades orais, não sobrecarregando as estruturas químico/físicas dos elásticos, caso seja necessário movimentos mandibulares. Em virtude dessa preocupação, as empresas possuem inúmeros tamanhos e intensidade de força, para que o cirurgião-dentista possa escolher os elásticos conforme a distância de fixação e intensidade de força utilizada na biomecânica.

Segundo Proffit (2011) e Ren et al. (2003), a força ideal para movimentação dentária é a força capaz de estimular as atividades celulares, sem obstruir completamente os vasos sanguíneos no ligamento periodontal. Por isso os elásticos com intensidades de forças leves e médias são os elásticos mais utilizados na prática clínica, consequentemente os elásticos de eleição nessa pesquisa.

Com relação aos meios de degradação, Wong (1976) afirmou que o resultado da degradação depende do local do teste. Inúmeros autores correlacionam a degradação utilizando ambiente seco (Bishara; Andreasen, 1970; Bales et al., 1977; Kanchana; Godfrey, 2000; Hwang; Cha, 2003; Gioka et al., 2006; Fernandes et al., 2011) ou úmido, sendo que para o ambiente úmido encontramos pesquisas utilizando água destilada (Liu et al., 1993; Kanchana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Cabrera et al., 2003; Kersey et al., 2003; Aljhani; Aldress, 2010; Fernandes et al., 2011; López et al., 2012; Pithon et al., 2013; Rahpeyma; Khajehahmadi, 2014), saliva artificial (Bertl; Droschl, 1986; Hwang; Cha, 2003; Wang et al., 2007; Moris et al., 2009; Santos et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Lin et al., 2013; Kamisetty et al., 2014) ou outros tipos de alimentos e bebidas (Leão Filho et al., 2013). Durante a presente pesquisa foi utilizada água destilada, que de acordo com Leão Filho et al. (2013), o tipo de ambiente úmido não influencia no resultado, e ainda, a água apresenta menor viscosidade em relação à saliva artificial, ocasionando a preservação constante da temperatura, e de acordo com alguns autores (Bernardo-Gusmão, 1990; Wong, 1976; Anusavice et al., 2005) a temperatura é um fator de degradação.

Na literatura, a maioria dos trabalhos baseou-se na temperatura de 37°C (Bishara; Andreasen, 1970; Bertl; Droschl, 1986; Hwang; Cha, 2003; Beattie; Monaghan, 2004; Wang et al., 2007; Moris et al., 2009; López et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Lin et al., 2013; Kamisetty et al., 2014; Rahpeyma; Khajehahmadi,

2014). A temperatura mantida nessa pesquisa foi, em média, de 36°C variando entre $\pm 0,5^\circ\text{C}$, considerada a temperatura média corporal. Outro fator bucal que poderia influenciar nos teste era o pH (Gioka et al., 2006; Alexandre et al., 2008; Fernandes et al., 2011; López et al., 2012; Leão Filho et al., 2013; Kamisetty et al., 2014), porém, no estudo de Santos et al.(2012), os elásticos não apresentaram diferença significativa em vários níveis de pH, diante disso, não foi levado em consideração no trabalho a manutenção constante do pH.

Os elásticos, por serem polímeros elastômeros, quando são estirados ocorre uma reestruturação nas cadeias poliméricas do material (Anusavice et al., 2005). Por esse motivo, nesta pesquisa foi utilizado o valor expresso na balança após o tempo de 5 segundos. Outras autores (Hwang; Cha, 2003; López et al., 2012), também utilizaram essa metodologia.

No início da pesquisa, observou-se uma falta de padronização nos valores apresentados nas embalagens. As embalagens dos elásticos apresentaram um padrão de unidade de medida diferente, dependendo do fabricante. A empresa Morelli apresenta a unidade de força em gramas. As empresas Uniden, Orthometric, Rocky Mountain e GAC informam em padrão americano, onças. A empresa Aditek não informa os valores numéricos, apenas a intensidade de força (leve, médio e pesado) tanto nas embalagens, como nos catálogos, e a empresa TP Orthodontics exibe apenas um nome símbolo da marca, tendo o profissional que procurar no catálogo o valor correspondente àquele símbolo, dificultando o dia a dia clínico. Polur e Peck (2010), também relatam a falta de padronização nas embalagens. Salientaram que a unidade de força deveria ser expressa em Newtons, pois é unidade padrão de força, e o diâmetro ser informado em milímetros (unidade de comprimento). Em relação ao diâmetro, as empresas Morelli, Aditek e Rocky Mountain apresentaram as medidas em polegadas, e as outras empresas (Uniden, Orthometric, TP Orthodontics e GAC Dentsply) apresentam em polegadas e milímetros, facilitando o entendimento clínico.

Conforme resolução da Associação Brasileira de Normas Técnicas e o modo de utilização dos elásticos, segundo os fabricantes, para que os elásticos intermaxilares apresentem a intensidade força inicial, eles devem ser estirados, primeiramente, a quatro vezes o diâmetro interno, para alinhamento e reorganizações das estruturas físico/químicas dos polímeros. Embora, nessa pesquisa, tenha sido realizado esse estiramento inicial, antes da mensuração da

força, a maioria dos elásticos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre a força de extensão inicial e a informada pelo fabricante. Resultados semelhantes encontram-se na literatura (Bales et al., 1977; Kanchana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Hwang; Cha, 2003; Kersey et al., 2003; Gioka et al., 2006; López et al., 2012; Gangurde et al., 2013; Lin et al., 2013).

Nessa pesquisa, as empresas Uniden, Morelli, Orthometric e Tp Orthodontics, apresentaram na maioria dos testes a média de força abaixo da informada pelo fabricante (Tabela 5.9). Ao contrário, os elásticos das empresas GAC, com excessão dos elásticos 3/16" (4,8mm) de força média, e Rocky Mountain apresentaram forças maiores (Tabela 5.1 à Tabela 5.8). Hwang e Cha (2003), Beattie e Monaghan (2004), também encontraram forças maiores para os elásticos da empresa Rocky Mountain. No mesmo trabalho Hwang e Cha (2003), também pesquisaram os elásticos da empresa TP Orthodontics e encontraram que a força inicial é menor do que a informada pela empresa.

Sempre que for necessário a utilização de elásticos intermaxilares em situações clínicas, diante da divergência entre a força inicial e a preconizada pelo fabricante, recomenda-se a calibração por meio de materiais de mensuração de força, normalmente um dinamômetro ou um tensiômetro ortodôntico. Esta mesma recomendação foi escrita por Cabrera et al.(2003).

Nessa pesquisa, diferente dos resultados dos autores Bertl e Droschl (1986) e Cabrera et al. (2003), os elásticos 1/8" (3,2mm), apresentaram ruptura durante os testes (com excessão de um elástico da empresa Aditek de intensidade de força leve). Considerando a metodologia abordada nessa pesquisa os elásticos 1/8" (3,2mm), quando estirados a 11mm, tiveram um aumento de, aproximadamente, 4,5 vezes o tamanho do diâmetro interno, e não suportaram o teste dinâmico. Transportando os dados para o uso clínico, é recomendado que o uso dos elásticos 1/8" (3,2mm) seja acompanhado de trocas mais frequentes, evitando, assim, a sua ruptura. Por outro lado, Moris et al. (2009), utilizaram teste dinâmicos com elásticos 1/8" (3,2mm) de intensidade de força pesado, e os elásticos não romperam. Em testes dinâmicos, Lin et al. (2013), descreveram que a quantidade de movimento, no teste dinâmico, influencia na ruptura dos elásticos.

Durante a pesquisa, o porcentual médio de decaimento de força dos elásticos foi de 19,74%, excluindo os elásticos 1/8" (3,2mm) que não resistiram ao teste. Esses resultados são similares a outros já publicados (Bishara; Andreasen, 1970;

Wong, 1976; Liu et al., 1993; Kanachana; Godfrey, 2000; Russel et al., 2001; Hwang; Cha, 2003; Gioka et al., 2006; Moris et al., 2009; Fernandes et al., 2011; Gangurde et al., 2013). Ainda utilizando metodologias diferentes, outros autores encontraram resultados diferentes. Como, por exemplo, Alexandre et al. (2008), que encontraram decaimento de força, em média, de 6,34% durante 24 horas em teste in vivo. Outros autores (Lin et al., 2013; Pithon et al., 2013; Rahpeyma; Khajehahmadi, 2014), apresentaram valores maiores de decaimento, no entanto, nessas pesquisas, os autores, promoveram estiramento maiores do que o recomendado pelos fabricante, causando uma reorganização e uma perda na estrutura dos elásticos (Anusavice et al., 2005).

Nesta pesquisa verificou-se que os elásticos apresentaram perda de força significativa na primeira hora do teste, independente do tamanho, intensidade de força ou fabricante (Gráfico 5.1; 5.3; 5.5; 5.13; 5.21; 5.29; 5.37 e 5.45). Na primeira hora os elásticos degradaram em média 12,78%. Nos períodos subseqüentes até o período final (24horas) os elásticos perdem 6,95%. Conclusões semelhantes foram observadas por outros autores (Bishara; Andreasen, 1970; Wong, 1976; Bertli; Droschl, 1986; Liu et al., 1993; Kanchana; Godfrey, 2000; Gioka et al., 2006; Moris et al., 2009; Fernandes et al., 2011; Gangurde et al., 2013). Nos intervalos referentes ao tempo 5 e 12, os elásticos foram removidos do ambiente úmido e deixados em ambiente seco, simulando a utilização clínica dos elásticos, representando a remoção dos elásticos para alimentação. Nesses períodos a força medida antes de voltar ao teste úmido mostra que a força aumenta em média 6,5%. Fernandes et al. (2011) concluíram que o tempo que os elásticos permaneceram fora da boca e dessecaram podem ter influenciado na taxa de força, no entanto, quando retornado ao ambiente úmido voltam a apresentar níveis de força, próximos à remoção. Esse efeito da perda de água faz com que as cadeias poliméricas dos elásticos voltem a entrelaçar (Anusavice et al., 2005).

Analisando o desempenho por fabricantes, foram detectados, no prazo de 24 horas, o decaimento médio de 13,76%, 19,26%, 21,89%, 20,29%, 19,90%, 22,80% e 19,82%, respectivamente Uniden, Morelli, Orthometric, Aditek, Rocky Mountain, TP Orthodontics e GAC. Verificando assim que a empresa Uniden apresentou menor decaimento de força, seguida por Morelli, GAC, Rocky Mountain, Aditek, Orthometric e TP Orthodontics. Relacionando as empresas nacionais e internacionais, conclui-se que as nacionais apresentaram menores decaimentos de forças. Esse desempenho

pode ser relacionado, entre outros fatores, ao tempo de armazenamento. Empresas nacionais apresentam maiores rotatividades de vendas dos elásticos que empresas internacionais no mercado brasileiro, conseqüentemente os produtos internacionais apresentam prazo de fabricação próximo ao utilizado clinicamente. Essa pesquisa não avaliou o tempo da data do lote de fabricação. Todos estavam dentro do prazo de validade.

Durante o experimento, algumas características peculiares surgiram. Todos os elásticos, ao final do experimento apresentaram alterações nas suas cores. A mesma constatação foi relatado por Moris et al. (2009) e Cabrera et al. (2003). Outro aspecto que pode ser levado em consideração é a falta de padronização nos cortes. Os elásticos apresentaram diferenças entre os cortes, em uma análise subjetiva visual, e, em algumas embalagens foram encontrados elásticos danificados ou segmentados. Mesmo aspecto foi escrito por Cabera et al. (2003).

6.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados dessa pesquisa com os elásticos intermaxilares de látex, pode-se concluir que em função do decaimento de força ser expressivamente maior na primeira hora de utilização e após esse período se mantém praticamente constante, isso é, um decaimento mínimo, não há necessidade de trocas excessivas durante o seu uso diário, podendo apenas ser substituído em caso de perda ou, no máximo, uma vez ao dia. Excessão feita aos elásticos com diâmetro interno de 1/8" (3,2mm), que podem ser substituídos após os intervalos de refeições. Outra observação importante é que deve-se utilizar sempre o dinamômetro para aferir a força aplicada e não realizar a escolha do elástico intermaxilar de látex em função do seu diâmetro interno.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que:

1. Após as comparações entre a intensidade de força produzida pelos elásticos inicialmente com a intensidade de força informada pelo fabricante nos catálogos ou nas embalagens. Os elásticos, utilizados nessa pesquisa, apresentam diferenças significativas de forças, com exceções dos elásticos:
 - a. Morelli 4,8mm (3/16") intensidade de força leve;
 - b. GAC Dentsply 4,8mm (3/16") intensidade de força média;
 - c. Orthometric 6,4mm (1/4") intensidade de força leve;
 - d. Uniden 7,94mm (5/16") intensidade de força leve.
 - e. GAC Dentsply 7,94mm (5/16") intensidade de força média;
2. Na avaliação de força, os elásticos ortodônticos intermaxilares apresentam maiores decaimentos de força na primeira hora do dia, cerca de 12,78% e nas horas seguintes o decaimento apresenta com menor intensidade, cerca, de 6,96%, durante o período de 24 horas. Os elásticos da empresa Uniden, apresentaram menores percentuais de decaimento de força, seguido por Morelli, GAC Dentsply, Rocky Mountain, Aditek, Orthometric e TP Orthodontics.

REFERÊNCIAS³

Alexandre LP, Oliveira Junior G, Dressano D, Paranhos LR, Scanavini MA. Avaliação das propriedades mecânicas dos elásticos de cadeia elastoméricas em ortodontia. Rev Odontol. 2008;16(32):53-63.

Aljhani AS, Aldrees AM. The effect of static and dynamic testing on orthodontic latex and non-latex elastics. Orthod Waves. 2010;69:117-22.

Angle EH. Forcible protrusion of non- or partially-erupted teeth. Dent Cosmos. 1891 Sep;33(9):743-746.

Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system. 6^a ed. Philadelphia. SS White Dental Manufacturing Company; 1907. 315p.

Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips - materiais dentários, 12^aed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.

Bales TR, Chaconas SJ, Caputo AA. Force-extension characteristics of orthodontic elastics. Am J Orthod. 1977;72(3):296-302.

Bastos TR. Brasil produz apenas 35% da demanda nacional por borracha natural [Internet]. Agricultura: [reportagem 17 jun. 2014] [citado 15 set. 2015]. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/06/brasil-produz-apenas-35-da-demanda-nacional-por-borracha-natural.html>.

Beattie S, Monaghan P. An in vitro study simulating effects of daily diet and patient elastic band change compliance on orthodontic latex elastics. Angle Orthod. 2004; 74(2):234-39.

Bernardo-Gusmão K. Tecnologia de elastômeros [monografia]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Química; 1990.

Bertl WH, Droschl H. Forces produced by orthodontic elastics as a function of time and distance extended. Eur J Orthod. 1986;8:198-201.

³ De acordo com estilo Vancouver

Bianchini EMG, Andrade CRF. A model of mandibular movements during speech: normative pilot study for the Brazilian portuguese language. *Cranio*. 2006;24(3):197-206.

Bishara SE, Andreassen GF. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. *Angle Orthod*. 1970;40(4):319-28.

Cabrera MC, Cabrera CAG, Henriques JFC, Freitas MR, Janson G. Elásticos em ortodontia: comportamento e aplicação clínica. *RevDent Press Ortod Ortop Facial*. 2003;8(1):115-29.

Case CS. Origin, use and misuse of the intermaxillary force, and its relations to occipital and other anchorage forces in orthodontia. *Dent Cosmos*. 1904;46(5):345-62.

Canevarolo-Junior SV. Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros, 2ª ed. São Paulo: Artliber; 2006.

De-Paoli MA. Degradação e estabilização de olímeros, 2ª ed. São Paulo: Artliber; 2009. 286 p.

Farghaly SM, Andrade CRF. Programa de treinamento vocal para locutores de rádio. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008;13(4):316-24.

Fernandes DJ, Fernandes GMA, Artese F, Elias CN, Mendes AM. Force extension relaxation of médium force orthodontic latex elastics. *Angle Orthod*. 2011;81(5):812-9.

Gangurde PV, Hazarey PV, Vadgaonkar VD. A study of force extension and force degradation of orthodontic latex elastics: An in vitro study. *APOS Trends Orthod*. 2013;3(6):184-9.

Gioka C, Zinelis S, Eliades T, Eliades G. Orthodontic Latex Elastics: A force relaxation study. *Angle Orthod*. 2006;76(3):475-9.

Henriques JFC, Hayasaki SM, Henriques RP. Elásticos ortodônticos: como selecioná-los e utilizá-los de maneira eficaz. *J Bras Ortod Ortop Facial*. 2003;8(48):471-5.

Howell PGT. Incisal relationships during speech. *J Prosthet Dent*. 1986;56(1):93-9.

Hwang CJ, Cha JY. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(4):379-86.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico do Brasil: a disseminação de informações. Rio de Janeiro; 2014.

International Organization for Standardization. ISO 21606:2007: Dentistry-Elastomeric auxiliaries for use in orthodontics. 1^a ed. Geneve; 2007.

Kamisetty SK, Nimagadda C, Begam MP, Nalamotu R, Srivatav T, Shwetha GS. Elasticity in elastics - An in-vitro study. *J Int Oral Health*. 2014;6(2):96-105.

Kanchana P, Godfrey K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;118(3):280-7.

Kersey ML, Glover K, Heo G, Raboud D, Major PW. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123(4):401-7.

Leão Filho JCB, Gallo DB, Santana RM, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka OM. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an *in vitro* study. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(2):145-9.

Lin DJ, Hung TN, Tsai MT, Hsu JT, Huang HL, YU JH. The effect of cyclic stretching speed on the force degradation of orthodontic elastic bands. *J Mech Med Biol*. 2013;13(1):1-2.

Liu CC, Wataha JC, Craig RG. The effect of repeated stretching on the force decay and compliance of vulcanized cis-polyisoprene orthodontic elastics. *Dent Mater*. 1993;9(1):37-40.

López N, Vicente A, Bravo LA, Calvo JL, Canteras M. In vitro study of force decay of latex and non-latex orthodontic elastics. *Eur J Orthod*. 2012;34:202-7.

Loriato LB, Machado AW, Pacheco W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em ortodontia. *Rev Clin Ortod Dent Press*. 2006;5(1):43-55.

Mehl MR, Vazire S, Esparza NR, Slatcher RB, Pennebaker JW. Are Women Really More Talkative Than Men?. Science [internet]. 2007 Jul [citado 10 jan 2015];317.(5834):82 Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/317/5834/82>.

Messias A, Cruz AAV, Schallenmüller SJ, Trauzettel-Klosinski S. Textos padronizados em português (BR) para medida da velocidade de leitura – comparação com quatro idiomas europeus. Arq Bras Oftalmol. 2008;71(4):553-8.

Moris A, Sato K, Facholli AFL, Nascimento JE, Sato FRL. Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas. Rev Dent Press Ortod Ortop Facial. 2009 mar-abr;14(2):95-108.

Nanda R. Estratégias Biomecânicas e estéticas na clínica ortodôntica. São Paulo: Ed. Santos; 2007.

Nielsen IL, Marcel T, Chun D, Miller AJ. Patterns of mandibular movements in subjects with craniomandibular disorders. J Prosthet Dent. 1990;63(2):202-17.

Novotny DS, Marsh RI, Masters FC, Tally DN. US Patent 4.104.205. United States: Goodyear Tire & Rubber Company; 1978.

Pereira JP. Seringueira; formação de mudas, manejo e perspectivas no Noroeste do Paraná. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná; 1992. 60p.

Pithon MM, Souza RF, Freitas LMA, Souza RA. Mechanical properties intermaxillary latex and latex-free elastics. World J Othod. 2013;2(1):15-8.

Polur L, Peck S. Orthodontic elastic: Is dome tightening needed?. Angle Orthod. 2010;80(5): 988-989.

Proffit W. Ortodontia contemporânea. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil; 2011. 768 p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria; 2016: ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>.

Rahpeyma A, Khaejehahmadi S. Force relaxation of 3/16 inch heavy orthodontic latex elastics used in maxillofacial trauma in simulated jaw fracture situation. *J Dent Hypot*. 2014;5(4):146-9.

Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod*. 2003;73(1):86-92.

Russell KA, Milne AD, Khanna RA, Lee JM. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(1):36-44.

Saini SG, Kahlon SS, Sharma K, Dhillon HS, Chhina KK, Hayer GS. Different types of elastics in orthodontics. *Indian J Compr Dent Care*. 2014;4(2):497-501.

Santos RL, Pithon MM, Ramanos MTV. The influence of pH levels on mechanical and biological properties of nonlatex and latex elastics. *Angle Orthod*. 2012;82(4):709-14.

Tuncer Z, Ozsoy FS, Polat-Ozsoy O. Self-reported pain associated with the use of intermaxillary elastics compared to pain experienced after initial archwire placement. *Angle Orthod*. 2011; 81(5):807-11.

Wang T, Zhou G, Tan X, Dong Y. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthod*. 2007;77(4):688-93.

Wong AK. Orthodontic elastic materials. *Angle Orthod*. 1976;46(2):196-20.