

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**Francisco Wagner Vasconcelos Freire Filho
(Cirurgião-Dentista)**

**Estudo Comparativo Dimensional e da Resistência
Mecânica de Dois Sistemas Nacionais de Distratores
Osteogênicos Alveolares Justa-ósseos**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica – Área de Concentração em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

PIRACICABA – SP

- 2004 –

Francisco Wagner Vasconcelos Freire Filho
(Cirurgião-Dentista)

**Estudo Comparativo Dimensional e da Resistência
Mecânica de Dois Sistemas Nacionais de Distratores
Osteogênicos Alveolares Justa-ósseos**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica – Área de Concentração em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Idelmo Rangel Garcia Júnior

Prof. Dr. Robson Rodrigues Garcia

Prof. Dr. Renato Mazzonetto

Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira

Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa

PIRACICABA – SP

2004

Ficha Catalográfica

F883e Freire Filho, Francisco Wagner Vasconcelos.
Estudo comparativo dimensional e da resistência mecânica de dois sistemas nacionais de distratores osteogênicos alveolares justa-ósseos. / Francisco Wagner Vasconcelos Freire Filho. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2004.
xii, 115p. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria-Barbosa.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Processo alveolar. 2. Ossos – Regeneração. 3. Implantes dentários endoósseos. I. Albergaria-Barbosa, José Ricardo de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 10 de dezembro de 2003, considerou o candidato Francisco Wagner Vasconcelos Freire Filho _____.

- 1) Prof. Dr. Idelmo Rangel Garcia Júnior _____
- 2) Prof. Dr. Robson Rodrigues Garcia _____
- 3) Prof. Dr. Renato Mazzonetto _____
- 4) Prof. Dr. Roger Willians Fernandes Moreira _____
- 5) Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa _____

DEDICATÓRIA

Dedico todo o meu trabalho a minha amada esposa *ERIKA*, pela paciência, compreensão, dedicação e amor, transmitindo paz para realizar meus sonhos. E a luz de nossas vidas, nossa filha *ISABELA*, a qual espero que me perdoe pela ausência no primeiro ano de sua vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais,

WAGNER E GLÓRIA, por ainda serem os alicerces da minha vida, sendo além de pais, conselheiros, confidentes, incentivadores e amigos de todas as horas.

Aos meus irmãos,

GEÓRGIA E VITOR, pelo respeito e dedicação que têm a mim, rogo para que tenham sucesso e alegria eterna e que nossas vidas tenham sempre a união que nossos pais nos ensinaram.

Aos meus familiares e amigos,

Avó, tios, tias, sogro, sogra, primos e grandes amigos, pelo carinho, conselhos, apoio e muitos desejos de sucesso que sempre dedicam a mim, e agora a minha família, pois sei que cada um a sua maneira sempre desejaram o meu sucesso.

Minha eterna gratidão.

À Universidade Estadual de Campinas e a Faculdade de Odontologia de Piracicaba, por terem me aceito em seu quadro discente e poder realizar um sonho.

À Universidade de Fortaleza pela ajuda, confiança em liberar-me para realização deste curso e pela flexibilidade que me possibilitou concluí-lo.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo que me possibilitou a conclusão deste curso.

Aos Professores da Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, Prof. Renato Mazzonetto, Prof. Luis Augusto Passeri, Prof. Márcio de Moraes, Prof. José Ricardo de Albergaria Barbosa, Prof. Roger William Fernandes Moreira, pela oportunidade de conviver e aprender, não só Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, mas principalmente a ser um cidadão digno e um educador.

Aos colegas de Disciplina da Universidade de Fortaleza, Alexandre Nogueira, Andréa Aguiar, Eliardo Silveira, Francisco de Assis, Izaíra Bruno e Roberto Rêgo, pelo incentivo, confiança e disponibilidade em me substituir.

À Área de Materiais Dentários pela disponibilidade em ceder-me suas máquinas e infraestrutura para realização da parte experimental deste trabalho e especialmente aos seus funcionários, o engenheiro Marcos e a secretária Celma, pela incrível presteza e educação.

Aos colegas de pós-graduação do doutorado, Adriano Germano, Aleysson Paza, Rubens Guimarães e Sandra Sardinha, e do mestrado André Cortez, Marcelo Botelho, Gustavo Farah, Júlio Cravinhos, Luciana Asprino, Petrus Gomes e Rodrygo Tavares, pela salutar convivência, respeito e consideração que sempre tiveram a mim e por tudo que aprendi com vocês.

Aos colegas de pós-graduação da turma passada que pude conviver, Alessandro, Alexandre, Eider, Laureano, Luis e Robson pelo exemplo de dedicação, seriedade, superação e

amizade que nos deram e que devem permanecer sendo como as máximas deste nosso curso.

Aos colegas de pós-graduação da turma atual Aníbal, Bernardo, Delson, Fabrício, Marvis e Paul, pela amizade que já desenvolvemos. Desejo-lhes sucesso e habilidade em seguir os vários bons exemplos que por aqui passaram.

Às funcionárias da Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, Sueli, Didi e Daiana, pelo excelente convívio e amizade que firmamos.

À todos os funcionários da Faculdade de Odontologia Piracicaba pela exemplar educação e prestatividade que sempre dispensaram a mim, quando a eles recorri.

Os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Capítulo	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1.Evolução histórica da distração osteogênica	11
2.2.Aplicabilidade e evolução da distração osteogênica maxilo-mandibular	16
2.2.1. Distração osteogênica mandibular	16
2.2.2. Distração osteogênica maxilar	26
2.3.Distração osteogênica alveolar	29
3. PROPOSIÇÃO	45
4. MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1.Análise dimensional	48
4.1.1. Distratores	48
4.1.2. Parafusos	50
4.2.Teste de resistência à tração do distrator	52
4.3.Teste de resistência à flexão do parafuso	54
4.4.Teste de resistência à torção do parafuso	55
4.5.Análise estatística	57
5. RESULTADOS	59
6. DISCUSSÃO	79
7. CONCLUSÃO	91
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
9. ANEXOS	103

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar dois sistemas de distratores osteogênicos alveolares justa-ósseos de 9mm de abertura máxima de fabricação nacional. Foram analisadas duas marcas comerciais (Grupo I e Grupo II), através das avaliações dimensionais dos distratores e parafusos, da resistência à tração dos distratores e da resistência à flexão e à torção dos parafusos. Na avaliação dimensional foram utilizados dez distratores de cada fabricante e quarenta parafusos, sendo dez de cada tamanho oferecido, 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm do grupo I e 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm do grupo II. Os dados foram submetidos ao teste dos postos assinalados de Wilcoxon para os distratores e o teste de Friedman para os parafusos. No teste de resistência à tração foram utilizados dez distratores de cada marca comercial e os resultados submetidos ao teste t Student. No teste de resistência à flexão foram utilizados quarenta parafusos e aplicados os testes F e de Tukey, ao nível de significância de 5%. No teste de resistência à torção, foram utilizados dez parafusos de cada fabricante, sendo do tipo 1,3 x 5mm do grupo I e 1,5 x 5mm do grupo II e os resultados submetidos ao teste t Student. Os distratores do grupo II apresentaram menor variação das mensurações realizadas, porém não houve diferença estatística entre os parafusos de ambas as marcas. Os distratores do grupo II foram estatisticamente mais resistentes à tração. Os parafusos de 1,5x5mm do grupo II foram os mais resistentes à flexão e à torção.

Palavras-Chave: Distração alveolar, distratores alveolares justa-ósseos, parafusos, análise dimensional, ensaios mecânicos.

ABSTRACT

The aim of this study was to perform a comparative analysis between two different alveolar distraction devices, of 9mm length, built by manufactured in Brazil. These two different devices were provided by companies (group I and group II). The analysis consisted of a macroscopic assessment from the distraction devices and its screws, followed by a traction resistance of the devices and torsion and bending resistance of the screws. Were used, for macroscopic assessment, ten distraction devices and forty screws, which included ten screws of every length offered by each company. Data was submitted to the Wilcoxon test for devices and Friedman test for screws. Ten distraction devices from each company were used for the traction resistance, and its results were submitted to the Student t test. Forty screws were used for the bending resistance. Values were compared trough F and Tukey test, with 5% significance. For the torsion resistance, ten screws from each company were used. The 1.3 X 5mm screws from group I and the 1.5 X 5mm from group II were chose to realize this test, and its results were submitted to the Student t test. Devices from group II presented less variation of its measurements, but there were not any statistical difference between the screws. Group II devices were statistically more resistant to traction. Screws 1.5x5mm, produced by group II, were more resistant to bending and to torsion.

Uniterms: Alveolar distraction, alveolar distrator devices, screws, dimensional analysis, mechanical resistance.

1. INTRODUÇÃO

A Implantodontia tem passado nos últimos anos por muitos avanços tecnológicos. Essas inovações se refletem na fabricação do implante e de seus componentes, assim como no aperfeiçoamento técnico do ato cirúrgico para inserção destes implantes. Portanto, o uso de implantes osseointegrados tem constituído uma alternativa confiável, com elevadas taxas de sucesso, possibilitando a reabilitação de pacientes desdentados totais ou parciais.

Apesar de todo avanço científico, a ausência de tecido ósseo alveolar seja em altura ou espessura, ainda representa um desafio à apropriada instalação de implantes osseointegrados em uma localização proteticamente ideal, de modo que possa permitir uma previsão dos resultados a longo prazo (CHIAPASCO *et al.*, 2001). Portanto, as situações que necessitam de reconstrução de defeitos adquiridos ou congênitos do processo alveolar, como perda óssea fisiológica após exodontias, trauma dento-alveolar, ressecção de patologias e fissuras alveolares, são um obstáculo a colocação de implantes osseointegrados sem comprometer a estética e as necessidades biomecânicas.

Como alternativa para solução da deficiência do rebordo alveolar, visando receber implantes osseointegrados, foram sugeridos e realizados vários métodos ao longo dos últimos anos. A lateralização do nervo alveolar inferior, possibilitando altura para colocação dos implantes na região posterior da mandíbula apresenta-se como uma alternativa, porém com algumas desvantagens tais como: risco de lesão do feixe vasculo-

nervoso alveolar inferior e ganho limitado em altura (JENSEN *et al.*, 1994; SETHI, 1995; PELEG *et al.*, 2002).

O uso de enxertos ósseos para reconstrução alveolar apresenta o inconveniente de, exigir um segundo leito cirúrgico. A morbidade do leito doador, possibilidade de infecção e deiscência da sutura por dificuldade de recobrimento do leito receptor com tecido mole, constituem algumas das desvantagens deste método (RACHMIEL *et al.*, 2001; SIMION, 2002).

A distração osteogênica alveolar se apresenta como uma alternativa viável e com excelentes taxas de sucesso, constituindo-se em uma boa opção para reconstrução do processo alveolar, possibilitando ganho em altura para colocação de implantes. Consiste em um método consagrado, de ampla aceitação, para alongamento dos ossos longos, principalmente a tíbia e fíbula. Teve como principal precursor e propagador de seus princípios biológicos, o Dr. Gavriil A. Ilizarov, um médico ortopedista russo, idealizador de inúmeras pesquisas sobre o assunto. Sugeriu que através de tração gradual aplicada sobre tecido ósseo submetido a uma osteotomia, geraria um estímulo para neoformação óssea e concomitante acompanhamento de tecido mole (ILIZAROV, 1989a e ILIZAROV, 1989b).

Esta técnica foi aplicada inicialmente ao osso alveolar por BLOCK *et al.* (1996), de forma experimental em cães e clinicamente em humanos por CHIN & TOTH (1996), ganhando adeptos por todo o mundo. A eliminação da necessidade de enxertos ósseos, diminuição da possibilidade de lesão nervosa, do risco de infecção e da exposição óssea, através do perfeito recobrimento do tecido ósseo neoformado, constituem suas principais vantagens.

A técnica de distração osteogênica alveolar tem se desenvolvido bastante. O constante aperfeiçoamento do desenho do distrator, a tentativa de diminuição do tempo total de tratamento, a propagação do respeito aos princípios básicos da técnica e a associação das vantagens da distração com a regeneração tecidual guiada são exemplos destes avanços. GAGGL *et al.* (2002) descreveram uma forma de distrator utilizado no osso alveolar imediatamente após exodontia em casos de doença periodontal severa. ROBIONY *et al.* (2002) usaram os princípios da distração osteogênica associado aos benefícios do plasma enriquecido com plaquetas para reconstrução de mandíbula atrófica. LEHRHAUPT (2001) e KLUG *et al.* (2001) utilizaram respectivamente, membrana de politetrafluoretileno expandido e membrana de titânio para proteção da câmara de regeneração.

GARCIA *et al.* (2002), UCKAN *et al.* (2002) e MAZZONETTO & TOREZAN (2003) apresentaram levantamentos de casos onde buscavam enumerar as principais complicações e causas de insucesso da técnica de distração alveolar. Sugeriram o deslocamento do vetor de distração para o lado lingual ou vestibular, fratura do segmento de transporte, dificuldades no manuseio devido ao excessivo comprimento da haste do aparelho distrator, dificuldades em finalizar a osteotomia pelo lado lingual, direção incorreta do vetor de distração, perfuração da mucosa por sobre o disco de transporte, deiscência de sutura e sangramento trans-operatório, como as principais dificuldades e complicações. Portanto, situações contornáveis através de um aprimoramento técnico ou por medidas paliativas associadas, seja no trans ou pós-operatório.

Embora se verifique considerável avanço e aumento da taxa de sucesso, algumas falhas imprevisíveis ainda ocorrem no tratamento. Relatos de insucesso da técnica por dificuldade em manusear o sistema de distração, quebra do aparelho, seja durante a

ativação ou no período de consolidação, são constantemente relatados na literatura. Esta preocupação é verdadeira e constante desde os estudos iniciais de BLOCK *et al.* (1995) com a quebra de aparelhos dento-suportados em cães, até relatos atuais de KLUG *et al.* (2001), MILLESI-SCHOBEL *et al.* (2000) e RACHMIEL *et al.* (2001) em tratamentos clínicos, onde não obtiveram êxito por quebra dos seus dispositivos.

Existem poucos estudos laboratoriais, sejam, químicos ou mecânicos, que proporcionem dados para o conhecimento do comportamento dos aparelhos de distração osteogênica em situações de carga as quais serão exigidas clinicamente. Uns dos poucos exemplos são: o estudo de HAUG *et al.* (1998), comparando laboratorialmente os fixadores externos e internos em mandíbulas sintéticas e o experimento de ROBINSON *et al.* (2001). Este último, tentou correlacionar dados clínicos e laboratoriais, avaliando a resistência ao torque de dispositivos de distração intra-bucal para o alongamento mandibular. Porém, desconhecemos estudos que avaliem situações de resistência mecânica dos sistemas de distratores alveolares justa-ósseos.

Desta forma foi delineado um estudo comparativo dimensional, de resistência à tração, flexão e torção de dois sistemas nacionais de distratores osteogênicos alveolares justa-ósseos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA

CODIVILLA (1905) descreveu um método de alongamento das extremidades dos ossos longos, o qual consistia da aplicação de uma tração contínua apoiada, na extremidade distal, por um pino inserido através do calcâneo e fixado a uma tala gessada envolvendo toda a perna, objetivando uma neo-formação óssea na osteotomia realizada previamente.

ABBOTT (1927) apresentaram seis casos de alongamento da tíbia e fíbula em paciente com diferente comprimento dos membros inferiores decorrentes de poliomielite na infância. Obtiveram complicações, alergia na pele, em um caso, o qual foi interrompido. Ressaltaram a importância de alguns aspectos, tais como: um apurado controle do alinhamento ósseo para prevenir complicações, manipulação atraumática dos tecidos, técnica asséptica e treinamento da equipe cirúrgica. Concluíram que o alongamento da tíbia e fíbula é um bom método quando as discrepâncias em altura envolvem apenas estes ossos. Realizaram uma boa discussão das taxas de sucesso até o momento na literatura e apresentaram a descrição de sua aparatologia

HABOUSH & FINKELSTEIN (1932) apresentaram um estudo de 27 casos de alongamento da perna, utilizando um novo aparato para estabilização. A poliomielite e anquilose eram a etiologia dos defeitos ósseos. Basearam-se na tentativa de solucionar as complicações obtidas em estudos anteriores, tais como a angulação indesejada do membro, quantidade de separação diferente entre a tíbia e a fíbula, osteomielite e retardo na união ou

não-união óssea. Recomendaram modificações na técnica cirúrgica e utilizaram um dispositivo ósseo-suportado, ancorado na tíbia e fíbula até no calcâneo, sendo tracionados por um arcabouço externo, o qual era estabilizado com a ajuda de uma tala gessada. Obtiveram a osteomielite como complicação mais freqüente.

BOSWORTH (1938) apresentou um resumo de 24 casos de alongamento da tíbia, quando acometida por poliomielite, fraturas agudas, tuberculose óssea, condroplasia e fechamento precoce da epífise. Recomendaram um período de repouso de dois a três dias para iniciar o alongamento ósseo. Obtiveram a infecção, retardo na ossificação, hematoma e a necessidade de enxerto ósseo como complicações mais comuns.

ABBOTT & SAUNDERS (1939) relacionaram as principais complicações possíveis de acontecer durante o alongamento da tíbia e fíbula. Apresentaram sete casos onde ressaltaram formas de prevenir as seguintes complicações: deformidades dos pés e joelhos, má-união ou não-união dos fragmentos da tíbia, limitação de movimentos, distúrbios de circulação, injúria nervosa, infecção e necrose asséptica do osso. Enfatizaram o aprimoramento da técnica cirúrgica recomendando uma adaptação das particularidades da técnica à anatomia topográfica da região, conservando vasos e nervos.

ILIZAROV (1988) apresentou a diversidade da utilização dos conceitos de tensão gradual nos tecidos, chamando-a de técnica de compressão-distração, nas mais diversas situações de injúrias e doenças do aparelho locomotor. Ressaltou a aplicabilidade da técnica enumerando vantagens como: cirurgia menos traumática, diminuição no tempo total de tratamento, resolução de casos antes considerados incuráveis e a criação de tecido ósseo acompanhado de tecido mole, como músculos, vasos e nervos, sem a necessidade de enxertos.

ILIZAROV (1989a) realizou um extenso estudo para avaliar a influência da estabilidade dos fixadores e a preservação do tecido mole na osteogênese, durante o alongamento da tíbia de cães submetidos à tensão-estresse. O estudo foi dividido em três experimentos contendo 480, 38 e 38 espécimes respectivamente, onde se tentava elucidar a influência de questionamentos básicos, como: a importância para neoformação óssea da estabilidade do fixador e preservação do tecido mole, durante o processo de alongamento, a relevância da direção da distração para a qualidade da osteogênese e a contribuição do osso medular para a regeneração óssea. Os espécimes foram acompanhados clinicamente e radiograficamente semanalmente até o sacrifício, o qual foi realizado nos intervalos de sete dias, quatorze dias, 21 dias, 28 dias, seis semanas, dois meses, três meses, quatro meses e seis meses, após a osteotomia e submetidos a avaliação histológica e ultraestrutural. O autor concluiu ter demonstrado que através de um fixador suficientemente rígido e da máxima preservação do tecido mole, osso medular e do suprimento sanguíneo no local da osteotomia, ocorrerá uma neoformação óssea mais favorável e mais rápida.

A repercussão da quantidade de distração por ativação, razão, e da frequência, foram estudados por ILIZAROV (1989b), utilizando-se de tíbias de cães. O estudo desenvolveu-se com 120 animais divididos em dois grupos, em osteotomia aberta e fechada da tíbia. Seis sub-grupos foram formados variando a razão (0,5mm, 1mm, 2mm por dia) e a frequência (uma, quatro e sessenta voltas por dia). Os espécimes foram sacrificados em intervalos variando de sete dias a seis meses e estudados radiograficamente, histologicamente e biomecanicamente. Observaram que os melhores resultados foram obtidos quando se ativou os fixadores a 1mm por dia e que quanto maior a frequência de ativação melhor a resposta tecidual. Recomendaram um cuidado na preservação do

periósteo, osso medular, suprimento sanguíneo e rígida estabilidade dos fixadores externos para obtenção de bons resultados.

Os conhecimentos da distração osteogênica foram aplicados para alongamento das extremidades epifisárias, condrodiatase, de 92 ossos fêmurais e 78 tíbias em 75 crianças, por ALDEGHERI *et al.* (1989). Os pacientes foram selecionados quando apresentavam discrepâncias no comprimento da perna por deformidade congênita, artrite séptica, poliomielite e trauma. Obtiveram ao todo 33 complicações tais como a distração assimétrica, fusão precoce, fraturas e problemas com o parafuso da epífise. Os autores concluíram que a distração das epífises de ossos longos como os estudados, constitui um método seguro, simples e efetivo, podendo ser usado em uma criança cooperativa para finalização do crescimento, porém com maiores taxas de sucesso para o fêmur.

Um estudo ortopédico comparando os tipos de fixadores externos e seus benefícios durante a distração das tíbias de dezoito cães, foi realizado por ARONSON *et al.* (1989). Utilizaram os fixadores de Ilizarov e de Wagner em dois grupos de nove cães, atingindo um alongamento de 26mm, ativados 0,25mm a cada seis horas, após um período de sete dias de latência. Os autores acreditam que apesar de muitas configurações e estilos de fixadores diferentes, a observação dos princípios da lei de tensão e estresse, com transmissão estável e gradual da força de tensão ao local da osteotomia é o fator mais importante.

Uma investigação sobre a seqüência de eventos da mineralização da distração osteogênica foi desenvolvida por ARONSON *et al.* (1990). Utilizaram-se das tíbias de vinte cães, com sacrifícios no período de sete, quatorze, 21 e 28 dias, usando o osso contralateral como controle. A neoformação óssea foi avaliada mediante tomografia computadorizada

quantitativa, microrradiografia, análise quantitativa de cálcio e microscopia de varredura. Encontraram que a ossificação acontece de forma centrípeta a partir de cada superfície corticotomizada em direção a zona fibrosa central, assemelhando-se histologicamente a estalactites e estalagmites.

2.2 APLICABILIDADE E EVOLUÇÃO DA DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA MAXILO - MANDIBULAR

2.2.1 Distração Osteogênica Mandibular

SNYDER *et al.* (1973) aplicaram os princípios da distração osteogênica em um estudo com cães, onde se removia inicialmente um segmento de 1,5cm da mandíbula do animal, criando uma severa mordida cruzada. Após seis meses foi realizado a distração, através de fixadores externos, com período de latência de uma semana à 1mm por dia. A forma original da mandíbula foi reestabelecida ao 14º dia e os fixadores mantidos por seis semanas. Os autores adventaram a possibilidade do procedimento ser bem tolerado em mandíbulas humanas, principalmente quando houver tratamento por ressecções de osteomielites, tumores ou por deformidades congênitas como atrofia hemi-facial e a síndrome de Treacher-Collins.

MICHIELI & MIOTTI (1976) usaram um dispositivo intra-bucal dento-suportado e uma osteotomia em forma de “Z” no corpo da mandíbula de cães e avaliaram radiograficamente a neoformação óssea através de microradiografia e histologicamente pela aplicação de tetraciclina antes do sacrifício animal. Obtiveram um alongamento mandibular de 5 a 15mm e concluíram ser possível promover esta diastase da mucosa e osso, sem dano nervoso, respeitando os princípios de alongamento gradual e uma contensão, o mais rígida quanto possível, durante o período de consolidação. Recomendaram esta técnica especialmente para paciente com oclusão do tipo classe II divisão um, onde a ortodontia encontra limitações.

MICHIELI & MIOTTI (1977) realizaram com sucesso o alongamento do corpo mandibular de dois cães, baseando-se nos princípios de distração osteogênica. Usaram aparelhos ortodônticos experimentais apoiados exclusivamente em dentes e ativados por via intra-bucal. Observaram histologicamente a formação de osso imaturo na área alongada. Recomendaram a execução deste procedimento em humanos, especialmente em casos de micrognatia severa com oclusão do tipo classe II e divisão um, onde o tratamento cirúrgico, sob anestesia geral, seria contra-indicado por várias outras razões.

GUERRERO (1990) foi pioneiro em demonstrar uma nova aplicabilidade da distração osteogênica na mandíbula, objetivando uma expansão da linha média mandibular. Recomendaram seu uso nos casos de discrepâncias transversas da mandíbula, onde há um severo apinhamento dental inferior, em detrimento de exodontias, desgastes dentais e compensações dento-alveolares.

CONSTANTINO *et al.* (1990) relataram o uso da distração osteogênica para regeneração segmentar da mandíbula. Utilizaram seis cães adultos, onde quinze dias antes haviam sido removidos dentes do lado do experimento. Um defeito ósseo de 2,5cm foi então produzido, sem a preservação do feixe vaso-nervoso alveolar inferior. No grupo um foi removido o perióstio ao longo do defeito, ao contrário do grupo dois. O disco de transporte continha de 1,5 a 1,7cm de largura, sendo ativado 0,25mm quatro vezes por dia, após um período de latência de dez dias. A completa reconstrução do segmento perdido, a fusão funcional do disco de transporte com o outro segmento mandibular e uma mandíbula funcionalmente e estruturalmente estável sem o uso dos fixadores externos, eram os três critérios de sucesso do experimento. Os espécimes foram avaliados radiograficamente, angiograficamente e histologicamente. Os autores aprovaram o uso dos conceitos da

distração osteogênica para reconstrução de defeitos mandibulares em cães, porém recomendaram mais estudos para seu uso em humanos.

Um estudo histológico, radiográfico e de condução nervosa foi realizado por BLOCK *et al.* (1991). Avaliaram a formação óssea e a resposta sensorial nervosa, após o alongamento do corpo mandibular de quatro cães pela distração osteogênica. Através de um período de latência de sete dias e uma razão de 0,5mm duas vezes ao dia, observaram que o tecido ósseo pôde preencher um defeito ósseo criado pela distração dos segmentos. Porém encontraram que apesar da função nervosa sensitiva intacta, ocorreu uma degeneração preferencial das fibras pequenas.

KARAHARJU-SUVANTO *et al.* (1992) avaliaram histologicamente o padrão do processo de cicatrização do ramo da mandíbula de dezessete cabras, durante 52 semanas. Realizaram uma osteotomia horizontal do ramo, o qual foi estabilizado com fixadores externos com quatro pinos, ativados após cinco dias de latência, sob uma razão que variava de 0,5-1,0mm por dia. Observaram haver uma semelhança entre o padrão de cicatrização dos ossos longos e da mandíbula neste experimento, por encontrarem fases de deposição do arcabouço de colágeno, orientados no sentido da distração, mineralização do espaço formado, união óssea e remodelação do osso recém-formado. Concluíram que este método pode vir a ser aplicado para pacientes portadores de microssomia hemifacial ou em hipoplasias mandibulares.

McCARTHY *et al.* (1992) foram os pioneiros em realizar um alongamento de uma mandíbula humana, aplicando os princípios da distração osteogênica. Apresentaram quatro casos de pacientes portadores de deformidades faciais congênitas, tais como: microssomia hemifacial e síndrome de Nager. Utilizaram distratores externos ativados

1mm por dia, após sete dias de latência, por vinte dias consecutivos. Obtiveram nos quatro casos uma média de 20mm de alongamento mandibular. Concluíram que a técnica apresentada tem excelente aplicabilidade na reconstrução precoce destas condições patológicas, evitando a necessidade de enxerto ósseo, transfusão sanguínea e bloqueio maxilo-mandibular.

CONSTANTINO *et al.* (1993) acompanharam três cães, durante doze meses após a remoção dos fixadores externos, os quais haviam sofrido distração osteogênica no corpo da mandíbula. Após o sacrifício e coleta das hemi-mandíbulas, perceberam que o diâmetro do segmento regenerado era comparável ao segmento nativo e que a junção entre ambos não era facilmente identificada, fato este demonstrado também radiograficamente e histologicamente. Os testes de resistência mecânica, por sua vez, demonstraram não haver diferença estatisticamente significante entre ambos os lados. Os autores consideraram a técnica segura e aplicável a humanos, desde que sejam solucionados o problema da cicatriz dos pinos, o risco de lesão nervosa e a previsão do comportamento em mandíbulas irradiadas.

Preocupados com a repercussão da distração osteogênica mandibular sobre o nervo alveolar inferior, BLOCK *et al.* (1993), desenvolveram um estudo onde realizavam uma corticotomia na mandíbula de quatro cães, ativando 0,5mm duas vezes ao dia durante 7 dias. A função nervosa foi avaliada no primeiro, no quarto, no décimo dia e na quinta semana, por um aparelho que permitia emitir uma voltagem através deste. Os cães foram sacrificados após o período de consolidação de quatro semanas e a área regenerada e o nervo, avaliados também histologicamente. Os autores acreditaram que devido à tração

suave, lenta e gradual exercida pela distração, o nervo alveolar inferior não tenha a condução nervosa comprometida.

Um experimento sobre a aplicação da distração osteogênica em mandíbulas caninas irradiadas foi realizado por GANTOUS *et al.* (1994). Estudaram cinco cães que sofreram o mesmo ciclo de radiação seis meses antes da cirurgia de distração. Foram utilizados fixadores externos no segmento osteotomizado e uma placa de reconstrução para manter o defeito ósseo simulado. Após 10 dias de período de latência os dispositivos foram ativados 0,75mm por dia durante trinta dias. Obtiveram complicações como hematomas, infecção, perda do suporte ósseo dos pinos, falência renal e exposição intra-bucal da placa. Concluíram ser um método viável para reconstrução mandibular após cirurgia ablasiva de câncer de cabeça e pescoço.

Tentando minimizar os efeitos negativos da cicatriz na distração osteogênica para alongamento mandibular, com aparelhos externos, SAWAKI *et al.* (1996) realizaram estudos com dispositivos ancorados em implantes na mandíbula. O estudo utilizou-se de dez cães. Consistiu da instalação de implantes na região desdentada, após exodontia prévia, e montagem do distrator sobre os implantes. Estes foram ativados 1mm por dia, durante dez dias. Perceberam boa estabilidade dos implantes após o período de consolidação e concluíram haver muitas vantagens em detrimento aos distratores externos.

O conceito de distração osteogênica contínua foi estudado por SCHMELZEISEN *et al.* (1996) aplicando na mandíbula de três porcos miniatura, um distrator mecânico montado sobre uma placa de fixação interna rígida do tipo 2,7mm e acionado continuamente através de impulsos elétricos provenientes de duas baterias de 3,6 volts, programado para distrair 1mm por dia. Em um animal obtiveram 11mm em 21 dias,

em outro, 13mm em 14 dias e a quebra do distrator no terceiro. Concluíram que a distração contínua através de dispositivos elétrico-mecânicos deva ser mais bem estudada, pois nos casos apresentados houve uma falta de estabilidade dos cotos ósseos.

BELL *et al.* (1997) estudaram a resposta do osso alveolar e do ligamento periodontal submetidos ao alargamento da mandíbula pela distração osteogênica da linha média sínfisária. Usaram nove macacos adultos onde foi instalado um dispositivo dento-suportado para distração, ativado de sete a quatorze dias após a osteotomia da linha média e ativado 0,5mm duas vezes ao dia durante sete a dez dias. Os animais foram avaliados clinicamente e radiograficamente durante todos os dias de ativação e sacrificados para análise histológica da linha média, na oitava e quarta semana após o início do período de consolidação. Obtiveram sucesso com a distração, porém recomendaram cuidado em manter adequada margem de osso alveolar adjacente ao osso e o ligamento periodontal intacto.

A deficiência mandibular transversa com apinhamento dental anterior foi tratada por GUERRERO *et al.* (1997) em dez pacientes. Em oito foram utilizados aparelhos dento-suportado pelo lado lingual e no restante um novo aparato ósseo-suportado, instalado na face vestibular da linha média mandibular. Os autores concluíram ser uma técnica estável, versátil, minimamente invasiva, e sem áreas doadoras de enxerto, evitando-se exodontias.

COPE *et al.* (1999) salientaram ser a distração osteogênica da maxila e da mandíbula um excelente forma para alargar o arco e evitar exodontias, porém ressaltaram haver poucos trabalhos que avaliem a movimentação dentária através do osso neo-formado. Portanto desenvolveram um estudo pela distração bilateralmente na mandíbula de dois cães. As osteotomias foram realizadas entre os quartos pré-molares e primeiros molares e

expandidos após uma semana, 0,5mm duas vezes ao dia até 10mm. A movimentação dentária consistiu na distalização dos pré-molares, na primeira semana do período de consolidação. Os animais foram sacrificados e os espécimes colhidos e avaliados histologicamente. Os autores concluíram que a distração representa uma nova alternativa para o tratamento ortodôntico de apinhamento dental sem exodontias, porém recomendaram mais estudos para saber a época ideal para esta movimentação dentária.

PLODER *et al.* (1999) realizaram um alongamento da mandíbula de ovelhas com um distrator de ativação elétrica contínua. Após cinco dias de ativação o dispositivo foi ativado 0,04mm/h, resultando em 1mm por dia. Obtiveram uma média de 13,6mm de alongamento mandibular. Encontraram dificuldades na fixação do distrator devido ao volume interferir com a mastigação e recomendaram mais estudos antes do uso em humanos.

Um estudo para avaliar e comparar o comportamento mecânico de distratores usados para distração mandibular foi desenvolvido por HAUG *et al.* (1998). Utilizaram 25 mandíbulas sintéticas divididas em 5 grupos, variando o tipo de osteotomia, se total ou corticotomia, e o tipo de distrator, se externo ou interno. Os grupos foram avaliados quanto a capacidade de carga, o deslocamento, rigidez e deslocamento sob carga máxima. Os autores encontraram um padrão diferente de comportamento mecânico entre os grupos e salientaram a necessidade de haver mais estudos para avaliar o comportamento clínico dos diferentes tipos de distratores.

Uma aplicação não usual dos conceitos da distração osteogênica foram aplicados por YONEHARA *et al.* (1999), para expandir apenas o tecido mole do arco central da mandíbula de um paciente que havia submetido a uma ressecção de câncer de

língua e assoalho de boca, complicado posteriormente por uma fratura espontânea da linha média. A mandíbula foi mantida em latência por duas semanas e expandida 0,9mm por dia até atingir 32mm. Um enxerto microvascularizado e reabilitação com implantes foi realizado posteriormente. Os autores concluíram que esta pode ser mais uma aplicação dos conceitos básicos da distração, especialmente para evitar rotação de retalhos em pacientes previamente irradiados.

Os benefícios do efeito da estimulação elétrica constante sobre a reparação óssea na distração osteogênica foram estudados por HAGIWARA & BELL (2000). Realizaram osteotomia no corpo mandibular de vinte coelhos. Após período de latência de três dias, o distrator externo foi ativado 0,7mm por dia durante dez dias, sendo aplicado uma corrente elétrica de 10 μ A aos parafusos fixadores. Constataram que após dez a vinte dias, havia uma maior quantidade de osso neoformado no grupo que recebeu estimulação elétrica, porém não sendo percebido diferença em maiores períodos.

COPE & SAMCHUKOV (2000) foram os pioneiros em estudar o padrão histológico, através de análise histomorfométrica, a regeneração e remodelação óssea do período de consolidação da distração osteogênica nos ossos da face. Realizaram um experimento de avanço de 10mm do corpo da mandíbula de cães, aguardando-se um período de consolidação de zero, dois, quatro, seis e oito semanas para o sacrifício. Perceberam um aumento crescente na formação de osso trabecular e uma diminuição de tecido fibroso na área distraída nestes intervalos e que a formação óssea aumenta até a quarta e sexta semana, permanecendo constante até a oitava semana, onde verifica-se sinais de remodelação óssea.

NIEDERHAGEN *et al.* (2000) relataram um caso de distração osteogênica para expandir a linha média mandibular. O arco mandibular havia sido diminuído e a maxila alargada, em decorrência de um trauma de face há um ano. A mandíbula foi expandida sete dias depois da instalação de um aparelho dento-suportado em 1mm por dia até atingir 9mm. Os autores ressaltaram as vantagens da realização desta por via intra-bucal por não deixarem cicatrizes.

Um dispositivo para distração da linha média mandibular foi desenvolvido por MOMMAERTS (2001). O aparelho era unicamente suportado pelo osso da sínfise mandibular em detrimento dos dento-suportados. Apresentava as vantagens de exigir o mínimo descolamento para sua aplicação conservando o músculo mentoniano, não provocar deslocamento dental ao final do período de consolidação e atingir uma proporcionalidade entre a expansão dental e do aparelho.

ROBINSON *et al.* (2001) desenvolveram um estudo com objetivo de correlacionar dados clínicos e laboratoriais sobre a resistência ao torque de dispositivos de distração intra-bucal. No ensaio mecânico laboratorial foram utilizados cinco aparelhos, os quais eram montados e fixados de modo a se verificar a resistência à torção enquanto adicionava-se peso contra a direção de distração. Clinicamente foram realizadas distrações em oito pacientes e medidos o torque necessário para ativar o aparelho 1mm por dia. Encontraram uma boa margem de segurança entre a força máxima requerida *in vivo* e os resultados *in vitro* e recomendaram mais estudos para entender a biomecânica da distração mandibular

Uma sugestão de modificação da osteotomia para distração mandibular em correção de deformidades congênitas maxilo-mandibulares foi sugerida por CHOI *et al.*

(2001). Recomendaram o uso da osteotomia sagital de mandíbula como descrito originalmente por Trauner e Obwegeser em detrimento da osteotomia vertical no corpo da mandíbula para sua distração. Apresentaram como vantagens desta modificação uma menor probabilidade de danos aos germes dentários, conservação do nervo alveolar inferior, maior contato ósseo e melhor estabilidade, já que estes pacientes apresentam grande variação anatômica da mandíbula.

As alterações no nervo alveolar inferior durante a distração osteogênica da mandíbula de caprinos foram avaliadas por HU *et al.* (2001). Os animais foram divididos em grupos de acordo a razão da distração, em 1 e 2mm por dia e sacrificados para exame histológico e histomorfométrico, duas semanas depois de concluído 10mm de distração. Os autores concluíram uma razão de distração maior que 1mm por dia pode levar a degeneração nervosa.

Tentando conhecer o comportamento da movimentação dentária dentro do osso imaturo recém distraído, NAKAMOTO *et al.* (2002) dividiram seis cães em dois grupos. Após decorrido duas semanas do período de consolidação no grupo um e doze semanas no grupo dois, os terceiros pré-molares foram movidos distalmente. Os autores encontraram uma maior reabsorção radicular no grupo 1 e sugeriram que força pesada e movimentação precoce em osso recém-criado pela distração osteogênica deva ser evitado.

HOLMES *et al.* (2002) relataram dois casos onde foi tentado realizar um procedimento de distração mandibular para tratamento de solução de continuidade por ressecção de segmento. Ambos os pacientes eram portadores de patologias malignas, tendo sido irradiados. Obtiveram o insucesso nos dois casos, com fratura dos aparelhos de

distração, não havendo neoformação óssea. Concluíram que distração osteogênica não deve ser realizada em tecidos submetidos à radioterapia.

2.2.2. Distração Osteogênica Maxilar

Na tentativa de estudar a distração osteogênica na maxila, BLOCK & BRISTER (1994), foram os pioneiros. Desenvolveram um estudo com três cães, usando um aparelho ancorado nos dentes caninos e em implantes no palato. Utilizaram os princípios preconizados por Ilizarov, de um período de latência de sete dias, com razão de 1mm por dia fracionado em duas ativações de 0,5mm. Os cães foram sacrificados com quatro, oito e doze semanas e avaliados clinicamente, radiograficamente e histologicamente. Encontraram resultados favoráveis, com formação óssea quase completa na sexta semana, recomendando o uso desta técnica também para maxila de cães.

BLOCK *et al.* (1995) usaram os princípios da distração osteogênica para promover o avanço da região anterior da maxila de 16 cães, por meio de um aparelho dento-suportado. Após sete dias da cirurgia de instalação dos aparelhos, estes foram ativados 0,5mm duas vezes ao dia durante dez dias. Foram realizadas avaliações radiográficas na terceira semana, no terceiro e no sexto mês. Além da quebra de muitos dispositivos, encontraram grande movimentação dentária quando comparado ao avanço esquelético da maxila e concluíram ser necessário um apoio ósseo para tal movimentação.

Um aparelho implanto-suportado instalado no palato de quatro cães foi utilizado por BLOCK *et al.* (1997). Decorrido sete dias da cirurgia de osteotomia da região anterior da maxila o aparelho foi ativado 0,5mm duas vezes por dia durante dez dias, atingindo um total de alongamento de 10mm. Obtiveram um avanço esquelético de 85% após 26 dias de

avaliação clínica e radiográfica. Concluíram que a fixação esquelética apresenta melhores índices de recidiva em relação aos dispositivos dento-suportados.

RACHIMIEL *et al.* (1998) estudaram o comportamento da distração osteogênica dos ossos membranosos do terço médio da face em ovelhas. O terço médio foi gradualmente distraído 2mm por dia, até o 21º dia, atingindo aproximadamente 40mm. Os autores aprovaram os resultados experimentais da distração osteogênica na maxila, indicando-a principalmente para grandes avanços de maxila, onde dispensa-se a necessidade de enxerto ósseo.

PADWA *et al.* (1999) relatou três casos de distração osteogênica maxilo-mandibular. Decorrido de 2 a 5 dias após a colocação dos dispositivos justa-ósseos, porém de ativação extra-bucal, foram ativados 2 a 3 vezes atingindo de 1 a 1,5mm por dia. Os pacientes foram mantidos em bloqueio maxilo-mandibular durante o período de consolidação e depois submetidos novamente a anestesia geral para remoção dos dispositivos. Os autores concluíram ser a distração osteogênica, uma técnica viável principalmente para correção de condições como a microssomia hemifacial e a síndrome de Treacher-Collins, ainda assim, com o inconveniente de necessitar de grande cooperação dos pacientes, acompanhamento ortodôntico rigoroso e além da morbidade associado ao período de bloqueio maxilo-mandibular. Portanto recomendaram a distração inicial da mandíbula e só depois de sua consolidação uma osteotomia maxilar convencional

OHKUBO & UEDA (1997) estudaram o comportamento da distração osteogênica do osso da calota craniana de cães. Os dispositivos de distração foram confeccionados e ancorados por implantes posicionados ao longo da sutura sagital e instalados dez semanas antes da aplicação de força. Observaram que os implantes se comportaram como um pilar

sólido, sem movimentação, permitindo a ativação do aparelho a uma razão de 0,5mm por dia e culminando em neoformação óssea na sutura sagital. Concluíram indicando a possibilidade do uso da distração osteogênica para correção de deformidades crânio-maxilo-faciais.

2.3. DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA ALVEOLAR

A exemplo de outras partes do corpo humano, a distração osteogênica evoluiu aplicando seus princípios biológicos também na reconstrução do processo alveolar, na tentativa de suprir as deficiências e os insucessos das técnicas reconstrutivas, até então exercidas, tais como o enxerto ósseo autógeno os implantes aloplásticos e a regeneração tecidual guiada.

BLOCK *et al.* (1996), estudaram o comportamento da distração osteogênica na reconstrução vertical do rebordo alveolar. Realizaram defeitos nas mandíbulas de quatro cães, através da remoção do primeiro molar seguida de osteoplastia, simulando um rebordo atrófico. Doze semanas depois, utilizaram quatro implantes inseridos através da face vestibular do rebordo alveolar, os quais foram adaptados, após um período de osseointegração, a um dispositivo que promoveria a distração. Seguindo o protocolo de sete dias de latência e ativados a razão de 1mm por dia, avaliaram clinicamente, radiograficamente e histologicamente. Encontraram resultados similares a distração horizontal da maxila e da mandíbula, percebendo-se uma neoformação óssea por volta da sexta semana após cessada ativação, com a formação de canais nutrientes paralelos ao movimento de distração vertical, sendo a cortical lingual mais espessa que a vestibular.

CHIN & TOTH (1996) foram os pioneiros a descreverem cinco casos de distração osteogênica em deficiências do esqueleto maxilo-facial, onde os dispositivos de distração eram instalados por via intra-bucal. Realizaram um avanço do terço médio, três alongamentos do ramo mandibular e uma reconstrução vertical do rebordo alveolar. Concluíram que os aparelhos internos evitam a formação de cicatrizes, como acontece nos

aparelhos externos, aumentam a cooperação do paciente e melhoram a estabilidade, devido estarem bem próximos aos segmentos ósseos. Ressaltam ainda, uma nova grande utilidade dos princípios da distração osteogênica para reconstrução de deformidades alveolares, desde que sejam construídos dispositivos menores e com múltiplo eixo de transporte.

BLOCK *et al.* (1998) investigaram clínica, radiográfica e histologicamente a resposta do osso alveolar após distração osteogênica vertical, e posterior restauração com implantes submetidos a carga. Utilizaram-se de quatro cães realizando defeitos ósseos alveolares mediante desgastes dos alvéolos após exodontia dos pré-molares e primeiros molares inferiores. Quatro implantes foram colocados horizontalmente, dois no osso basal e dois no disco de transporte e um dispositivo de distração justa-ósseo confeccionado. Após o período de latência de sete dias, iniciou-se a distração a uma razão de 0,5mm duas vezes ao dia por dez dias consecutivos. Os implantes foram colocados no osso distraído, através do disco de transporte, após dez semanas e as próteses confeccionadas. Os cães foram sacrificados após um ano de função mastigatória. Encontraram que os implantes colocados no osso distraído, mantiveram-se em função durante o período do estudo, porém perceberam através da avaliação histológica, que a cortical vestibular parecia ser mais afetada que a cortical lingual recém-formada. Creditaram tal fato, as sucessivas intervenções sofridas pelo perióstio vestibular quando da execução da metodologia.

ODA *et al.* (1999) estudaram os resultados da distração osteogênica do rebordo alveolar de cães, utilizando-se do próprio implante como dispositivo de distração, observando a osseointegração dos implantes no osso recém-formado. Usaram cinco cães, removendo seus pré-molares. Doze semanas após, realizaram osteotomia no rebordo e instalaram dois implantes de 10mm. Os implantes foram inseridos apenas 5mm no osso

osteotomizado, ficando o restante exposto ao meio bucal. Um fio circunferencial mandibular manteve o segmento em posição por sete dias. Os implantes foram inseridos suavemente 0,9mm por dia. Os animais foram radiografados após seis dias do início da ativação e em intervalos de dois, quatro, oito, doze, 24 e cinquenta semanas e sacrificados com 52. Embora tenham obtidos uma boa osseointegração dos implantes com o osso distraído, perderam dois implantes e observaram reabsorção óssea parcial no segmento de transporte destes. Justificaram tais achados pela grande probabilidade de infecção devido à exposição das roscas dos implantes e questionaram este método pela falta de suporte do osso medular no ápice do implante no momento da distração.

URBANI *et al.* (1999) relataram um caso de distração osteogênica vertical na mandíbula de uma mulher de 30 anos, com rebordo alveolar atrófico devido a perdas dentárias por trauma. Obtiveram um ganho de 7mm de altura utilizando um sistema de distratores intra-ósseos, permitindo a colocação imediata dos implantes após a remoção dos dispositivos, diminuindo assim o tempo de tratamento. Porém ressaltaram o cuidado que se deve ter com o ângulo de inserção dos distratores, pois poderão prejudicar o resultado dos implantes.

CHIN (1999) defendeu a distração osteogênica do rebordo alveolar como técnica reconstrutiva para reabilitação por implantes osseointegrados, pois promove o crescimento gradual de tecido ósseo e tecido mole. Descreveu detalhadamente os passos da técnica cirúrgica para distração do rebordo alveolar, utilizando um simples dispositivo intra-ósseo constituído de um fino pino rosqueado e duas placas, uma para o segmento de transporte e outra para base. Ressaltou a importância em seguir os princípios preconizados

por Ilizarov e em especial a um descolamento mínimo do periósteo com conservação deste na crista do rebordo.

Os primeiros resultados de um novo dispositivo intra-ósseo, foram apresentados por GAGGL *et al.* (1999a). Os dispositivos uniam as vantagens dos distratores e dos implantes, funcionando de forma intra-óssea, onde o próprio implante funcionava como distrator. Usaram dezessete implantes e obtiveram sucesso em quinze, recebendo carga e tornando-se funcional. Encontraram dificuldades em pequenos espaços unitários edêntulos. Concluíram ser este uma boa forma de encurtar o tempo total de tratamento, porém recomendaram mais estudos.

GAGGL *et al.* (1999b) relataram um caso de distração do segmento anterior da mandíbula atrófica de um paciente de 62 anos de idade. Utilizaram um distrator intra-ósseo do tipo implante de 9 mm da SIS®. Estes foram ativados 0,5 mm por dia até atingir 6 mm em 12 dias. Após um período de seis meses de cicatrização dos implantes a prótese total em barra foi confeccionada. Ressaltaram as vantagens deste dispositivo em relação aos demais, pois diminuem o número de intervenções, já que o dispositivo de distração serve de suporte para reabilitação protética.

Tentando provar a aplicabilidade dos distratores intra-ósseos, em forma de implante, GAGGL *et al.* (2000), realizaram 16 implantes em oito carneiros. Seguiram um protocolo de ativação de a cada doze horas totalizando 0,5mm por dia, após um período de latência de sete dias. Os animais eram sacrificados em um, dois, três e seis meses após concluída a distração e avaliados clinicamente, através de sondagem periodontal e testes de estabilidade, e ainda radiograficamente e histologicamente. Encontraram que com três meses havia uma adequada base para estabilidade dos implantes. No sexto mês após

distração 70% da superfície do implante encontrava-se osseointegrada. Porém pelo exame histológico, a formação óssea ainda não estava completa após seis meses. Discutiram a necessidade de mais estudos para estabelecer o tempo ideal para reabilitação protética deste tipo distrator.

Após a ressecção de um tumor da mandíbula, osteosarcoma condroblástico, em um homem de 27 anos, e reconstrução imediata com enxerto livre vascularizado de fíbula, CHIAPASCO *et al.* (2000), realizaram uma distração osteogênica vertical com o intuito de posterior reabilitação por implantes. Utilizaram um distrator do tipo justa-ósseo, instalado por via bucal e anestesia local, usando um período de latência de oito dias e razão de 1mm por dia. Ressaltaram a boa aplicabilidade da técnica para suprir a desvantagem do enxerto de fíbula apresentar pouca altura.

MILLES-SCHOBEL *et al.* (2000) tentaram mostrar a efetividade da distração alveolar em áreas edêntulas da região posterior da mandíbula, usando um distrator justa-ósseo e uma osteotomia em forma de “L”. Operaram quatro pacientes, sendo dois, bilateral. Os procedimentos foram realizados sob anestesia geral, e os dispositivos foram instalados conforme a realização de uma osteotomia medial vertical mais profunda, em continuidade com a osteotomia horizontal terminando no rebordo alveolar posterior. Uma miniplaca era posicionada na extremidade da osteotomia, mediante a remoção de sua ponta distal, permitindo ao segmento mover-se a partir deste ponto fixo. Seguiram um protocolo de ativação de 0,9mm por dia em três sessões, atingindo 9mm de distração em dez dias, aguardando-se dez semanas para remoção dos aparelhos e colocação dos implantes. Obtiveram insucesso em apenas um paciente, onde houve a fratura da placa de um distrator, o qual foi reoperado sem alteração do curso do tratamento.

Um sistema de distração alveolar intra-ósseo, utilizando o próprio implante como parafuso para distração, foi utilizado por GAGGL *et al.* (2000). Realizaram o aumento vertical do rebordo alveolar de 35 pacientes, pela instalação de 62 implantes. Utilizaram o protocolo de um período de latência de sete a dez dias e razão de 0,25 a 0,5mm por dia para se chegar a um ganho em altura de 4 a 6mm. Os implantes foram testados clinicamente, nos intervalos de três, seis e nove meses após reabilitação protética, pela sondagem periodontal e verificação da estabilidade. Observaram uma melhora crescente da saúde periodontal e da estabilidade ao longo dos nove meses. Ressaltaram as vantagens do uso deste tipo de dispositivo por ser de pequeno tamanho, fácil manuseio, favorecer a estética, diminuir fases cirúrgicas e assim favorecer a reparação óssea. Porém apresentaram como desvantagem um maior tempo de tratamento e o risco de anquilose prematura devido a baixa velocidade de distração utilizada neste tipo distrator, já que se almeja a sua osseointegração posterior.

ODA *et al.* (2000) propuseram a utilização de um dispositivo mais simples para distração alveolar, constituído de um parafuso distrator e uma placa de suporte. Tentando avaliar sua aplicabilidade, desenvolveram um estudo clínico, radiográfico e histológico, utilizando-se de seis cães divididos em dois grupos de três de acordo com o período de consolidação de oito e doze semanas. Para simulação do rebordo atrófico foram removidos os pré-molares e molares e criado um defeito ósseo. Após doze semanas foi realizada a osteotomia e instalação do distrator, o qual foi ativado 1mm por dia, aguardando-se um período de latência de sete dias. O segmento de transporte foi distraído 7mm. Em seguida os implantes foram inseridos nos locais onde estavam os parafusos de distração, aguardando-se oito ou doze semanas de período de consolidação. Não houve perda de

implante e nenhum caso de infecção, havendo aumento vertical do osso alveolar sem maiores dificuldades. Histologicamente observaram uma melhor osseointegração entre os implantes e o osso da câmara de regeneração com doze semanas depois de concluída a distração.

Tentando diminuir o tempo total do tratamento pela reabilitação através de implante em áreas submetidas à distração osteogênica, NOSAKA *et al.* (2000), desenvolveram um estudo clínico, radiográfico e histológico. Usaram quatro cães realizando uma corticotomia subperiostal na região compreendida entre os pré-molares e molares na mandíbula, aguardando-se sete dias de período de latência e ativando 1mm por dia, esta foi avançada 14mm. Os implantes foram inseridos na área distraída na terceira semana e os cães sacrificados após 24 semanas. Obtiveram osseointegração dos implantes sem alterações do processo de reparação do osso distraído e salientaram a possibilidade do encurtamento do tempo de tratamento com estas evidências.

RAGHOEBAR *et al.* (2000) testaram a aplicabilidade de um novo dispositivo intra-ósseo de distração osteogênica alveolar em mandíbulas edêntulas atroficas de três pacientes. Os aparelhos eram constituídos de dois parafusos de distração, duas extensões para fixação do conjunto e um parafuso guia. Iniciaram a ativação cinco dias após mobilização dos segmentos, com 0,5mm duas vezes ao dia. Os implantes foram colocados dois meses após o último dia de ativação e reabilitados em doze semanas. Os achados foram avaliados clinicamente, radiograficamente e histologicamente, obtendo-se resultados satisfatórios, pois os pacientes foram reabilitados e acompanhados por seis meses, onde não foi observado nenhum caso com alteração nervosa sensorial, infecção, perda dos implantes e nem dos dispositivos.

Com a preocupação de conhecer o comportamento do osso recém-distraído, quando submetido a carga através dos implantes, BLOCK *et al.* (2000) realizaram uma comparação entre o comportamento de implantes com superfície usinada e os de superfície tratada com hidroxiapatita. O estudo usou oito cães, realizando avaliação clínica, radiográfica e histológica. Concluíram que os implantes apresentavam-se funcionais dentro do período avaliado e que os de superfície com hidroxiapatita apresentava melhor neoformação óssea.

ALDEGHERI & DUBRANA (2000) descreveram um caso de distração alveolar da maxila, onde o paciente já havia tentado sem sucesso dois enxertos ósseos livres. Usaram um distrator justa-ósseo para ganhar 9mm em altura, na região de incisivo central e primeiro pré-molar. Ressaltaram os bons resultados obtidos com esta técnica pela expansão simultânea de tecidos duros e moles, não havendo o risco de complicações pela não existência de um local doador de osso e por poder ser realizada sob anestesia local.

NOCINI *et al.* (2000) relataram um caso de reconstrução mandibular a partir de um enxerto vascularizado de fíbula em um paciente que sofreu perda de substância por um ferimento de arma de fogo. O paciente havia perdido um segmento compreendido entre o segundo pré-molar inferior esquerdo e o incisivo lateral direito. Quinze meses após a reconstrução do segmento perdido com a tíbia, tratamento ortodôntico e expansão da maxila, a distração vertical da fíbula foi iniciado. Um distrator justa-ósseo foi instalado sob anestesia geral e após sete dias, ativado 0,5mm por dia, atingindo-se 11mm em vinte e dois dias de ativação. O distrator foi removido sob sedação, depois de seis meses. Os autores ressaltaram a eficiência da técnica de distração para estes casos, onde a fíbula apresenta o inconveniente de ter pouca altura óssea.

Um dispositivo de distração osteogênica alveolar capaz de assumir múltiplas direções foi idealizado por WATZEK *et al.* (2000), tendo como indicação principal para o reposicionamento de implantes. O aparato de distração apresentava o inconveniente de apoiar-se em dentes ou em implantes adjacentes e possuir muitos componentes, porém apresentavam apenas uma fase cirúrgica.

Uma forma diferente de distração osteogênica alveolar, objetivando ganho de espaço no arco dental para movimentação ortodôntica foi descrito por TRIACA *et al.* (2001). O método foi aplicado com êxito em pacientes com apinhamento dental anterior, que eram candidatos à extração dentária. Consistia em uma osteotomia no processo alveolar da mandíbula de canino a canino, onde o dispositivo dento-suportado levaria o segmento mobilizado para frente, criando espaço entre os caninos e pré-molares para movimentação ortodôntica.

Uma outra aplicabilidade da distração osteogênica alveolar foi experimentada por YEN *et al.* (2001), para fechar uma fissura do processo alveolar de um paciente com fissura lábio-palatina. O aparelho para distração foi montado no vestíbulo e no palato, distraíndo horizontalmente o segmento alveolar mobilizado, o qual continha, canino, primeiro e segundo pré-molares. Os autores concluíram afirmando no futuro ser possível o fechamento da fissura palatina também por distração.

KLEIN *et al.* (2001) relataram sua experiência inicial com um tipo de distrator intra-ósseo, semelhante a um implante. Descreveram apenas um caso, onde o dispositivo foi ativado no quinto dia pós-operatório a 1mm por dia. Deslocaram o segmento de transporte 7mm, o qual foi estabilizado por quatro semanas e em seguida removido, dando lugar a inserção dos implantes. Recomendaram este tipo de dispositivo por apresentar

vantagens adicionais como o controle direcional do segmento distraído, simplicidade do desenho, evitando placas ósseas e parafusos, diminuindo o risco de infecção.

O relato de cinco casos de distração osteogênica seguida de implantes osseointegrados foi descrito por URBANI (2001). Utilizou dois diferentes tipos de distratores intra-ósseo. Um do tipo implante e outro contendo placa de transporte, placa de estabilização e um parafuso guia para ativação. Os casos foram operados sobre anestesia local e iniciada ativação após cinco dias. O autor ressaltou a vantagem do distrator intra-ósseo do tipo implante, por diminuir o número de intervenções e concluiu que a técnica de distração osteogênica é mais vantajosa que a regeneração óssea guiada por permitir ser realizada sob anestesia local, não necessitar de área doadora e diminuir o tempo total de tratamento.

RACHMIEL *et al.* (2001) realizaram quatorze casos de distração osteogênica alveolar utilizando um distrator intra-ósseo, constituído de um parafuso de distração central e de duas placas fixadas com um parafuso de 1,2mm. Sendo posicionadas uma no segmento de transporte e outra no osso basal, onde apoiava a ponta do parafuso central de distração. A distração foi iniciada no quarto dia pós-operatório, com 0,8mm por dia, durante cerca de dez a dezesseis dias, conseguindo uma média de 10 a 16mm. O segmento distraído foi estabilizado por um período de sessenta dias, quando os dispositivos foram removidos e cerca de 23 implantes inseridos e acompanhado por vinte meses. Obtiveram insucesso em dois casos, com perda do implante em um e fratura da placa base em outro. Os autores ressaltaram a instabilidade em manter o vetor de distração e a necessidade de dois procedimentos cirúrgicos, como as principais desvantagens com este tipo de distrator.

LEHRHAUPT (2001) apresentou um caso de distração osteogênica alveolar em um homem de 25 anos de idade com perda óssea entre o incisivo central e o lateral decorrente de trauma há dez anos atrás. Utilizou um distrator intra-ósseo, o qual continha uma placa base, placa de transporte e um parafuso comprido intra-ósseo chamado de eixo de transporte. Após uma semana de período de latência o distrator foi ativado duas vezes ao dia em um total de 0,8mm por dia, durante dez dias. Após um mês, o eixo de transporte foi removido e após seis meses foram inseridos dois implantes associados com enxerto ósseo particulado e proteção com membrana de politetrafluoretileno expandido. Os implantes receberam carga funcional no nono mês. O autor ressaltou o sucesso do método de distração em detrimento de outros métodos de reconstrução alveolar pela sua maior previsibilidade.

Oito pacientes com deficiência vertical do osso alveolar foram tratados por CHIAPASCO *et al.* (2001) através do uso de distratores alveolares justa-ósseos. As perdas ósseas tinham etiologia variada como ressecção patológica, displasia ectodérmica, atrofia fisiológica e trauma. O período de latência foi de sete dias e ativação de 0,5mm duas vezes ao dia. Após o período de consolidação de dois a três meses vinte e seis implantes foram inseridos nas áreas distraídas. Após doze meses os autores avaliaram profundidade de bolsa, estabilidade do implante, índice de sangramento e de placa. Nenhum implante foi perdido durante um ano de acompanhamento clínico e radiográfico, estando os critérios avaliados dentro da normalidade e condizente com a literatura de acordo com os autores.

Uma inovação técnica de distração osteogênica alveolar na região posterior de mandíbula foi publicado por KLUG *et al.* (2001). Relataram dez casos, utilizando um distrator justa-ósseo onde a área a ser distraída foi protegida por uma membrana de titânio.

Depois de decorrida uma semana da cirurgia, os distratores foram ativados três vezes ao dia, atingindo 9mm por dia durante dez dias. Os distratores e a membrana foram removidos na décima semana. Encontraram deiscência da ferida, em dois casos e a fratura do distrator, em um outro, como complicações, porém obtiveram um ganho ósseo médio de 7,5mm. Recomendaram o uso da membrana para evitar invasão de tecido conjuntivo, gerando um tipo de escavação semi-lunar na cortical vestibular, desta forma, promovendo uma forma mais fisiológica ao processo alveolar.

McALLISTER (2001) apresentou uma série de dez distrações osteogênicas em um total de sete pacientes, utilizando um distrator do tipo intra-ósseo contendo três partes: corpo, parafuso de distração e base. Após um período de latência de sete dias o distrator foi ativado 1mm por dia. O período de consolidação foi de cinco dias a cada 1mm de distração final. Os autores recomendaram o uso desta técnica, pois relataram um ganho ósseo vertical de 5 a 9mm, porém ressaltaram cuidados com riscos potenciais como: instabilidade do distrator, fratura do segmento de transporte, deiscência do retalho, ausência ou prematuridade na consolidação e as complicações de ordem cirúrgica.

Com a preocupação em manter o longo eixo do distrator alveolar estável, UCKAN *et al.* (2002-c), sugeriram uma modificação técnica para distração alveolar na maxila. Sugeriu a fixação de um fio ortodôntico do tipo níquel titânio, através de braquetes no dentes adjacentes ao defeito ósseo. O eixo principal de distração seria então preso ao fio ortodôntico por fio de amarria. Este seria trefilado juntamente com o distrator, orientando a neoformação óssea vertical também para a face vestibular. Os autores ressaltaram ser este aspecto mais importante na maxila devido a mucosa ser mais inelástica, podendo até o distrator interferir com os dentes inferiores.

GARCIA *et al.* (2002) descreveram complicações da técnica de distração osteogênica alveolar em sete casos, dividindo-as em fases, quando da sua ocorrência. No trans-operatório, encontraram fratura do segmento de transporte, dificuldades no manuseio devido ao excessivo comprimento da haste do aparelho distrator e dificuldades em finalizar a osteotomia pelo lado lingual. Durante a fase de distração observaram a direção incorreta do vetor de distração, perfuração da mucosa por sobre o disco de transporte e deiscência de sutura. Após o período de distração, obtiveram defeitos na formação óssea do osso distraído, como intercorrência. Concluíram que, apesar da pequena amostra, a técnica de distração osteogênica alveolar deve ser recomendada para reconstrução do rebordo alveolar, pois suas complicações são facilmente contornáveis.

A análise da efetividade clínica de uma série de 10 casos com acompanhamento de 1,8 anos em média, foi realizada por UCKAN *et al.* (2002-b). Foi utilizado um distrator intra-ósseo do tipo Lead System® ativado após uma semana de latência, com uma razão de 0,8mm duas vezes ao dia. Atingindo-se a distração planejada, os implantes foram colocados após cinco a oito semanas. Os critérios avaliados foram: a profundidade do sulco peri-implante, condição gengival, mobilidade do implante e avaliação radiográfica panorâmica. Obtiveram como complicações: sangramento trans-operatório, o deslocamento para o lado lingual ou vestibular e a fratura do segmento de transporte. Os autores concluíram ressaltando a efetividade da técnica, pois todas as complicações foram facilmente solucionadas, resultando em aproveitamento de 85% dos implantes inseridos.

GAGGL *et al.* (2002) relataram uma modificação técnica na realização de doze casos de distração alveolar com distratores intra-ósseos do tipo implantes. Os autores utilizaram uma abordagem trans-gengival, via abertura com *punch*, para instalação dos

distratores, assim como para reabilitação protética. A osteotomia e mobilização do segmento de transporte foi executado através da mucosa vestibular. Apresentaram como vantagem deste método a preservação de maior suprimento sanguíneo e o menor número de intervenções, diminuindo a reabsorção óssea periimplante.

ROBIONY *et al.* (2002) associaram os princípios da distração osteogênica alveolar aos benefícios do uso de plasma rico em plaquetas para reconstrução de mandíbulas extremamente atroficas com cerca de 8 a 10mm de altura. O período de latência do protocolo de distração foi modificado para quinze dias, enquanto havia uma revascularização do enxerto particulado de crista ilíaca. Os autores relataram sucesso na descrição de cinco casos, obtendo em média 10,3mm de ganho ósseo vertical, possibilitando a colocação de dois a quatro implantes variando de 13 a 15mm de altura.

HORIUCHI *et al.* (2002) relataram um caso de distração horizontal e vertical do processo alveolar anterior da maxila. Recomendaram a técnica principalmente para pacientes com discrepância antero-posterior, onde somente a distração alveolar tradicional não reabilitaria. A técnica consistia de uma osteotomia segmentar anterior da maxila, a qual era distraída através de um dispositivo fixado ao palato através de parafusos de titânio. Ressaltaram a importância da inovação técnica pela possibilidade de distração alveolar vertical e horizontal simultaneamente.

As dificuldades técnicas da distração osteogênica alveolar em mandíbulas atroficas para fins de reabilitação com implantes, foi ressaltado por UCKAN *et al.* (2002). Os autores apresentaram três casos onde foram utilizados um tipo de distrator semi-rígido do tipo Chin Leibinger®, ressaltando a maleabilidade deste distrator em direcionar a neoformação óssea. Concluíram lembrando das peculiaridades da distração do osso basal da

mandíbula em comparação ao osso alveolar, assinalando duas principais diferenças: pouca quantidade de osso medular e uma maior extensão na osteotomia horizontal.

Uma grande evolução do processo de distração osteogênica alveolar foi apresentado por GAGGL *et al.* (2002), durante a descrição de sete casos de distração imediatamente após a exodontia de dentes com doença periodontal avançada. Utilizaram distratores do tipo implante, ativados 0,5mm por dia. Ressaltaram a importância desta evolução técnica pela grande diminuição do tempo de tratamento.

JENSEN *et al.* (2002) realizaram um acompanhamento clínico de 4,4 anos em média, em trinta procedimentos de distração osteogênica alveolar em 28 pacientes. Objetivaram um ganho ósseo vertical e horizontal. Para o ganho em altura usaram distratores temporários do tipo implantes e para distração horizontal aplicaram mini-parafusos de titânio fixados e tracionados a um aparelho ortodôntico. Obtiveram neste período uma taxa de 90,4% de sucesso perdendo oito implantes. Os autores concluíram ser uma técnica previsível por apresentar bons resultados, obtendo um certo ganho também na espessura óssea após o ganho em altura.

POLO (2003) avaliou a eficiência da técnica da distração osteogênica alveolar para região posterior da mandíbula de 14 casos, realizando medidas entre o ganho ósseo real e a quantidade de alongamento do distrator. Utilizaram um distrator justa-ósseo da Conexão® ativado após uma semana de latência, com uma razão de 1mm, divididos em três ativações por dia. Atingindo-se a distração planejada, os implantes foram colocados após oito a doze semanas. Os autores concluíram haver a necessidade de realizar uma sobre-correção da distância planejada, pois obtiveram uma perda óssea de 26,55%.

Com o objetivo de avaliar os resultados clínicos da distração alveolar e conhecer as suas potenciais complicações, MAZZONETTO & TOREZAN (2003) apresentaram cinquenta casos de distração alveolar da região anterior da maxila, através de um distrator do tipo justa-ósseo. Os casos foram acompanhados clínica e radiograficamente periodicamente até o terceiro mês após a cirurgia, quando os dispositivos foram removidos. Obtiveram uma taxa de sucesso de 92%, encontrando complicações menores como exposição do distrator, edema anormal, perda temporária de sensibilidade, mobilidade do segmento de transporte e complicações maiores tais como a fratura ou perda deste segmento. Ressaltaram a aplicabilidade da técnica justificando que a maioria das complicações podem ser solucionadas com um severo acompanhamento e intervenção no momento oportuno.

3. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve o propósito de comparar dois sistemas de distratores osteogênicos alveolares justa-ósseos de fabricação nacional, através das avaliações dimensionais dos distratores e parafusos, da resistência à tração dos distratores e da resistência à flexão e à torção dos parafusos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foram avaliados dois sistemas de distratores alveolares justa-ósseos de 9mm de abertura máxima, sendo analisados os distratores alveolares e os parafusos de dois fabricantes: Conexão¹ e Signo Vincés² (Figura 1). As marcas comerciais e códigos dos respectivos materiais analisados, encontram-se dispostos no Quadro 1.

Quadro 1: Marca comercial e código dos distratores e parafusos utilizados.

Marca Comercial	Conexão		Signo Vincés	
Código Distrator	DM-9		DVA009	
Código dos Parafusos	1,3 x 5 mm	994306	1,5 x 5 mm	PFD155
	1,3 x 7 mm	994308	1,5 x 7 mm	PFD157

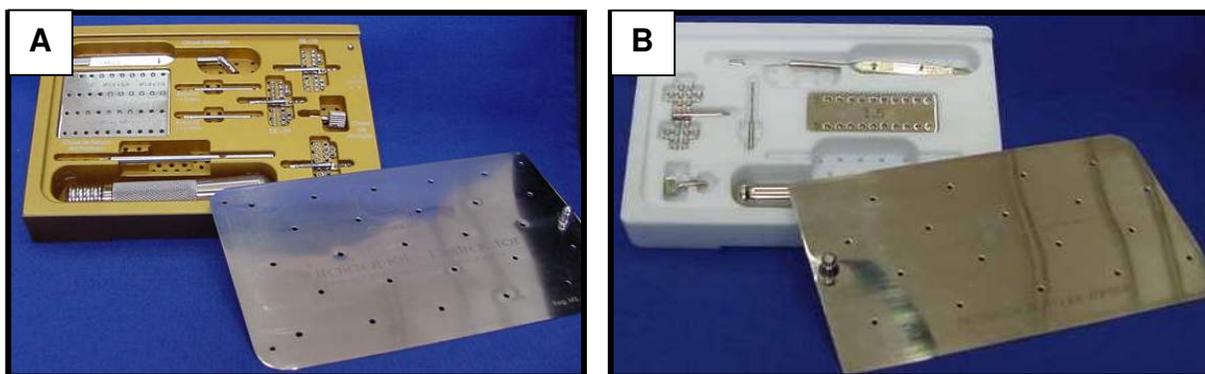


Figura 1: Apresentação comercial do sistema de distração de 9 mm da Conexão (A) e da Signo Vincés (B).

¹ Conexão Sistema de Prótese S/C LTDA, São Paulo-SP, Brasil.

² Signo Vincés Equipamentos Odontológicos LTDA, Curitiba-PR, Brasil.

4.1. Análise Dimensional

Para proceder a análise dimensional foram realizadas mensurações com paquímetro digital³, com precisão de 0,01mm (Figura 2), em dez distratores de 9mm e quarenta parafusos, sendo dez de cada tamanho apresentado pelo fabricante. Para cada medida, foram realizadas três mensurações, em momentos distintos, sendo posteriormente estabelecida a média aritmética.



Figura 2: Paquímetro digital usado para realização das medidas.

4.1.1. Distratores

Nos dez distratores foram realizadas mensurações específicas em suas placas, sendo seis medidas em cada placa superior, inferior e vertical, perfazendo um total de dezoito medidas em cada distrator. As medidas foram tomadas sempre na extremidade direita das placas superior e inferior e na extremidade inferior da placa vertical, estando o distrator posicionado com a conexão da chave de ativação voltada para cima. A medida I refere-se a menor distância das bordas de uma das placas, entre os furos. A II ao diâmetro externo na área dos furos, III a menor distância entre os furos da placa, IV ao comprimento, V ao diâmetro interno na área do furo, VI a espessura da placa (Figura 3). Além disso, foram mensurados: 1) abertura máxima (Figura 3), 2) número máximo de voltas, 3)

³ Starret 727 ME – 6” / 150mm - Brasil

quantidade de distração por volta, verificadas através da ativação com as chaves ativadoras de cada sistema (Figura 5).

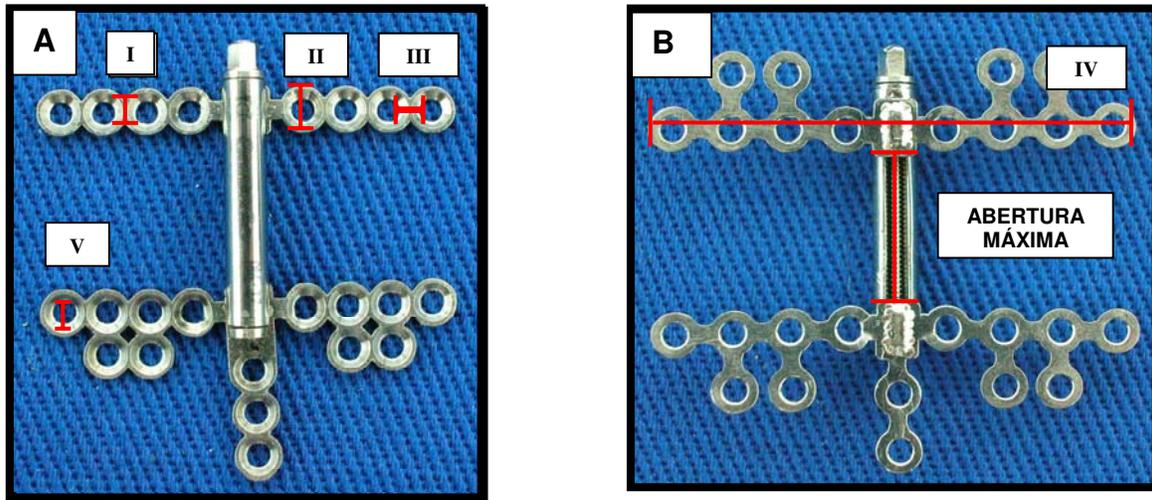


Figura 3: Esquema ilustrativo das medidas I, II, III e V (A); abertura máxima e medida IV (B).

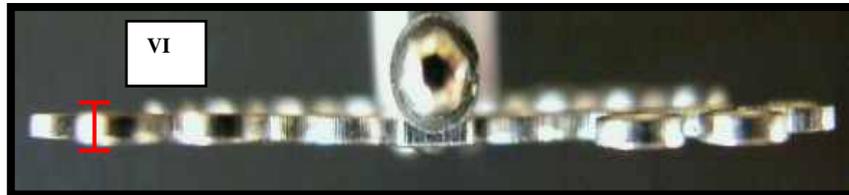


Figura 4: Esquema ilustrativo da medida VI.



Figura 5: Chaves ativadoras da Conexão e da Signo Vinces.

4.1.2. Parafusos

Na análise dimensional dos parafusos foram utilizadas quarenta unidades, vinte do sistema Conexão, sendo dez de cada tamanho oferecido pelo fabricante, 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm e da mesma forma para o sistema Signo Vinces, com os tamanhos 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm. Foram realizadas quatro mensurações, onde a medida I refere-se ao diâmetro da cabeça, II ao diâmetro da haste, III ao diâmetro externo da rosca, IV ao comprimento (Figuras 6). Para a tomada da medida II, foi utilizado um microscópio medidor⁴, com precisão de 0,0005mm, devido ao pequeno tamanho do parafuso (Figura 7).

⁴ Olympus measuring microscope STM - Japan

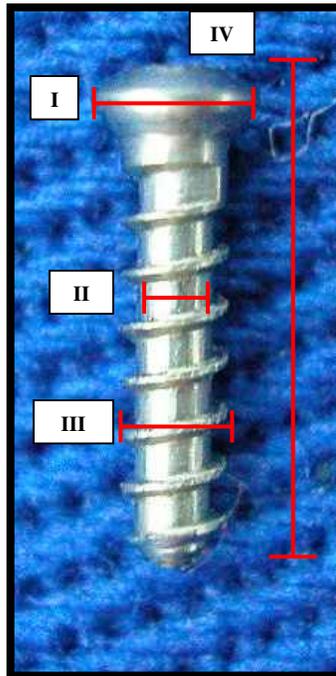


Figura 6: Esquema ilustrativo das medidas no parafuso.



Figura 7: Microscópio medidor utilizado na tomada da medida II dos parafusos.

4.2. Teste de Resistência à Tração do Distrator

Os distratores foram separados em dois grupos, compostos de dez unidades de cada marca comercial. Cada distrator, totalmente aberto, foi fixado pelas placas superior e inferior, por um fio de aço⁵ trançado através dos furos mais próximos a haste central (Figura 8). Cada extremidade do fio de aço foi fixada aos mordentes da máquina de ensaio universal⁶, a uma distância de 3cm das placas superior e inferior (Figura 9). Para a análise da resistência à tração, foi imprimida uma força de direção vertical e sentido superior, ocasionando uma divergência das extremidade dos mordentes na velocidade de 2mm/min., com deslocamento vertical máximo de 10mm (Figura 10)

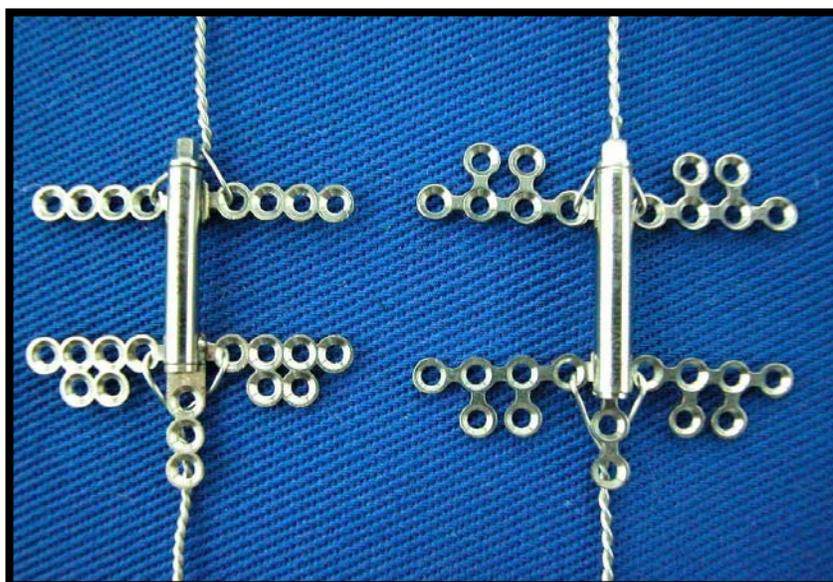


Figura 8: Fio de aço trançado através das placas superior e inferior para realização do teste de resistência à tração de cada marca comercial testada.

⁵ Aciflex 1 Ethicon SãoPaulo-Brasil

⁶ Instron, System ID; 4411 – Inglaterra.

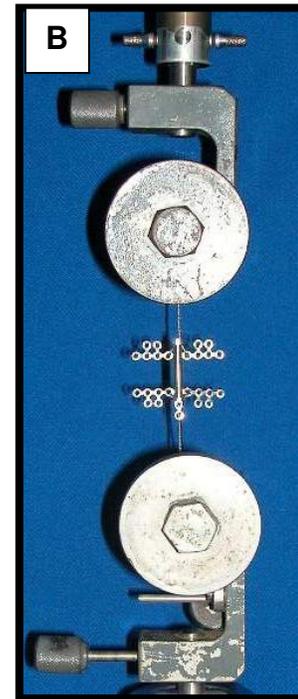
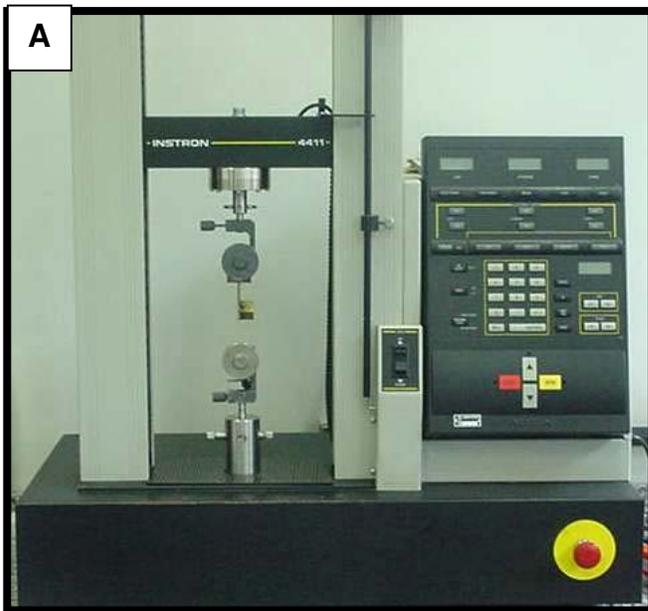


Figura 9: Máquina de ensaio universal (A) e o distrator posicionado a 3 cm dos mordentes superior e inferior (B).

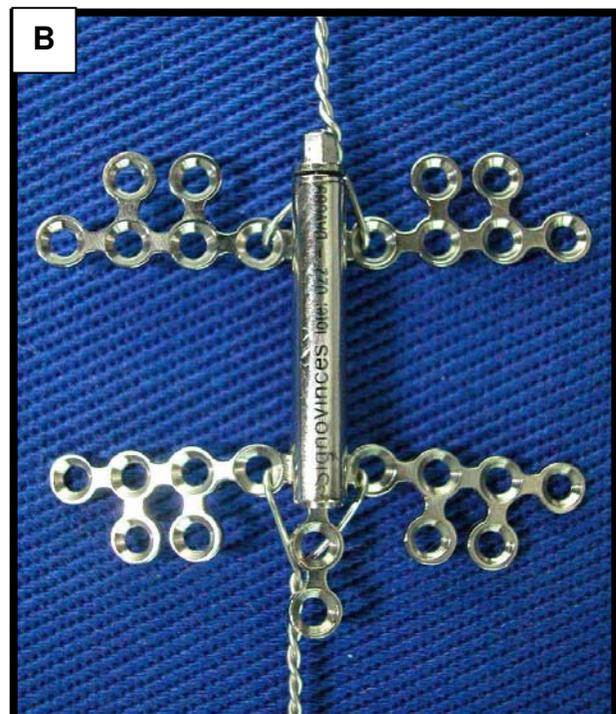
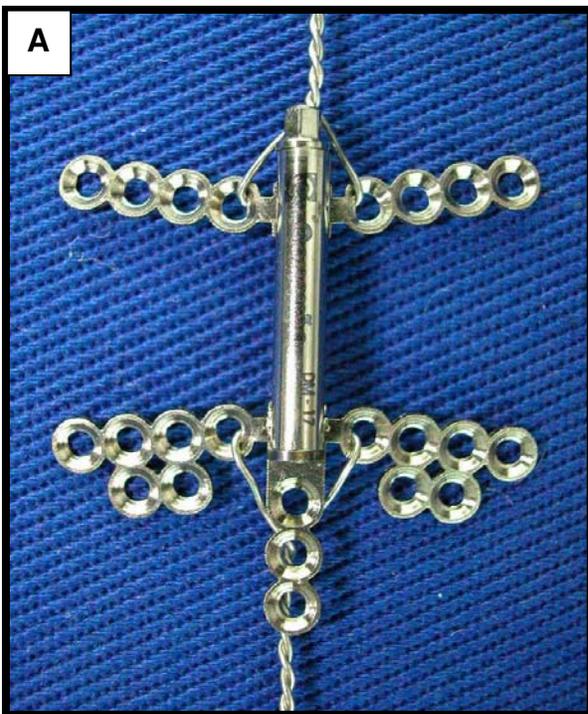


Figura 10: Deformação dos distratores da Conexão (A) e Signo Vinces (B), após o teste de resistência à tração.

4.3. Teste de Resistência à Flexão do Parafuso

Para análise da resistência à flexão foram utilizadas quarenta unidades, vinte do sistema Conexão, sendo dez de cada tamanho oferecido pelo fabricante, 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm e da mesma forma para o sistema Signo Vines, com os tamanhos 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm. Os parafusos foram fixados a base de uma máquina de ensaio universal⁷, onde era imposto uma força de direção vertical e sentido inferior, deslocando-se a uma velocidade de 1mm/min., com deslocamento máximo de 5mm. Os parafusos foram fixados horizontalmente em um dispositivo, contendo um mordente, expondo 2mm do parafuso (Figura 11).

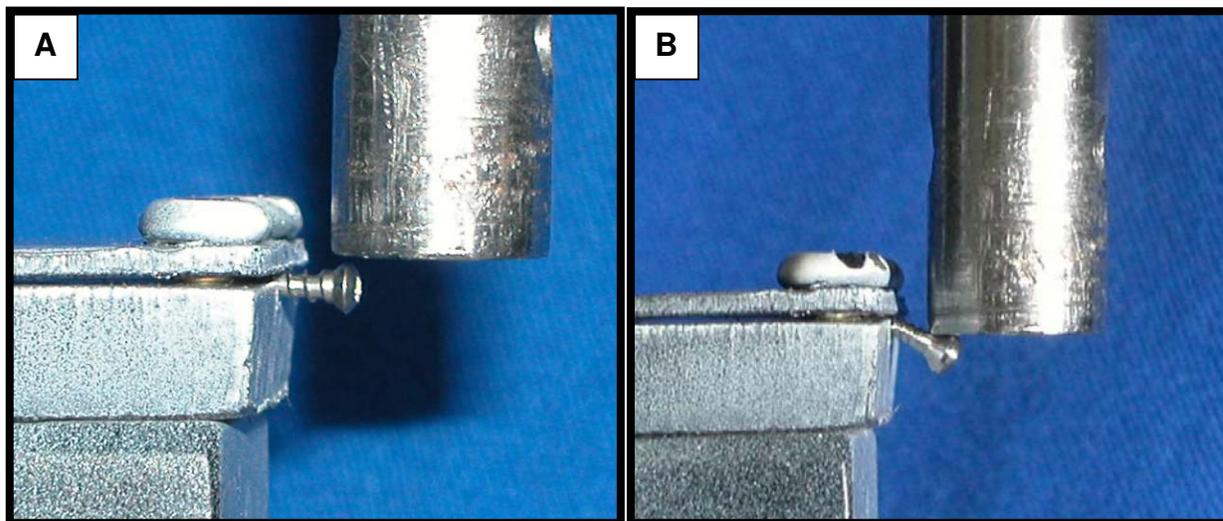


Figura 11: Parafuso posicionado no suporte, adaptado a máquina de ensaio universal para realização do teste de resistência à flexão (A), e após o teste (B).

⁷ Instron, System ID; 4411 – Inglaterra.

4.4. Teste de Resistência à Torção do Parafuso

No teste de resistência à torção foram utilizados vinte parafusos, sendo dez do sistema Conexão de 1,3 x 5mm e dez 1,5 x 5mm do sistema Signo Vínces. No estudo do torque foi utilizado um torquímetro manual⁸ (Figura 12). A ponta ativa da chave de cada sistema foi adaptada ao torquímetro através da solda de um conector especialmente confeccionado para esta finalidade e em seguida introduzido na cabeça do parafuso (Figura 13). Para realização do teste os parafusos foram firmemente fixados verticalmente no centro de uma prensa morsa⁹, expondo as três primeiras roscas. A análise do torque foi realizada aumentando-se gradativamente a unidade de força em capacidade Newtons metros (cNm) aplicada pelo torquímetro, no sentido horário, continuando até percepção macroscópica da fratura do parafuso, seja na união entre a cabeça e o corpo, nas roscas ou quando do espanamento do encaixe da chave na cabeça (Figura 14).



Figura 12: Torquímetro utilizado no teste de resistência à torção dos parafusos.

⁸ Dremometer Rahsol Gedore - Germany

⁹ Schulz 5" Nodular - Brasil

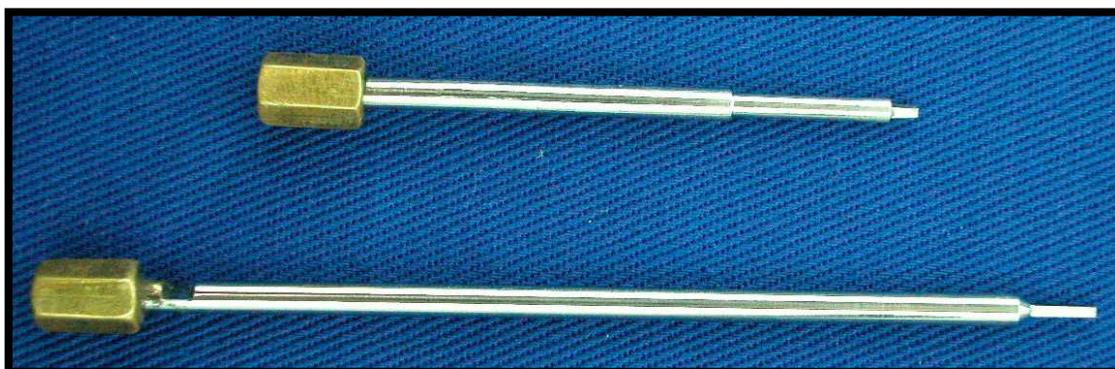


Figura 13: Chaves dos parafusos soldados a uma conexão para encaixe no torquímetro



Figura 14: Parafuso fixado na prensa, com adaptação da chave do torquímetro, para realização do teste de resistência à torção(A), após a fratura do parafuso(B).

4.5. Análise Estatística

No teste dimensional, os valores médios obtidos em cada medida nos distratores e parafusos foram estatisticamente demonstrados com média final (M.), desvio padrão (D.P.), variância (V.) e coeficiente de variabilidade (C.V.%). Para a análise de qual marca comercial apresenta menor variação relativa durante a análise dimensional, foi utilizado o teste dos postos assinalados de Wilcoxon para os distratores e o teste de Friedman para os parafusos. Os valores, em quilograma-força (Kgf) obtidos durante o teste de tração nos distratores foram analisados pelo teste t Students. Para o teste de flexão nos parafusos foram utilizados o teste F e de Tukey, ao nível de significância de 5%. Os valores obtidos em capacidade Newtons metro(cNm) no teste de torção dos parafusos, serão submetidos ao teste t de Student.

5. RESULTADOS

5.1. Análise Dimensional

Os valores médios obtidos em cada medida verificada nos distratores e parafusos são apresentados no Anexo, nas Tabelas de 10 a 22, com média final (M.), desvio padrão (D.P.), variância (V.) e coeficiente de variação (C. V.). As representações gráficas, referentes ao coeficiente de variação (C.V.) obtidos das medidas realizadas nos distratores e parafusos, em cada marca comercial, são mostrados nos Gráficos de 1 a 11.

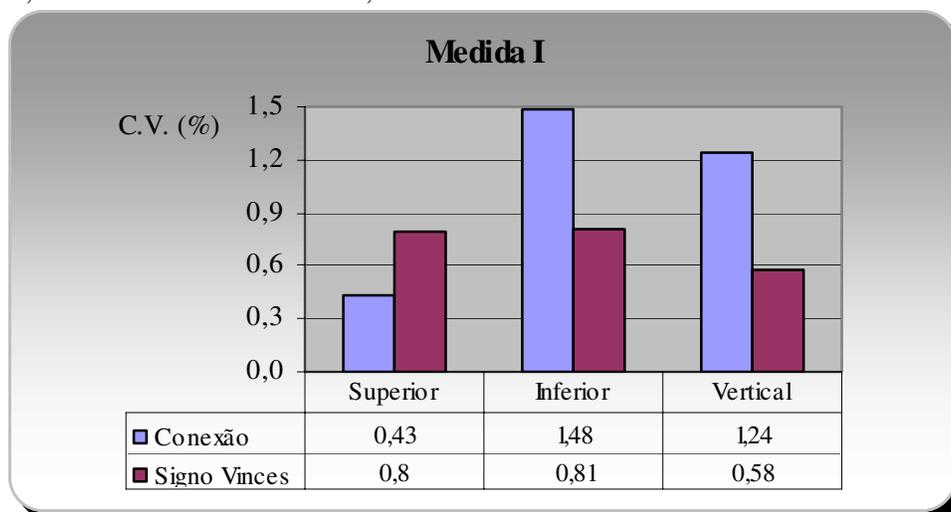


Gráfico 1: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida I nas placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida I das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vínces.

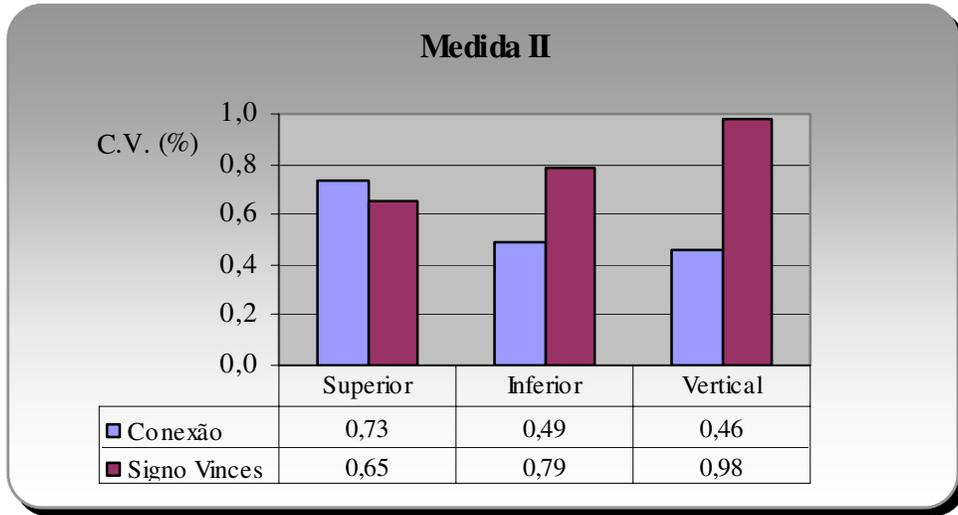


Gráfico 2: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida II nas placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida II das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Conexão.

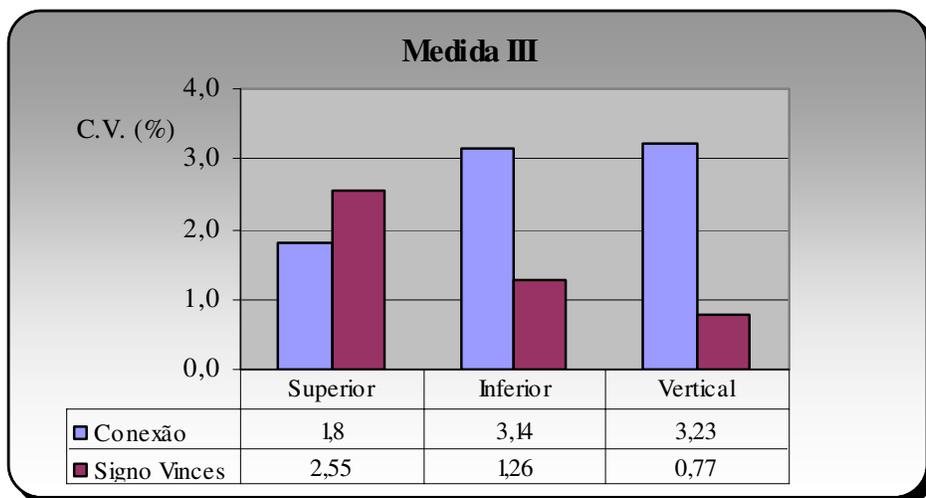


Gráfico 3: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida III nas placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida III das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vínces.

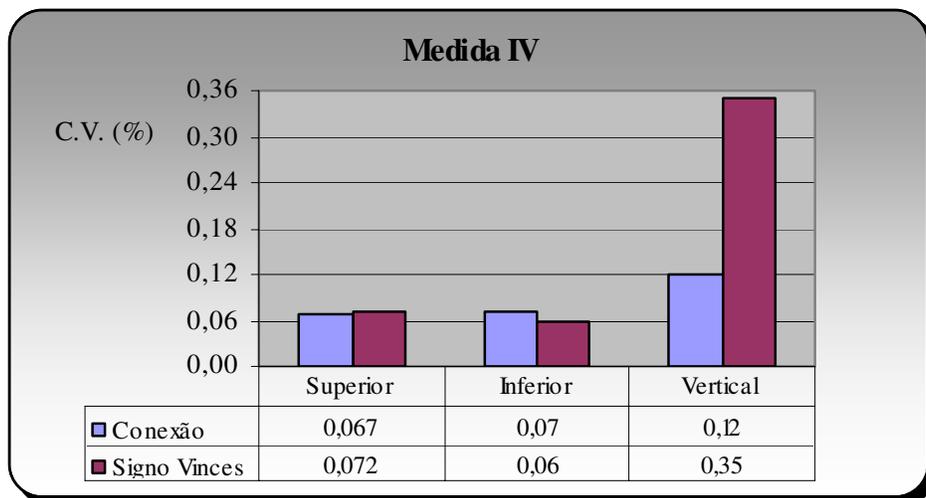


Gráfico 4: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida IV nas placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida IV das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Conexão.

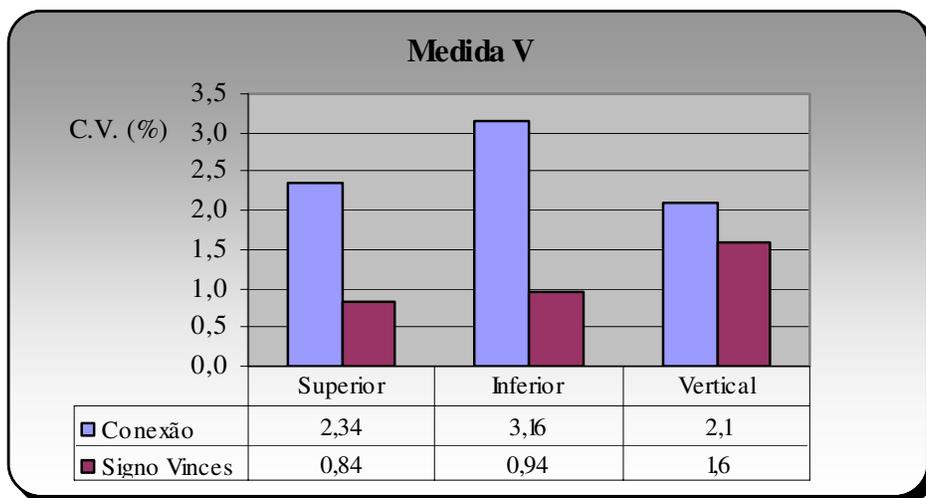


Gráfico 5: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida V das placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida V das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vines.

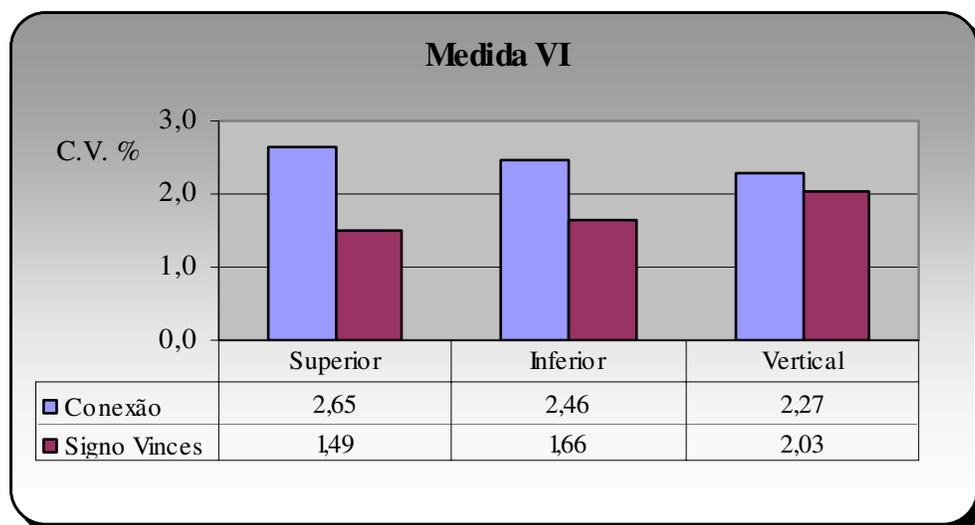


Gráfico 6: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida VI das placas superior, inferior e vertical de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida VI das placas superior, inferior e vertical dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vines.

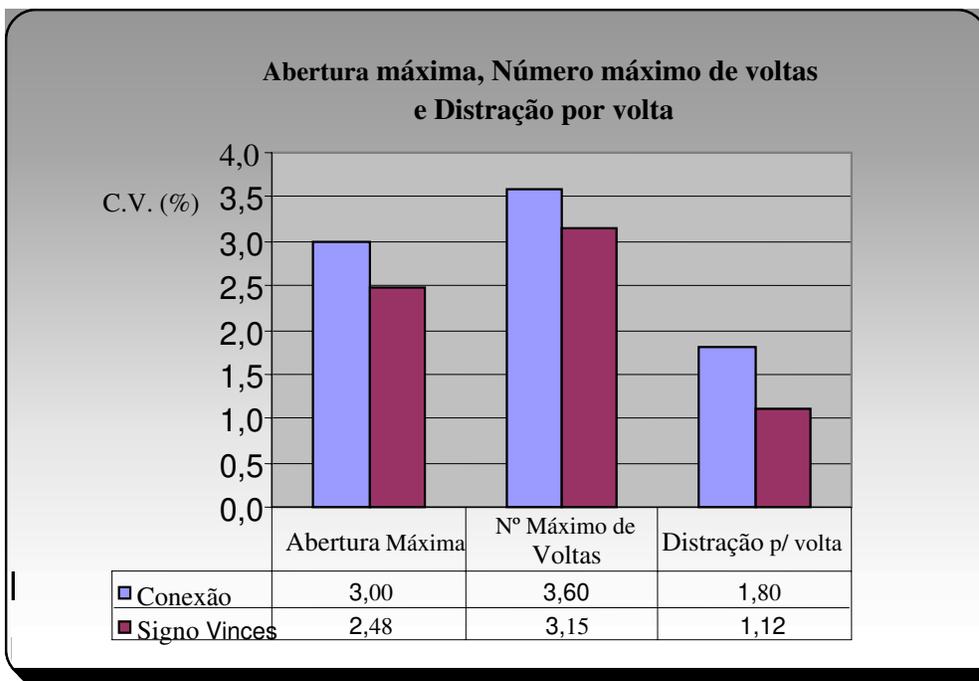


Gráfico 7: Valores referentes ao coeficiente de variação das medidas da abertura máxima, nº máximo de voltas e a distração por volta, dos distratores de cada marca comercial avaliada.

As menores variações nas medidas da abertura máxima, número máximo de voltas e a distração por volta dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vinces.

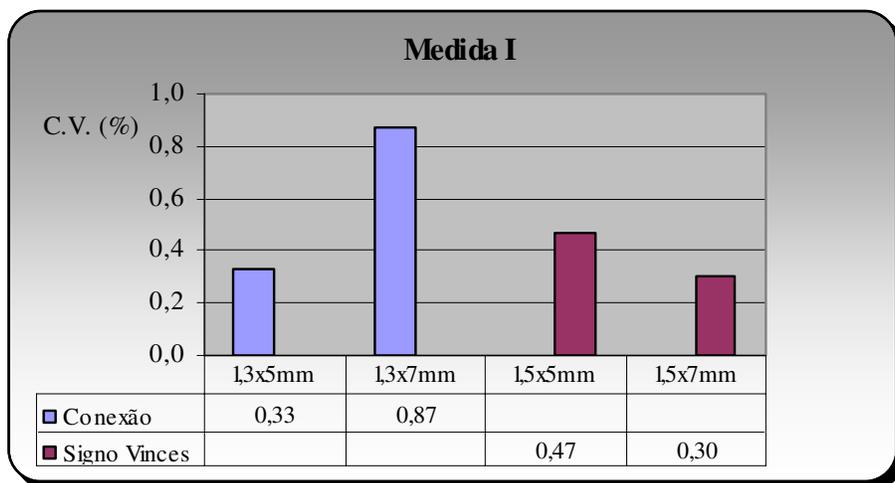


Gráfico 8: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida I nos parafusos de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida I dos parafusos ocorreram na marca Signo Vínces.

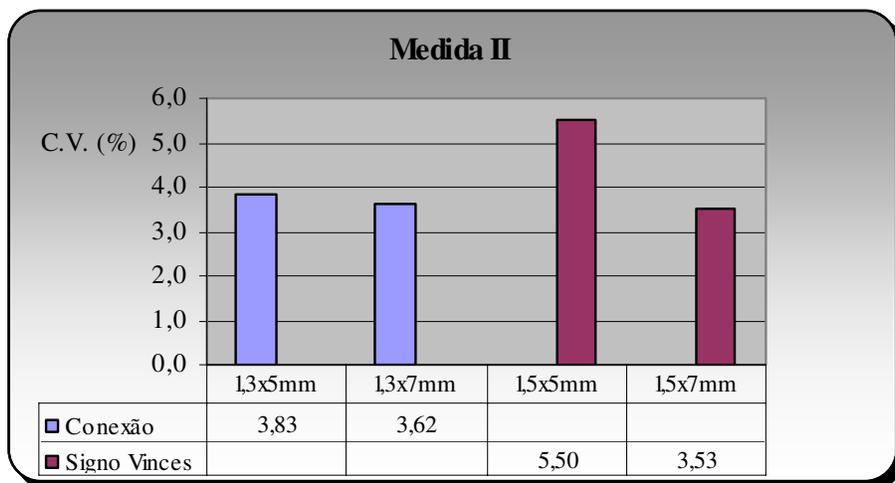


Gráfico 9: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida II nos parafusos de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida II dos parafusos ocorreram na marca comercial Conexão.

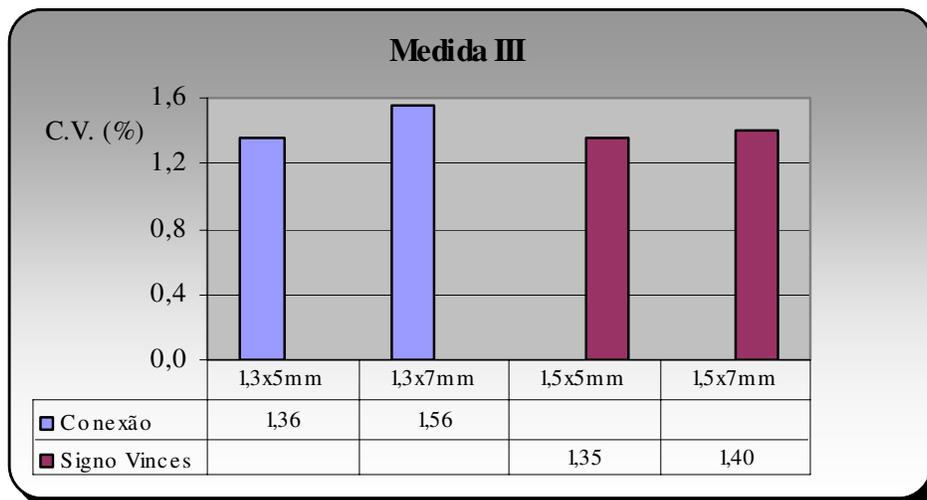


Gráfico 10: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida III nos parafusos de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida III dos parafusos ocorreram na marca comercial Signo Vínces.

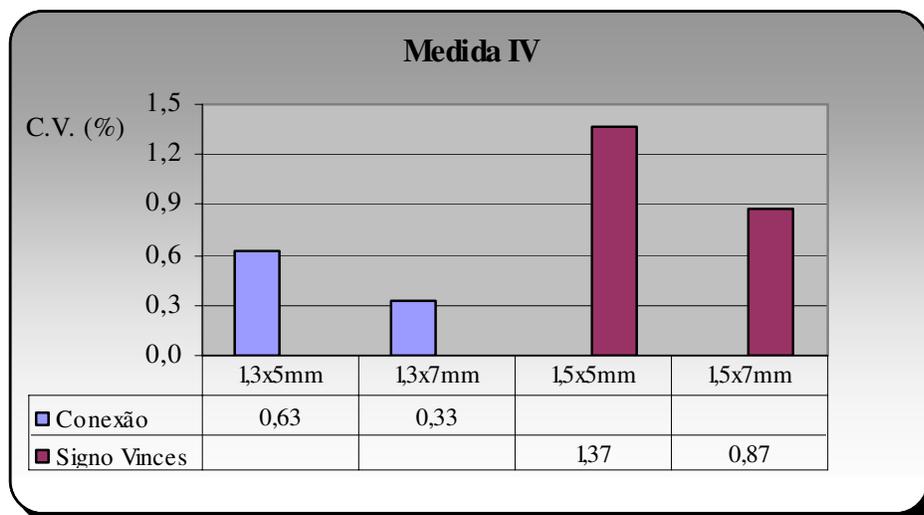


Gráfico 11: Valores referentes ao coeficiente de variação da medida IV dos parafusos de cada marca comercial avaliada.

As menores variações na medida IV dos parafusos ocorreram na marca comercial Conexão.

5.2. Testes de Resistência a Tração do Distrator

Os resultados obtidos nos testes de resistência à tração dos distratores das duas marcas comerciais testadas, estão dispostos na Tabela 1 e Gráfico 12.

Tabela 1: Valores obtidos, em quilograma-força (Kgf), após teste de resistência à tração dos distratores, nas duas marcas comerciais avaliadas.

DISTRATOR	CONEXÃO	SIGNO VINCES
1	14,68	21,61
2	14,25	22,59
3	13,88	27,09
4	15,18	22,77
5	14,01	21,29
6	13,7	21,22
7	12,25	17,17
8	12,23	18,32
9	13,01	17,41
10	13,99	22,58
M.	13.72	21.21
D.P.	0.9662	2.9827
V.	0.9336	8.8966
C.V.	7.0	14.1

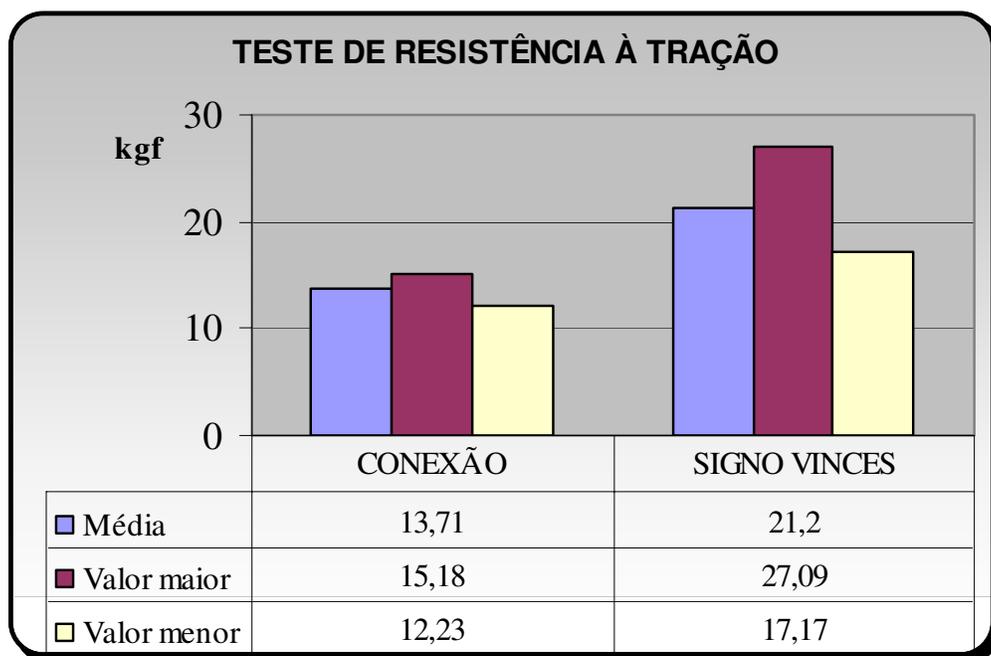


Gráfico 12: Representação gráfica dos valores obtidos em Kgf no teste de resistência à tração dos distratores, nas duas marcas comerciais avaliadas.

5.3. Testes de Resistência à Flexão do Parafuso

Os resultados obtidos nos testes de resistência à flexão dos parafusos das duas marcas comerciais testadas, estão dispostos nas Tabelas 2 e 3 e no Gráfico 13.

Tabela 2: Valores obtidos, em quilograma-força (Kgf), após teste de resistência à flexão dos parafusos de 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm da marca comercial Conexão e 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm da marca comercial Signo Vines.

PARAFUSO	CONEXÃO		SIGNO VINCES	
	1,3 X 5mm	1,3 X 7mm	1,5 X 5mm	1,5 X 7mm
1	8.73	9.26	8.59	14.32
2	10.38	13.33	12.52	14.99
3	8.37	9.59	20.39	14.30
4	10.77	10.13	16.34	18.56
5	8.02	13.87	13.77	12.40
6	9.10	12.90	13.44	14.68
7	6.75	12.66	14.20	19.27
8	7.98	11.58	13.72	17.09
9	8.06	15.01	12.67	14.01
10	9.06	13.38	14.02	18.49
M.	8.72	12.17	13.97	15.81
D.P.	1.1877	1.9486	2.9816	2.3493
V.	1.4105	3.7969	8.8899	5.5192
C.V.	13.6	16.0	21.3	14.9

Tabela 3: Valores relativos, por área, após teste de resistência à flexão dos parafusos de 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm da marca comercial Conexão e 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm da marca comercial Signo Vines.

PARAFUSO	CONEXÃO		SIGNO VINCES	
	1,3 X 5 mm	1,3 X 7 mm	1,5 X 5 mm	1,5 X 7 mm
1	1.343	1.018	1.145	1.364
2	1.597	1.465	1.669	1.428
3	1.288	1.054	2.719	1.362
4	1.657	1.113	2.179	1.768
5	1.234	1.524	1.836	1.181
6	1.400	1.418	1.792	1.398
7	1.038	1.391	1.893	1.835
8	1.228	1.273	1.829	1.628
9	1.240	1.649	1.689	1.334
10	1.394	1.470	1.869	1.761
M.	1.342	1.337	1.862	1.506
D.P.	0.18272	0.21413	0.39755	0.22374
V.	0.03339	0.04585	0.15804	0.05006
C.V.	13.6	16.0	21.3	14.9

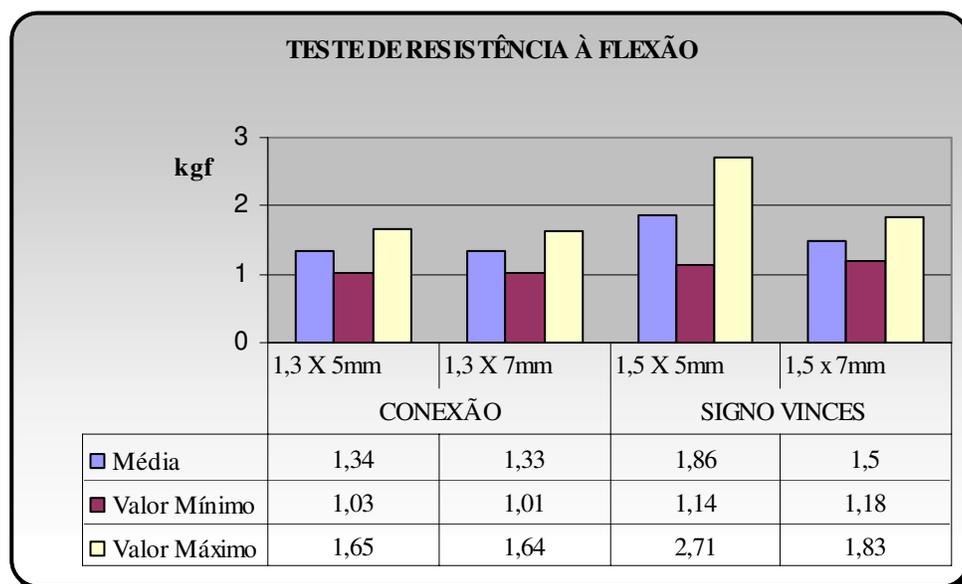


Gráfico 13: Representação gráfica dos valores relativos, por área, após teste de resistência à flexão dos parafusos de 1,3 x 5mm e 1,3 x 7mm da marca comercial Conexão e dos parafusos 1,5 x 5mm e 1,5 x 7mm da marca comercial Signo Vines.

5.4. Testes de Resistência à Torção do Parafuso

Os resultados obtidos nos testes de resistência à torção dos parafusos das duas marcas comerciais testadas, estão dispostos nas Tabelas 4 e 5 e no Gráfico 14.

Tabela 4: Valores obtidos, em capacidade Newtons metro(cNm), após teste de resistência à torção dos parafusos de 1,3 x 5mm da marca comercial Conexão e 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vines.

PARAFUSO	CONEXÃO	SIGNO VINCES
	1,3 X 5mm	1,5 X 5mm
1	23	38
2	20	30
3	21	31
4	21	27
5	21	29
6	20	36
7	21	35
8	20	32
9	19	34
10	23	32
M.	20.9	32.4
D.P.	1.2867	3.3731
V.	1.6556	11.3778
C.V.	6.2	10.4

Tabela 5: Valores relativos, por diâmetro, após teste de resistência à torção dos parafusos de 1,3 x 5 mm da marca comercial Conexão e 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vines.

PARAFUSO	VALORES POR DIÂMETRO	
	CONEXÃO	SIGNO VINCES
	1,3x5mm	1,5x5mm
1	17.69	25.33
2	15.38	20.00
3	16.15	20.67
4	16.15	18.00
5	16.15	19.33
6	15.38	24.00
7	16.15	23.33
8	15.38	21.33
9	14.62	22.67
10	17.69	21.33
Média	16.08	21.60
D.P.	0.9898	2.2487
V.	0.9796	5.0568
C.V.	6.2	10.4

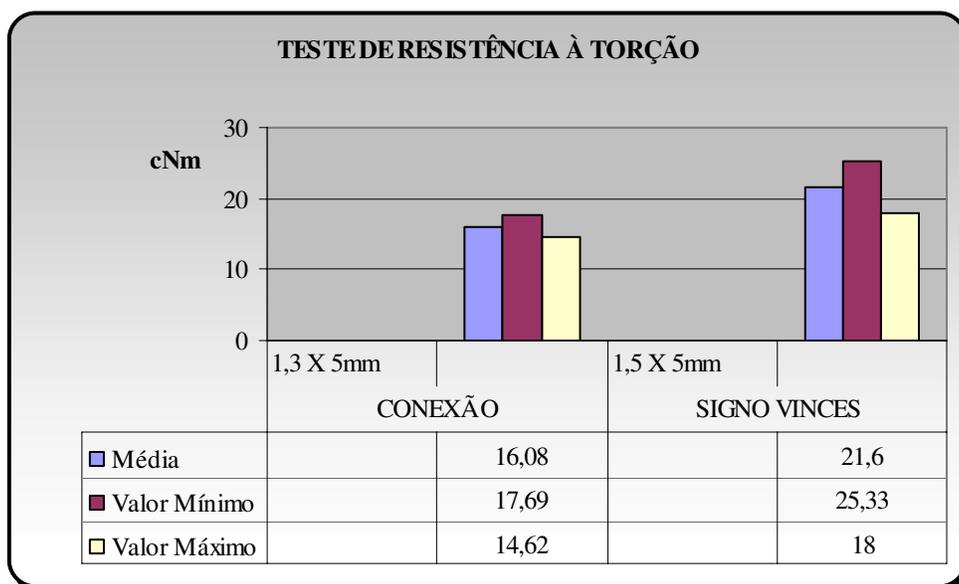


Gráfico 14: Representação gráfica dos valores relativos por diâmetro, após teste de resistência à torção dos parafusos de 1,3 x 5mm da marca comercial Conexão e 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vines.

5.4. Análise Estatística

5.4.1. Análise Dimensional

a) Distratores

Foi realizada uma análise dos valores dos coeficientes de variação das dezoito medidas das placas dos distratores das marcas Conexão e Signo Vines, com o intuito de buscar saber em qual das marcas ocorre a menor variação relativa. Utilizou-se para isto o teste das ordens assinalados de Wilcoxon (*distribution-free signed rank test*) para os coeficientes de variação. Não foi efetuada a comparação entre variâncias devido às medidas terem médias bem distintas entre si, o que poderia ocasionar erro de avaliação do teste. A Tabela 6 mostra os coeficientes de variação de cada marca em cada uma das medidas e em cada uma das placas (superior, inferior e vertical), e a comparação efetuada. O teste utilizado verifica não só a direção das diferenças mas também a magnitude delas, tomando a ordem das diferenças absolutas entre os valores de cada medida. É calculada então a estatística do teste somando-se apenas as ordens (*ranks*) dos valores positivos. O valor obtido para esta estatística é 132. Consultando a tabela referente ao teste das ordens assinaladas de Wilcoxon, verifica-se que o p-valor obtido é 0,022, ou seja, menor que 5%. Assim, a hipótese de que as variações relativas das medidas das placas referentes às marcas Conexão e Signo Vines são iguais é rejeitada. Assim, existe evidência estatística, a 5% de significância, que as medidas das placas da marca Conexão têm uma maior variação relativa do que as medidas das placas da marca Signo Vines. Percebe-se ainda, verificando

os valores da coluna (E), que a placa inferior é a que tem a pior performance, seguida pela placa vertical e depois pela placa superior.

Tabela 6: Coeficientes de Variação de ambas as marcas, diferenças de % e demais resultados para aplicação do teste das ordens assinaladas de Wilcoxon para as medidas dos distratores.

	MEDIDAS	CONEXÃO SIGNO VINCES DIFERENÇA					
		(A)	(B)	(A) - (B)	(C)	(D)	(E)
PLACA SUPERIOR	I	0.43	0.80	-0.37	0	7	0
	II	0.73	0.65	0.08	1	3	3
	III	1.80	2.55	-0.75	0	12	0
	IV	0.067	0.072	-0.005	0	1	0
	V	2.34	0.84	1.50	1	15	15
	VI	2.65	1.49	1.16	1	14	14
PLACA INFERIOR	I	1.48	0.81	0.67	1	11	11
	II	0.49	0.79	-0.30	0	6	0
	III	3.14	1.26	1.88	1	16	16
	IV	0.07	0.06	0.008	1	2	2
	V	3.16	0.94	2.22	1	17	17
	VI	2.46	1.66	0.80	1	13	13
PLACA VERTICAL	I	1.24	0.58	0.66	1	10	10
	II	0.46	0.98	-0.52	0	9	0
	III	3.23	0.77	2.46	1	18	18
	IV	0.12	0.35	-0.23	0	4	0
	V	2.10	1.60	0.50	1	8	8
	VI	2.27	2.03	0.24	1	5	5
					12	132	

(C): 0 para valores negativos da diferença e 1 para valores positivos;

(D): ordem dos valores absolutos das diferenças;

(E): multiplicação dos valores das coluna (C) pela coluna (D).

Para os dados verificados sobre a abertura máxima, número máximo de voltas e a distração por voltas, verifica-se que, para as três características, a variação relativa, medida pelo coeficiente de variação (C.V.) é baixa, tanto para a marca Conexão como para a marca Signo Vincés. Comparativamente, verifica-se que a marca Signo Vincés apresenta menores variações relativas para as três características.

b) Parafusos

Para a realização do teste de Friedman, referente à variação das medidas dos parafusos das marcas Conexão (1,3x5mm e 1,3x7mm) e Signo Vines (1,5x7mm e 1,5x5mm), primeiramente consideramos os dados da Tabela 7, referente aos coeficientes de variação resultantes das 10 amostras para as quatro medidas de cada tipo de parafuso.

Tabela 7: Coeficientes de Variação para os quatro tipos de parafusos e as quatro medidas.

Medidas	Conexão 1,3x5mm	Conexão 1,3x7mm	Signo Vines 1,5x7mm	Signo Vines 1,5x5mm
I	0.33	0.87	0.30	0.47
II	3.83	3.62	3.53	5.50
III	1.36	1.56	1.40	1.35
IV	0.63	0.33	0.87	1.37

Para a realização do teste de Friedman, inicialmente transformamos os dados em postos, dentro de cada uma das medidas. Os valores resultantes estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Postos para a realização do teste de Friedman para os quatro tipos de parafusos, dentro das quatro medidas.

Medidas	Conexão 1,3x5mm	Conexão 1,3x7mm	Signo Vines 1,5x7mm	Signo Vines 1,5x5mm
I	2	4	1	3
II	3	2	1	4
III	2	4	3	1
IV	2	1	3	4
Soma dos Postos (R_j)	9	11	8	12

Já pela soma dos postos é possível perceber que não existem (praticamente) diferenças entre os quatro tipos de parafusos. Apenas para confirmar tal resultado, o teste de Friedman foi realizado. A estatística de Friedman (S) é dada por:

$$S = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1)$$

onde n é o número de medidas ou blocos ($n=4$), k é o número de parafusos ou tratamentos ($k=4$) e R_j é a soma dos postos para o parafuso j .

Calculando-se a estatística de Friedman obtemos $S = 1,50$. Este valor é testado, com 3 g.l. e obtém-se um p-valor aproximado igual a 0,682 o que indica a não existência de diferenças entre os parafusos considerados. A inexistência de diferença estatística significativa também ocorre quando considera-se os parafusos de uma marca contra a outra (Conexão vs Signo Vinces) ou ainda entre parafusos com comprimentos iguais. Portanto, conclui-se que não existem diferenças significativas entre as variações nas medidas dos quatro parafusos considerados.

5.4.2. Teste de Resistência à Tração dos Distratores

Os resultados apresentados na Tabela 1, sobre o teste de resistência à tração dos distratores evidenciam uma menor resistência média para a marca Conexão (13,72) em relação à marca Signo Vinces (21,21). Entretanto, a marca Signo Vinces apresenta uma maior variação relativa desta característica (14,1C.V. contra 7,0C.V. para a marca Conexão). Verifica-se porém, que todos os valores para a marca Signo Vinces são maiores que os da marca Conexão. Apesar da evidência existente, utilizou-se o teste t Student para diferença de médias entre duas amostras e obteve-se um p-valor $< 0,0001$, ou seja, constatou-se que as marcas de distratores diferem quando se mede a resistência à tração ao

nível de 5% de significância, com os distratores da marca Signo Vinces mais resistentes que os da marca concorrente.

5.4.3. Testes de Resistência à Flexão do Parafuso

Para realizar a comparação de resistência à flexão dos parafusos das marcas comerciais Conexão e Signo Vinces, foi calculada inicialmente a resistência por mm^2 de área tendo em vista que os comprimentos e as espessuras dos mesmos eram diferentes. A Tabela 2 apresenta os resultados das resistências absolutas e a Tabela 3 as resistências por área.

Para poder utilizar os testes estatísticos paramétricos F e teste de Tukey, tem-se que verificar se as pressuposições destes testes estão satisfeitas, ou seja, se os resíduos são normais, se há homogeneidade de variâncias e ainda se não ocorrem dados discrepantes. Portanto, sendo constatadas as pressuposições para a realização dos testes F e teste de Tukey, obtém-se o quadro de análise de variâncias e a estatística F para verificar se existiam diferenças entre os tipos de parafusos e, após isto, o teste de Tukey para detectar onde tais diferenças ocorriam. O nível de significância para ambos os testes foi de 5%. As médias dos valores absolutos de resistência, valores mínimos e máximos são apresentados no Gráfico 13, enquanto que os valores relativos, por área, são apresentados nos Gráfico 14.

O p-valor para o teste F é 0,0002 que é menor que o nível de significância adotado de 5%. Portanto, constata-se através da análise de variância que existem diferenças significativas entre as médias das resistências à flexão dos parafusos considerados. O teste de Tukey ajuda a desdobrar este resultado, verificando onde realmente ocorre esta

diferença. A Tabela 9 mostra o resultado do teste de Tukey, onde médias com letras diferentes são significativamente (ao nível de 5%) diferentes. Este resultado indica que o parafuso da marca Signo Vinces com medidas 1,5 x 5mm tem maior resistência à flexão que os demais tipos. Além disso, verifica-se que, apesar do valor um pouco superior da média do parafuso da marca Signo Vinces com medidas 1,5 x 7mm em relação aos parafusos da marca Conexão, não é detectada diferenças significativas entre estes três parafusos.

Tabela 9: Teste de Tuckey aplicado aos resultados obtidos do teste de resistência à flexão dos parafusos das marcas comerciais avaliadas, ao nível de significância de 5%.

	PARAFUSOS	MÉDIAS	
SIGNO VINCES	1.5 x 5 mm	1.862	A
	1.5 x 7 mm	1.506	B
CONEXÃO	1.3 x 5 mm	1.342	B
	1.3 x 7 mm	1.337	B

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo nível de significância indicado.

5.4.2. Teste de Resistência à Torção dos Parafusos

Para testar a resistência à torção dos parafusos das marcas Conexão e Signo Vinces, inicialmente os valores foram reduzidos à mesma unidade. Isto foi feito devido ao fato dos parafusos apresentarem diâmetros diferentes. Assim, os valores absolutos foram transformados em valores relativos por diâmetro, dividindo-se os valores absolutos por seus respectivos diâmetros, ou seja, para o parafuso da marca comercial Conexão a divisão foi feita por 1,3 mm e para a marca comercial Signo Vinces por 1,5 mm. Como os comprimentos eram iguais (5 mm), os valores por milímetro de diâmetro foram testados através do teste t de Student para duas amostras, já discutido no teste de resistência à tração do distrator. Assim, na comparação das médias de resistência à torção para os parafusos da

marca Conexão (16,08) e Signo Vines (21,60), o valor da estatística de teste foi $T = -7,11$ com um p-valor menor que 0,0001. Assim ao nível de 5% de significância, rejeita-se a hipótese de igualdade de médias de resistência à torção.

6. DISCUSSÃO

A distração osteogênica, como conhecida e praticada atualmente nas suas mais diversas aplicações, percorreu um longo caminho para desenvolver as suas bases científicas e obter uma ampla aceitação mundial.

Há muito tempo o homem tenta criar e dominar uma forma de controlar o crescimento tecidual, motivado pelas mais diversas razões, seja para tratar seqüelas de traumas ou para contornar patologias congênitas. Muitas tentativas foram realizadas, deparando-se com grande número de insucessos e limitações em diversos casos, ainda assim, havendo alguns êxitos. Mas mesmos estes, não tinham metodologia e nem explicação lógica para seus resultados. Portanto o início do desenvolvimento das bases biológicas da distração osteogênica ocorreu praticamente, com a ortopedia intervindo na tibia e fíbula, tentando solucionar problemas de assimetrias em pacientes com diferente comprimentos dos membros inferiores decorrentes de poliomielite, fraturas agudas, tuberculose óssea, condroplasia e fechamento precoce da epífise na infância.

A primeira tentativa de alongamento dos ossos longos foi praticada por CODIVILA (1905), porém esses procedimentos não obtiveram êxito satisfatório, havendo um ineficaz controle do alinhamento dos cotos ósseos, problemas de necrose das extremidades e reações alérgicas cutâneas. Isto era devido ao apoio para tração contínua ser através do gesso aplicado ao membro. Os fatores principais a serem respeitados na obtenção do sucesso deste tipo de cirurgia, passavam a ser discutidos por muitos autores, como ABBOT (1927), HARBOUSH & FINKELSTEIN (1932) e ABBOTT & SAUNDERS (1939), sugerindo o apurado controle do alinhamento ósseo, manipulação

atraumática dos tecidos, técnica asséptica e treinamento da equipe cirúrgica para prevenir complicações.

Também surgia a discussão de qual a melhor aparatologia e como utilizá-la corretamente para realizar o alongamento dos ossos longos, passando-se a apoiar a tração contínua exclusivamente nas extremidades ósseas osteotomizadas através de pinos unidos por fixadores externos. ARONSON *et al.* (1989) estudando as influências histológicas em diferentes tipos de distratores, salientavam a importância que os dispositivos permitam transmissão estável e gradual da força de tensão ao local da osteotomia.

Porém, permanecia-se sem uma unificação de um protocolo para ativar os fixadores. Somente com os sucessivos trabalhos de ILIZAROV (1989a) e ILIZAROV (1989b), iniciados desde a metade do século passado, dúvidas sobre o período de latência, razão da ativação e a importância do período de consolidação foram melhor esclarecidas. Este sugeriu a utilização de cinco a sete dias de período de latência, uma razão de 1mm por dia dividido em um ritmo de quatro ativações por dia. O efeito da tensão mecânica contínua sobre a neoformação e crescimento tecidual, juntamente com a influência do suprimento sanguíneo sobre os ossos e articulações submetidos à tensão, foram conceitos básicos desenvolvidos por Ilizarov utilizados até hoje para vários tipos de aplicações da distração osteogênica.

Após longo tempo de evolução e com contribuições de diferentes autores, a já comprovada aplicabilidade dos princípios da distração osteogênica nos ossos longos, passou a expandir-se de acordo a necessidade de cada área do conhecimento em particular, sendo aplicada em vários outros ossos, inclusive em ossos do esqueleto crânio-facial como a mandíbula, maxila e calota craniana.

Concomitante a esta evolução e diversificação na aplicabilidade da distração, estão os estudos sobre qual o melhor dispositivo a ser utilizado para cada finalidade. Pode-se verificar esta discussão já com os pioneiros trabalhos de distração do osso mandibular, onde SNYDER *et al.* (1973) utilizaram fixadores externos, enquanto que MICHIELI & MIOTTI (1976) e MICHIELI & MIOTTI (1977), utilizaram aparelhos intra-bucais dento-suportados, embora todos realizados em cães. Mesmo com McCARTHY *et al.* (1992) tendo sido o primeiro a utilizar fixadores externos para distração em mandíbula de humanos, CONSTANTINO *et al.* (1993), trabalhando em cães, ainda contestavam o uso destes fixadores por resultarem em cicatriz devido aos pinos, risco de lesão nervosa e de infecção.

Os distratores intra-bucais passaram a ter maior preferência para distração mandibular. Era necessário esclarecer qual o melhor tipo de apoio para este aparelho, se apoiado em dente ou em osso. Estudando o alongamento mandibular, SAWAKI *et al.* (1996), utilizaram implantes próximos à extremidade da osteotomia, apresentando boa estabilidade após o período de consolidação.

Essa discussão também aconteceu quanto a distração da linha média mandibular, tendo em GUERRERO (1990) e GUERRERO *et al.* (1997) os principais propagadores, usando aparelhos suportados em dentes e osso, localizados na face vestibular ou lingual da mandíbula. MOMMAERTS (2001) defendeu o uso de um distrator apoiado exclusivamente em dente, justificando haver menos risco de movimentação dentária indesejada. O apoio da tensão mecânica contínua sobre os dentes deve ser evitado, pois pode gerar pequenos movimentos dentários, gerando uma recidiva do movimento durante a fase de consolidação, como demonstram os estudos seqüenciais de BLOCK & BRISTER

(1994), BLOCK *et al.* (1995) e BLOCK *et al.* (1997), recomendando a utilização de apoio ósseo.

Um dos fatores primordiais para o sucesso da distração, há muito tempo preconizado pelos autores pioneiros, são a estabilidade, suprimento vascular e o correto alinhamento dos fragmentos. Para tanto, se faz necessário que os aparelhos usados na distração sejam resistentes o suficiente para suportar a transmissão estável e gradual da força de tensão ao local da osteotomia, principalmente durante todo o período de consolidação. Poucos trabalhos se detiveram em estudar o comportamento *in vitro* destes dispositivos e outros menos ainda, conseguiram relacionar os dados laboratoriais aos clínicos.

No estudo de HAUG *et al.* (1998) realizou-se uma comparação entre fixadores externos e internos em mandíbulas sintéticas, variando também o tipo de osteotomia. Encontraram uma variação muito grande do comportamento mecânico dos distratores e recomendaram mais estudos. Já no experimento de ROBINSON *et al.* (2001), um dos únicos a correlacionar dados clínicos e laboratoriais, avaliando a resistência ao torque de dispositivos de distração intra-bucal para o alongamento mandibular, foi encontrada uma boa margem de segurança entre a força máxima requerida *in vivo* e os resultados *in vitro*, recomendando mais estudos para entender a biomecânica da distração mandibular

O entendimento e a correlação entre os resultados de estudos laboratoriais, físico-químico ou mecânicos, e os dados clínicos, é bastante dificultada pela diversidade de sistemas diferentes oferecidos no comércio e pelas suas diferentes constituições. Acreditamos que antes da liberação para comercialização, cada fabricante deva se esforçar para conhecer a capacidade, as repercussões e os limites do seu produto, através de

financiamento para execução de metodologias específicas em centros de pesquisa de excelência e reconhecida idoneidade. Tal conduta não foi adotada pelos fabricantes aqui analisados, porém com apenas a marca comercial Conexão cedendo suas amostras para análise.

A ausência de parâmetros para qualificar e quantificar a confecção dos distratores se reflete amplamente na literatura, desde o início de sua evolução até os tempos atuais e nas mais diversas aplicações. Verificam-se inúmeros casos de insucesso por falha, ou melhor, quebra do dispositivo de distração. Em um dos pioneiros trabalhos de distração osteogênica da região anterior da maxila em cães, com aparelhos dento-suportado, BLOCK *et al.* (1995) se deparam com a quebra de muitos dispositivos. Na tentativa de criar um distrator com ativação contínua, SCHMELZEISEN *et al.* (1996) desenvolveram um distrator eletro-mecânico montado sobre uma placa de fixação interna rígida do tipo 2,7mm. Obtiveram insucesso em um espécime do experimento por quebra na estrutura do distrator. MILLESI-SCHOBEL *et al.* (2000) estudaram o comportamento da distração alveolar na região posterior da mandíbula, usando um distrator justa-ósseo. Obtiveram insucesso em um dos quatro pacientes, onde houve a fratura da placa de um distrator, tendo sido reoperado. RACHMIEL *et al.* (2001) realizaram quatorze casos de distração osteogênica alveolar utilizando um distrator intra-ósseo e se depararam com insucesso em um caso por fratura da placa base. KLUG *et al.* (2001) relataram dez casos, de uma inovação técnica de distração osteogênica alveolar na região posterior de mandíbula utilizando um distrator justa-ósseo. Encontraram como complicações, deiscência da ferida, em dois casos e a fratura do distrator em um outro.

Com o intuito de conhecer melhor os dispositivos utilizados em distração osteogênica alveolar justa-ósseos, foi que em nosso estudo procuramos realizar ensaios mecânicos, na tentativa de qualificar e quantificar a capacidade dos materiais testados frente a possíveis situações requeridas por estes em sua aplicação clínica. O distrator do tipo justa-ósseo foi aceito como instrumento deste estudo por ser o único comercializado no Brasil até o momento. O dispositivo de abertura máxima de 9mm foi escolhido por tratar-se de um valor intermediário entre os outros valores oferecidos comercialmente, como o de 6 e 12mm.

Acreditamos que a realização de uma série de medidas, segundo a metodologia utilizada, reflete o padrão de qualidade que estes materiais foram produzidos. Na análise dimensional dos distratores, encontramos menor variação das medições realizadas na marca comercial Signo Vinces. Nos parafusos, não houve diferença estatisticamente significativa entre as variações das medidas das duas marcas comerciais avaliadas. Este achado é bastante controverso e de difícil correlação, pois de acordo com informação das marcas comerciais avaliadas, a Signo Vinces terceirizava a fabricação dos seus parafusos.

Nossa metodologia se assemelha à utilizada por TRIVELLATO (1999), ao analisar placas e parafusos para fixação interna rígida, comparando sistemas nacionais e importados, encontrando um melhor padrão de qualidade destes últimos. Sabemos que seria ideal a inclusão, em nosso estudo, de um material importado de uso e credibilidade consagrada mundialmente, porém devido tratar-se de uma técnica recente, de pequena difusão e poucos adeptos em nosso país, torna a aquisição destes em grande número para estudos, altamente dispendiosa e inviável.

Em nosso estudo avaliamos distratores alveolares justa-ósseos de 9mm. Sabendo-se de acordo com ambos os fabricantes, que cada volta de ativação deve abrir o distrator 0,35mm, para atingirmos 9mm de abertura máxima, serão necessárias 25,71 voltas. Este número de voltas, dividido pelo ritmo de ativação também recomendado pelos fabricantes, ou seja, três intervalos de ativação por dia, gerariam oito dias e meio de ativação. Ambos os distratores estudados, ao longo de um dia de ativação gerariam 1,05mm de alongamento ósseo. Porém, sabemos que quando os preceitos recomendados por ILIZAROV (1989b), não são seguidos, podemos ter uma consolidação prematura, ou por outro lado, uma não união.

As medidas de abertura máxima, número máximo de voltas e distração por volta, foram verificadas para confrontar o padrão de qualidade com as informações dos fabricantes. A média da abertura máxima encontrada nos distratores da marca comercial Conexão foi de 9,2mm, variando de 8,65 a 9,6mm e da Signo Vinces foi de 10,01, variando de 10,55 a 9,76mm (Tab.16). Avaliando os mesmos tipos de distratores da Conexão, POLO (2003) realizou medidas entre o ganho ósseo real e a quantidade de alongamento do distrator e concluiu haver a necessidade de realizar uma sobre-correção da distância planejada, pois obtiveram uma perda óssea final de 26,55%. Em vista disso, exceder os 9mm parece não constituir um problema. Porém, em uma situação clínica limítrofe, onde se necessitasse um ganho ósseo de 9mm, o distrator da Conexão de número nove de nosso estudo (Tab. 16), exibiria diante mão, um resultado aquém do desejado, alongando apenas 8,65mm.

No teste de resistência à tração dos distratores realizamos uma força de tração de direção vertical e sentido superior, ocasionando uma divergência entre a placa superior e

inferior do distrator. O estudo de ROBINSON *et al.* (2001), foi um pouco distinto, pois não tinha a intenção de analisar a resistência do distrator, e sim do torque máximo exigido ao distrator. O ensaio laboratorial destes autores foi realizado através da fixação do distrator a um suporte, ativação e concomitante adição incremental de mais carga, ancorado na placa superior. Portanto a força foi aplicada também de direção vertical, mas de sentido inferior. No nosso teste de resistência à tração dos distratores, os da marca comercial Signo Vinces foram estatisticamente mais resistentes (Tab. 1).

De fato, poderíamos ter algum resultado diferente no teste de resistência à tração dos distratores se o estudo fosse delineado de outra forma. Caso tivéssemos fixado o distrator a um substrato, madeira ou osso, através dos parafusos, talvez não houvesse deformação das placas. A força seria transferida a rosca do eixo central de ativação ou a solda, assemelhando-se mais a situação clínica. Infelizmente desta forma, o estudo se tornaria bem dispendioso, pois consumiria um número excessivo de parafusos.

Obtivemos resultados semelhantes ao de TRIVELLATO (1999), onde a marca comercial com menor variação de suas medidas, ou seja, com maior padrão de qualidade de fabricação, foi a que teve melhores resultados nos testes mecânicos de resistência.

No teste de resistência à flexão dos parafusos objetivamos verificar o comportamento frente à situações de exigência de carga, transferida pela ativação, ao disco de transporte e por sua vez, aos parafusos que o sustentam. O parafuso de melhor comportamento foi o de 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vinces, sendo estatisticamente os que apresentaram maior resistência (Tab. 3). Porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os três parafusos restantes das duas marcas.

Optamos por avaliar também a resistência à torção destes, pois frequentemente os delicados parafusos dos sistemas de distração alveolar se quebram ou espanam o encaixe de suas cabeças. Desta forma, dificultando o ato cirúrgico, aumentando o tempo operatório ou até inutilizando uma boa área escolhida para adaptação do distrator. Obtivemos que os parafusos da marca comercial Signo Vinces foram estatisticamente mais resistentes (Tab.5).

A presença de espanamento do encaixe da chave na cabeça do parafuso, não foi verificada, e sim apenas a deformação e quebra do parafuso. Esta situação difere um pouco do que é mais encontrado na prática clínica, onde a perda do encaixe da chave é mais freqüente. Isto talvez se deva devido ao parafuso aqui testado, ficar preso através da compressão em dois pontos pela prensa morsa, e na clínica, o parafuso apresenta todas as suas roscas apoiadas no tecido ósseo. Portanto, este fato pode deixar o encaixe da cabeça do parafuso mais susceptível a deformação do que o corpo.

Assim como no teste de resistência à tração dos distratores, nos teste de resistência a flexão e a torção dos parafusos, o grau do titânio usado para fabricação destes é muito importante. De acordo com informações de ambos fabricantes, os distratores possuem grau II e os parafusos grau V. A diferença estatística entre estes testes, já que foram delineados e desenvolvidos de forma idêntica, pode ser explicado pela proporção dos outros componentes metálicos de sua constituição. Portanto sendo recomendado em estudos futuros, a realização de análise metalográfica qualitativa e quantitativa dos distratores e parafusos.

Em nossa revisão de literatura podemos constatar que a falha do sistema de distração, pela quebra do aparelho, não é tão raro. Quando a fratura do dispositivo acontece durante a fase de ativação, nos parece ser muito mais, por uma falha, ou melhor, uma

inobservância da técnica durante a confecção da osteotomia. Esta que deve ter as osteotomias laterais divergentes, muitas vezes, pode apresentar um contato com a parede óssea alveolar fixa. Portanto, com a continuidade da ativação haverá uma transmissão de força às placas que sustentam o distrator. Tal fato parece ser verdade pois há uma maior quantidade de insucessos por fratura do dispositivo, na distração da região posterior da mandíbula, onde a angulação da osteotomia deve ser melhor observada, como nos relatos de MILLESI-SCHOBEL *et al.* (2000) e KLUG *et al.* (2001).

Por outro lado quando a fratura do aparelho acontece durante o período de consolidação, nos sugere ser devido à fadiga do distrator, ou melhor, de uma incapacidade mecânica de sustentar todas as forças aplicadas ao segmento de transporte e as extremidades ósseas. Impossibilitando assim, a transmissão gradual de força enquanto acontece a neoformação óssea. Um bom exemplo desta possibilidade, embora em distração do corpo mandibular, são os relatos de HOLMES *et al.* (2002), pois devido tratar-se de pacientes que sofreram radioterapia e por não ter havido neoformação óssea e portanto, transmissão gradual de força, os distratores vieram a fraturar na primeira e na sexta semana do período de consolidação.

Importante se faz deixar claro, que os resultados aqui encontrados não contra-indicam o uso clínico de nenhuma das marcas comerciais avaliadas, pois, como já discutido anteriormente, não há parâmetros clínicos na literatura para esta afirmação.

Acreditamos que talvez não deva ser fidedigna e suficiente a execução de metodologias que reproduzam exclusivamente situações biomecânicas, pois deve-se levar em consideração a fadiga do material. Ao utilizarmos um distrator justa-ósseo, o processo de distração alveolar, consiste na cirurgia de instalação do aparelho, período de latência de

cinco a sete dias, fase de ativação, período de consolidação e remoção do distrator. Durante este período diferentes solicitações de intensidade e direção de cargas são exigidas. O comportamento a longo prazo da resistência mecânica da área regenerada exercendo as funções diárias de mastigação e sustentação do tecido gengival, durante principalmente, o período de consolidação deve ser de alguma forma considerada em estudos futuros.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, dentro das condições experimentais da metodologia empregada neste estudo, podemos concluir que:

1. Na análise dimensional dos distratores, os da marca comercial Signo Vinces apresentaram menor variação das medidas.
2. Na análise dimensional dos parafusos, não houve diferença estatisticamente significativa entre as variações das medidas das duas marcas comerciais avaliadas.
3. No teste de resistência à tração dos distratores, os da marca comercial Signo Vinces foram estatisticamente mais resistentes.
4. No teste de resistência à flexão dos parafusos, os de 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vinces, foram estatisticamente os que apresentaram maior resistência. Entre os três parafusos restantes não houve diferença estatisticamente significativa.
5. No teste de resistência a torção dos parafusos, os da marca comercial Signo Vinces foram estatisticamente mais resistentes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ABBOTT, L. C. The operative lengthening of the tibia and fibula. **J. Bone Joint Surg**, Boston, v.9, p.128-152, 1927.
2. ABBOTT, L. C.; SAUNDERS, J. B. C. M. The operative lengthening of the tibia and fibula. A preliminary report on the further development of the principles and technic. **Ann Surg**, Philadelphia, v.110, n.6, p.961-991, Dec. 1939
3. ALDEGHERI, A.; DUBRANA, A. Distraction alvéolaire maxillaire et implantologie. **Rev Stomatol Chir Maxillofac**, Paris, v.101, n.5, p. 233-236, Nov. 2000.
4. ALDEGHERI, R; TRIVELLA, G.; LAVINI, F. Epiphyseal distraction – Chondrodiastasis. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, v.241, p.117-127, Apr. 1989.
5. ARONSON, J.; GOOD, B.; STEWART, C. *et al.* Preliminary studied of mineralization during distraction osteogenesis. **Clin Orthop Relat Res**. Philadelphia, n.250, p.43-49, Jan. 1990.
6. ARONSON, J.; HARRISON, B.H.; STEWART, C.L. *et al.* The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n.241, p.106-116, Apr. 1989.
7. BELL, W. H.; HARPER R. P.; GONZALEZ, M. *et al.* Distraction osteogenesis to widen the mandible. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.35, n.1, p.11-19, Feb. 1997.
8. BLOCK, M.S.; AKIN, R.; CHANG, A.; GOTTSEGEN, G. B. *et al.* Skeletal and dental movements after anterior maxillary advancement using implant-supported distraction osteogenesis in dogs. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.55, n.12, p.1433-1439, Dec. 1997.

*Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da associação brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE

9. BLOCK, M.S.; ALMERICO, B.; CRAWFORD, C. *et al.* Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.13, n.3, p.342-351, May-June 1998.
10. BLOCK, M.S.; BRISTER, G. D. Use of distraction osteogenesis for maxillary advancement: preliminary results. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.3, p.282-286, Mar. 1994.
11. BLOCK, M.S.; CERVINI, D.; CHANG, A.; *et al.* Anterior maxillary advancement using tooth-supported distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.53, n.5, p.561-565, May 1995.
12. BLOCK, M.S.; CHANG, A.; CRAWFORD, C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.54, n.3, p.309-314, Mar. 1996.
13. BLOCK, M.S.; GARDINER, D.; ALMERICO, B. *et al.* Loaded hydroxylapatite-coated implants and uncoated titanium-threaded implants in distracted dog alveolar ridges. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v.89, n.6, p.676-685, June 2000.
14. BLOCK, M.S.; STOVER, J. D.; DAIRE, J. *et al.* Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog using distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.6, p.1179-1183, June 1993.
15. BLOCK, M.S.; STOVER, J. D.; DAIRE, J. *et al.* Mandibular distraction osteogenesis in dogs. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.49, n.8, p.99-100, Aug. 1991.
16. BOSWORTH, D. M. Skeletal distraction of the tibia. **Surg Gynecol Obstet**, Chicago, v.66, p.912-924, 1938.
17. CHIAPASCO, M.; BRUSATI, R.; GALIOTO, S. Distraction osteogenesis of a fibular revascularized flap for improvement of oral implant positioning in a tumor patient: a case report. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.58, n.12, p.1434-1440, Dec. 2000.

18. CHIAPASCO, M.; ROMEO, E.; VOGEL, G. Vertical distraction osteogenesis of edentulous ridges for improvement of oral implant positioning: a clinical report of preliminary results. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v. 16, n.1, p.43-51, Jan.-Fev. 2001.
19. CHIN, M. Distraction Osteogenesis for Dental Implants. **Atlas Oral and Maxillofac Surg Clin North Am**. Philadelphia, v.7, n.1, p.41-63, Mar. 1999.
20. CHIN, M.; TOTH, B. A. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.54, n.1, p.45-53, Jan. 1996.
21. CHOI J. Y; HWANG, K. G.; BAECK, S. H. *et al*. Original sagittal split osteotomy revisited for mandibular distraction. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v.29, n.3, p.165-173, June 2001.
22. CODIVILLA, A. On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissue which are shortened through deformity. **Am J Orthop Surg**, New York, v. 2, p. 253-259, 1905.
23. CONSTANTINO, P.D.; FRIEDMAN, C.D.; SHINDO, M.L. *et al*. Experimental mandibular regrowth by distraction osteogenesis- Long term results. **Arch Otolaringol Head Neck Surg**. Rochester, v.119, n.5, p.511-516, May 1993.
24. CONSTANTINO, P.D.; SHYBUT, G.; FRIEDMAN, C.D. *et al*. Segmental mandibular regeneration by distraction osteogenesis. An experimental study. **Arch Otolaringol Head Neck Surg**. Rochester, v.116, n.5, p.535-545, May 1990.
25. COPE, J. B.; HARPER, R. P.; SAMCHUKOV, M. L. Experimental tooth movement through regenerate alveolar bone: a pilot study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.116, n.5, p.501-505, Nov. 1999.
26. COPE, J. B.; SAMCHUKOV, M. L. Regenerate bone formation and remodeling during mandibular ostedistraction. **Angle Orthod**, Appleton, v.70, n.2, p.99-111, Apr. 2000.
27. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; RAINER, H. *et al*. H. Immediate alveolar ridge distraction after tooth extraction- a preliminary report. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.40, n.2, p.110-115, Apr. 2002.

28. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; RAINER, H. *et al.* The transgingival approach for placement of distraction implants. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.7, p.793-796, July 2002.
29. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; KÄRCHER, H. Distraction implants- a new operative technique for alveolar ridge augmentation. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v.27, n.4, p. 214-221, Aug. 1999a.
30. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; KÄRCHER, H. Distraction implants – a new possibility for the augmentative treatment of the edentulous atrophic mandible: Case report. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v. 37, n.6, p. 481-485, Dec., 1999b.
31. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; KÄRCHER, H. Vertical alveolar ridge distraction with prosthetic treatable distractors: a clinical investigation. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.5, p.701-710, Sept.-Oct., 2000.
32. GAGGL, A.; SCHULTES, G.; REGAUER, S. *et al.* Healing process after alveolar ridge distraction in sheep. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 90, n.4, p. 420-429, Oct. 2000.
33. GANTOUS, A.; PHILIPS, J.H.; CATTON, P. *et al.* Distraction osteogenesis in the irradiated canine mandible. **Plast Reconstr Surg**. Baltimore, v. 93, n.1, p. 164-168, Jan. 1994.
34. GARCIA, A. G.; MARTIN, M. S.; VILA, P. A.; *et al.* Minor complications arising in alveolar distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.5, p.496-501, May, 2002.
35. GUERRERO, C. Expansion mandibular quirurgica. **Rev Venez Ortod**. Caracas, v. 48, p. 1-2, 1990.
36. GUERRERO, C.A.; BELL, W.H.; CONTASTI, G.I. *et al.* Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.35, n.6, p.383-392, Dec. 1997.
37. HABOUSH, E. J.; FINKELSTEIN, H. Leg lengthening with new stabilizing apparatus. **J Bone Joint Surg**, Boston, v.14, n.4, p.807-821, Oct. 1932

38. HAGIWARA, T.; BELL, W. H. Effect of electrical simulation on mandibular distraction osteogenesis. **J CranioMaxillof Surg**, Edinburgh, v. 28, n.1, p. 12-19, Feb. 2000.
39. HAUG, R. H.; NUVEEN, E. J.; BARBER J. E.; *et al.* An in vitro evaluation of distractors used for osteogenesis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v.90, n.6, p.420-9, Dec. 1998.
40. HOLMES, S. B.; COGHLAM, K. M.; NEWMAN, L. Distraction osteogenesis of the mandible in the previously irradiated patient. **J Oral Maxillofac**, Philadelphia, v.60, n.3, p.305-309, Mar. 2002.
41. HORIUCHI, K.; UCHIDA, H.; YAMAMOTO, K. *et al.* Anterior distraction of the atrophic subtotal maxillary alveolus for implant placement: a case report. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.17, n.3, p. 416-423, May-June 2002.
42. HU, J.; TANG, Z., WANG, D. *et al.* Changes in the inferior alveolar nerve after mandibular lengthening with different rates of distraction. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.9, p. 1041-1045, Sept. 2001.
43. ILIZAROV, G. A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 1: The influence of stability fixation and soft tissue preservation. **Clin Orthop Rel Res**, Philadelphia, n.238, p.249-81, Jan., 1989a.
44. ILIZAROV, G. A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 2: The influence of the rate and frequency of distraction. **Clin Orthop Rel Res**, Philadelphia, n.239, p.263-285, Fev., 1989b.
45. ILIZAROV, G.A. The principles of the Ilizarov method. **Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst**. New York, v.48, n.1, p.1-11, Spring 1988.
46. JENSEN, J.; REICHE-FICHEL, O.; SINDET-PEDERSEN, S. Nerve transposition and implant placement in the atrophic posterior mandibular alveolar ridge. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.4, p.662-668, July 1994.
47. JENSEN, O. T.; COCKRELL, R.; KUNHLKE, L. *et al.* Anterior maxillary alveolar distraction osteogenesis: a prospective 5-year clinical study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.17, n.1, p.52-68, Jan.-Feb. 2002.

48. KARAHARJU-SUVANTO, PELTONEN J.; KAHRI A. *et al.* Distraction osteogenesis of the mandible an experimental study on sheep. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.21, n.2, p.280, Apr. 1992.
49. KLEIN, C.; PAPAGEORGE, M.; KOVÁCS, A. *et al.* Initial experiences using a new implant based distraction system for alveolar ridge augmentation. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.30, n.2, p. 167-169, Apr. 2001.
50. KLUG, C. N.; MILLESI-SCHOBEL, G. A.; MILLESI, W. *et al.* Preprothetic vertical distraction osteogenesis fo the mandible using an L-shaped osteotomy and titanium membranes for guided bone regeneration. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.11, p.1302-1308, Nov. 2001.
51. LEHRHAUPT, N. B. Alveolar distraction: a possible new alternative to bone grafting. **Int J Periodontics Restorative Dent**. Chicago, v.21, n.2, p.121-125, Apr. 2001.
52. MAZZONETTO, R.; TOREZAN, J. F. Potencial complications during alveolar distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.61, n.8, p.85, Aug. 2003. [Supplement, 1]
53. McCALISTER, B. S. Histologic and radiographic evidence of vertical ridge augmentation utilizing distraction osteogenesis: 10 consecutively placed distractors. **J Periodontol**, Chicago, v.72, n.13, p.1767-1779, Dec. 2001.
54. McCARTHY, J.G.; SCHREIBER, J.; KARP, N.S. *et al.* Lengthening of the human mandible by gradual distraction. **Plast Reconstr Surg**, Baltimore, v.89, n.1, p.1-13, Jan. 1992.
55. MICHIELI, S.; MIOTTI, B. Allungamento graduale controllato della mandibola dopo osteotomia. **Minerva Stomatol**, Torino, v.25, n.2, p.77-88, apr.-giug. 1976.
56. MICHIELI, S.; MIOTTI, B. Lengthening of mandibular body by gradual surgical-orthodontic distraction. **J Oral Surg**, Chicago, v.35, n.3, p.187-192, Mar. 1977.
57. MILLESI-SCHOBEL, G.; MILLESI, W.; GLASER C. *et al.* The L-shaped ostetomy for vertical callus distraction in the molar region of the mandible: a technical note. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v.28, n.3, p.176-180, June 2000.

58. MOMMAERTS, M. Y. Bone anchored intraoral device for transmandibular distraction. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.39, n.1, p.8-12, Feb. 2001.
59. NAKAMOTO, N.; NAGASAKA, H.; DAIMARUYA T. *et al.* Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dogs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.121, n.4, p.385-395, Apr. 2002.
60. NIEDERHAGEN, B.; BRAUMANN, B.; BERGE, S. *et al.* Tooth-borne distraction to widen mandible. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.29, n.1, p.27-28, Feb. 2000.
61. NOCINI, P. F.; WANGERIN, K.; ALBANESE *et al.* Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v.28, n.1, p.20-24, Feb. 2000.
62. NOSAKA, Y.; TSUNOKUMA, M.; HAYASHI, H. *et al.* Placement of implants in distraction osteogenesis: a pilot study in dogs. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.2, p.185-192, Mar.-Apr. 2000.
63. ODA, T.; SAWAKI, Y.; UEDA, M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.28, p.151-56, Apr. 1999.
64. ODA, T.; SAWAKI, Y.; UEDA, M. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.1, p.95-102, Jan.-Feb. 2000.
65. OHKUBO, H.; UEDA, M. Experimental study of distraction osteogenesis in the maxillofacial region. **J Craniofac Surg**, Boston, v.8, n.3, p.187-193, May 1997.
66. PADWA, B.L.; KEARS, G.J.; TODD, R. *et al.* Simultaneous maxillary and mandibular distraction osteogenesis with a semiburied device. **Int J Oral Maxillofac Surg**. Copenhagen, v.28, n.1, p.2-8, Feb. 1999.
67. PELEG, M.; MAZOR, Z.; CHAUSHU; G., GARG, A. Lateralization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement: a modified technique. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.17, n.1, p.101-106, Jan. 1998.

68. PLODER, O.; MAYR, W.; SCHNETZ, G. *et al.* Mandibular lengthening with an implanted motor-driven device: preliminary study in sheep. **Br J Oral Maxillofac Surg**. Edinburgh, v. 37, n.4, p. 273-276, Aug. 1999.
69. POLO, W. C. K. **Estudo da eficiência da técnica de distração alveolar na região posterior de mandíbulas atróficas**. Santo Amaro, 2003, 120p. Tese (Mestrado em Implantodontia) - Faculdade de Odontologia. Universidade de Santo Amaro.
70. RACHMIEL, A.; LAUFER, D.; JACKSON, I.T. *et al.* Midface membranous bone lengthening: a one-year histological and morphological follow-up of distraction osteogenesis. **Calcif Tissue Int**. New York, v.62, n.4, p.370-376, Apr. 1998.
71. RACHMIEL, A.; SROUJI, S.; PELED, M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. **Int J Oral Maxillofac Surg**. Copenhagen, v.30, n.6 p.510-517, Dec. 2001.
72. RAGHOEBAR, G. M.; HEYDENRIJK, K.; VISSIK, A. Vertical distraction of the severely resorbed mandible. The Groningen device. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.29, n.6, p. 416-420, Dec. 2000.
73. ROBINSON, R.C.; O'NEAL, P.J.; ROBINSON, G.H. Mandibular distraction force: laboratory data and clinical correlation. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.5, p.539-544, May 2001.
74. ROBIONY, M.; POLINI, F.; COSTA, F.; *et al.* Osteogenesis distraction and platelet-rich plasma for bone restoration of the severely atrophic mandible. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.6, p.630-635, June, 2002.
75. SAWAKI, Y.; OHKUBO, H.; YAMAMOTO, H. *et al.* Mandibular lengthening by intraoral distraction using osseointegrated implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.11, n.2, p.186-193, Mar.-Apr. 1996.
76. SCHMELZEISEN, R.; NEUMANN, G.; von der FECHT Distraction osteogenesis in the mandible with a motor-driven plate: a preliminary animal study. **Br J Oral Maxillofac Surg**. Edinburgh, v.34, n.5, p.375-378, Oct. 1999.
77. SHETI, A. Inferior alveolar nerve reposition in implant dentistry: a preliminary report. **Int J Periodontics Restorative Dent**. Chicago, v.15, n.5, p.475-481, Oct. 1995.

78. SIMION, M. Distraction osteogenesis vs onlay bone grafts and guided bone regeneration: what we know and what we suppose. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.6, p.722, June 2002.
79. SNYDER, C.C.; LEVINE, G.A.; SWANSON, H.M. *et al.* Mandibular lengthening by gradual distraction: preliminary report. **Plast Reconstr Surg**, Baltimore, v.51, n.5, p.506-508, May 1973.
80. TRIACA, A.; ANTONINI, M.; MINORETTI, R. *et al.* Segmental distraction osteogenesis of the anterior alveolar process. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.1, p.26-34, Jan. 2001.
81. TRIVELLATO, A. E. **Estudo químico, macroscópico e da resistência à flexão de placas e parafusos de titânio usados na fixação interna rígida.** Piracicaba, 1999. 82p. Tese (Mestrado em Cirurgia Buco-Maxilo-Facial) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Estadual de Campinas
82. UCKAN, S.; DOLANMAZ, D.; KALAYCI, A. *et al.* Distraction osteogenesis of basal mandibular bone for reconstruction of the alveolar ridge. **Br J Oral Maxillofac Surg**. Edinburgh, v.40, n.5, p.393-396, Oct. 2002-a.
83. UCKAN, S; HAYDAR, S. G.; DOLANMAZ, D. Alveolar distraction: a analysis of 10 cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 94, n.5, p.561-562, Nov. 2002-b.
84. UCKAN, S; HAYDAR, S. G.; IMIRZAHOGLU, P. *et al.* Repositioning of malpositioned segment during alveolar distraction. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.8, p.963-965, Aug. 2002-c.
85. URBANI, G. Alveolar distraction before implantation: a report of five cases and a review of the literature. **Int J Periodontics Restorative Dent**. Chicago, v.21, n.6, p.569-579, Dec. 2001.
86. URBANI, G.; LOMBARDO, G.; SANTI, E. *et al.* Distraction osteogenesis to achieve mandibular vertical bone regeneration : a case report. **Int J Periodontics Restorative Dent**. Chicago, v.19, n.4, p.321-331, Aug. 1999.

87. WATZEK, G.; ZECHNER, W.; CRISMANI, A. *et al.* Distraction abutment system for 3-dimensional distraction osteogenesis of the alveolar process: technical note. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.5, p.731-37, May 2000.
88. YEN, S. L-K; GROSS, J.; WANG, P. *et al.* Closure of a large alveolar cleft by bony transport of a posterior segment using orthodontic archwires attached to bone: Report of a case. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.3, p.688-691, Mar. 2001.
89. YONEHARA, Y.; TAKATO, T; MATSUMOTO, S. *et al.* Distraction of scarred soft tissue before secondary bone grafting. A case report. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.28, n.5, p.347-348, Oct. 1999.

ANEXOS

Tabela 10: Médias das medidas realizadas na placa superior dos distratores da marca comercial Conexão (mm).

DISTRATOR	MEDIDAS DA PLACA SUPERIOR					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2,4	3,36	1,54	29,34	1,49	0,58
2	2,41	3,32	1,48	29,3	1,55	0,59
3	2,39	3,37	1,5	29,29	1,57	0,6
4	2,4	3,33	1,5	29,32	1,46	0,59
5	2,4	3,32	1,5	29,3	1,53	0,58
6	2,41	3,31	1,5	29,28	1,49	0,59
7	2,42	3,37	1,51	29,31	1,54	0,58
8	2,4	3,31	1,43	29,3	1,52	0,6
9	2,38	3,31	1,44	29,28	1,48	0,57
10	2,4	3,33	1,49	29,3	1,51	0,63
M.	2,401	3,333	1,489	29,302	1,514	0,591
D.P.	0,011005	0,0245176	0,0324722	0,0181353	0,0343835	0,0166333
V.	0,0001211	0,0006011	0,0010544	0,0003289	0,0011822	0,0002767
C.V.	0,4583527	0,7356006	2,1808066	0,061891	2,2710343	2,8144332

As menores variações nas placas superiores dos distratores da marca comercial Conexão ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das I, II, III, V e VI.

Tabela 11: Médias das medidas realizadas na placa inferior dos distratores da marca comercial Conexão (mm).

DISTRATOR	MEDIDAS DA PLACA INFERIOR					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2,41	3,33	1,55	29,29	1,48	0,61
2	2,39	3,32	1,53	29,29	1,52	0,59
3	2,43	3,34	1,49	29,27	1,56	0,6
4	2,36	3,31	1,44	29,31	1,5	0,58
5	2,37	3,32	1,51	29,27	1,49	0,59
6	2,37	3,31	1,47	29,27	1,47	0,55
7	2,36	3,32	1,49	29,27	1,48	0,6
8	2,37	3,35	1,4	29,32	1,61	0,59
9	2,33	3,29	1,5	29,26	1,46	0,59
10	2,34	3,33	1,53	29,28	1,46	0,59
M.	2,373	3,32	1,491	29,283	1,503	0,589
D.P.	0,030203	0,0168655	0,0450802	0,0194651	0,0483161	0,0159513
V.	0,0009122	0,0002844	0,0020322	0,0003789	0,0023344	0,0002544
C.V.	1,2727778	0,5076906	3,0234859	0,0664722	3,2146433	2,7082029

As menores variações nas placas inferiores dos distratores da marca comercial Conexão ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das II, I, VI, III e V.

Tabela 12: Médias das medidas realizadas na placa vertical dos distratores da marca comercial Conexão (mm).

PLACAS	MEDIDAS DA PLACA VERTICAL					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2,41	3,3	1,5	14,08	1,51	0,6
2	2,37	3,29	1,54	14,07	1,49	0,61
3	2,37	3,29	1,49	14,09	1,49	0,59
4	2,44	3,31	1,48	14,09	1,56	0,58
5	2,37	3,29	1,43	14,11	1,55	0,57
6	2,34	3,27	1,39	14,05	1,58	0,59
7	2,39	3,31	1,49	14,09	1,53	0,59
8	2,37	3,31	1,4	14,05	1,52	0,56
9	2,4	3,29	1,51	14,07	1,51	0,59
10	2,35	3,28	1,48	14,07	1,49	0,59
M.	2,381	3,294	1,471	14,077	1,523	0,587
D.P.	0,0296086	0,013499	0,048637	0,0188856	0,0316403	0,0141814
V.	0,0008767	0,0001822	0,0023656	0,0003567	0,0010011	0,0002011
C.V.	1,2435345	0,4098048	3,3063887	0,1341594	2,077501	2,4159054

As menores variações nas placas verticais dos distratores da marca comercial Conexão ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das II, I, V, VI e III.

Tabela 13: Médias das medidas realizadas na placa superior dos distratores da marca comercial Signo Vinces (mm).

PLACAS	MEDIDAS DA PLACA SUPERIOR					
	I	II	III	IV	V	VI
1	1,28	3,18	2,52	34,27	1,59	0,78
2	1,3	3,16	2,32	34,23	1,57	0,78
3	1,31	3,18	2,46	34,27	1,57	0,78
4	1,3	3,19	2,49	34,26	1,59	0,78
5	1,3	3,19	2,48	34,32	1,59	0,78
6	1,31	3,19	2,48	34,26	1,59	0,78
7	1,28	3,15	2,36	34,27	1,57	0,77
8	1,29	3,16	2,42	34,3	1,59	0,76
9	1,31	3,2	2,5	34,27	1,58	0,77
10	1,31	3,22	2,47	34,27	1,55	0,74
M.	1,299	3,182	2,45	34,272	1,579	0,772
D.P.	0,0119722	0,0209762	0,064291	0,0239444	0,0137032	0,0131656
V.	0,0001433	0,00044	0,0041333	0,0005733	0,0001878	0,0001733
C.V.	0,9216467	0,6592136	2,6241227	0,0698657	0,8678406	1,7053901

As menores variações nas placas superiores dos distratores da marca comercial Signo Vinces ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das II, V, I, VI e III.

Tabela 14: Médias das medidas da placa inferior dos distratores da marca comercial Signo Vincés (mm).

DISTRATOR	MEDIDAS DA PLACA INFERIOR					
	I	II	III	IV	V	VI
1	1,3	3,17	2,38	34,27	1,59	0,75
2	1,29	3,18	2,39	34,24	1,6	0,78
3	1,29	3,18	2,4	34,28	1,58	0,77
4	1,3	3,19	2,4	34,29	1,59	0,78
5	1,29	3,17	2,42	34,27	1,58	0,78
6	1,29	3,18	2,39	37,28	1,59	0,76
7	1,31	3,19	2,38	34,29	1,59	0,78
8	1,28	3,18	2,37	34,23	1,6	0,78
9	1,28	3,21	2,37	34,27	1,59	0,77
10	1,28	3,11	2,3	34,26	1,55	0,75
M.	1,291	3,176	2,38	34,268	1,586	0,77
D.P.	0,0099443	0,0259058	0,0319722	0,9530979	0,0142984	0,0124722
V.	9,889E-05	0,0006711	0,0010222	0,9083956	0,0002044	0,0001556
C.V.	0,770278	0,8156742	1,3433702	2,7571681	0,9015389	1,6197651

As menores variações nas placas inferiores dos distratores da marca comercial Signo Vincés ocorreram na medida I, seguida em ordem crescente das II, V, III, VI e IV.

Tabela 15: Médias das medidas realizadas na placa vertical dos distratores da marca comercial Signo Vinces (mm).

DISTRATOR	MEDIDAS DA PLACA VERTICAL					
	I	II	III	IV	V	VI
1	1,24	3,23	2,35	12,15	1,57	0,78
2	1,25	3,27	2,4	12,12	1,61	0,78
3	1,24	3,27	2,39	12,1	1,61	0,77
4	1,26	3,28	2,37	12,17	1,62	0,78
5	1,26	3,27	2,37	12,06	1,59	0,76
6	1,24	3,35	2,38	12,08	1,6	0,75
7	1,26	3,28	2,37	12,1	1,58	0,77
8	1,25	3,28	2,36	12,18	1,61	0,76
9	1,26	3,26	2,35	12,08	1,63	0,78
10	1,24	3,24	2,34	12,07	1,55	0,74
M.	1,25	3,273	2,368	12,111	1,597	0,767
D.P.	0,0094281	0,0319896	0,018738	0,0425441	0,0245176	0,0141814
V.	8,889E-05	0,0010233	0,0003511	0,00181	0,0006011	0,0002011
C.V.	0,7542472	0,977378	0,7912989	0,3512847	1,5352265	1,8489394

As menores variações nas placas verticais dos distratores da marca comercial Signo Vinces ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das I, III, II, V e VI.

Tabela 16: Médias das medidas da abertura máxima nos distratores das marcas comerciais Conexão e Signo Vines (mm).

DISTRATOR	ABERTURA MÁXIMA	
	CONEXÃO	SIGNO VINES
1	9,54	9,76
2	9,13	10,04
3	9,34	10,55
4	9,14	10,09
5	9,4	10,1
6	9,2	9,86
7	9,17	9,88
8	9,6	9,77
9	8,65	10,27
10	9,56	9,85
M.	9,273	10,017
D.P.	0,283511709	0,249267817
V.	0,080378889	0,0662134444
C.V.	3,057389287	2,488447806

As menores variações na abertura máxima dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vines.

Tabela 17: Médias da contagem do número máximo de voltas nos distratores das marcas comerciais Conexão e Signo Vines.

DISTRATOR	Nº MÁXIMO DE VOLTAS	
	CONEXÃO	SIGNO VINES
1	26	29
2	26,66	29,33
3	26,33	31,33
4	26	29,66
5	27	29,33
6	26,66	29
7	27	29
8	28,33	28
9	25	30
10	28	28,33
M.	26,698	29,298
D.P.	0,973935887	0,921542186
V.	0,948551111	0,84924
C.V.	3,647973206	3,145409877

As menores variações na contagem do número máximo de voltas dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vines.

Tabela 18: Médias das medidas da distração por volta nos distratores das marcas comerciais Conexão e Signo Vinces (mm).

DISTRATOR	DISTRAÇÃO POR VOLTA	
	CONEXÃO	SIGNO VINCES
1	0,34	0,33
2	0,34	0,33
3	0,33	0,34
4	0,34	0,33
5	0,35	0,34
6	0,34	0,34
7	0,34	0,34
8	0,35	0,33
9	0,34	0,34
10	0,34	0,34
M.	0.344	0.3393
D.P.	0.00605	0.00378
V.	0.00004	0.00001
C.V.	1.8	1.12

As menores variações na distração por volta dos distratores ocorreram na marca comercial Signo Vinces.

Tabela 19: Médias das medidas realizadas nos parafusos de 1,3 x 5mm da marca comercial Conexão (mm).

PARAFUSO	MEDIDAS			
	I	II	III	IV
1	2,4	0,89	1,24	5,14
2	2,4	0,9	1,21	5,24
3	2,4	0,85	1,23	5,17
4	2,4	0,85	1,23	5,13
5	2,4	0,86	1,24	5,13
6	2,4	0,86	1,24	5,14
7	2,38	0,86	1,23	5,16
8	2,41	0,78	1,19	5,17
9	2,39	0,85	1,23	5,15
10	2,39	0,83	1,23	5,17
M.	2.402	0.853	1.231	5.163
D.P.	0.00789	0.03268	0.01669	0.03271
V.	0.00006	0.00107	0.00028	0.00107
C.V.	0.33	3.83	1.36	0.63

As menores variações nos parafusos de 1,3 x 5mm da marca comercial Conexão ocorreram na medida I, seguida em ordem crescente das IV, III e II.

Tabela 20: Médias das medidas realizadas nos parafusos de 1,3 x 7mm da marca comercial Conexão (mm).

PARAFUSO	MEDIDAS			
	I	II	III	IV
1	2,37	0,98	1,23	7,11
2	2,4	0,98	1,23	7,13
3	2,42	1,07	1,2	7,12
4	2,39	1	1,27	7,15
5	2,42	1,05	1,23	7,16
6	2,41	1,07	1,23	7,15
7	2,4	1,04	1,22	7,14
8	2,36	0,98	1,24	7,14
9	2,41	1,04	1,21	7,11
10	2,38	1	1,22	7,09
M.	2,396	1,021	1,228	7,13
D.P.	0,0206559	0,0369534	0,018738	0,0221108
V.	0,004267	0,0013656	0,003511	0,0004889
C.V.	0,8620998	3,6193364	1,5258924	0,3101098

As menores variações nos parafusos de 1,3 x 7mm da marca comercial Conexão ocorreram na medida IV, seguida em ordem crescente das I, III e II.

Tabela 21: Médias das medidas realizadas nos parafusos de 1,5 x 5mm da marca comercial Signo Vines (mm).

PARAFUSO	MEDIDAS			
	I	II	III	IV
1	2,32	1,14	1,45	5,14
2	2,32	0,96	1,46	5,11
3	2,3	1,1	1,46	5,08
4	2,31	1,12	1,45	5,07
5	2,34	1,01	1,48	5,09
6	2,31	1,02	1,43	5,08
7	2,31	1,09	1,45	5,07
8	2,31	1,03	1,43	5,1
9	2,32	1,01	1,41	4,93
10	2,31	1,03	1,44	5,21
M.	2,315	1,051	1,446	5,088
D.P.	0,0108012	0,0578216	0,0195505	0,0698888
V.	0,0001167	0,0033433	0,0003822	0,0048844
C.V.	0,466576	5,5015761	1,3520404	1,3736006

As menores variações nos parafusos de 1,5 x 5mm da marca comercial Signo

Vines ocorreram na medida I, seguida em ordem crescente das III, IV e II.

Tabela 22: Médias das medidas realizadas nos parafusos de 1,5 x 7mm da marca comercial Signo Vices (mm).

PARAFUSO	MEDIDAS			
	I	II	III	IV
1	2,33	1,06	1,49	7,1
2	2,32	1,09	1,44	7,08
3	2,33	1,05	1,45	7,13
4	2,33	1,06	1,46	7,13
5	2,32	1,09	1,44	6,95
6	2,33	1,03	1,43	7,13
7	2,31	1,07	1,44	7,17
8	2,33	1,1	1,45	7,11
9	2,32	1,07	1,43	7,05
10	2,32	1,17	1,48	7,06
M.	2,324	1,079	1,451	7,091
D.P.	0,0069921	0,0381372	0,0202485	0,06113641
V.	4,889E-05	0,0014544	0,00041	0,0037656
C.V.	0,3008631	3,534493	1,3954829	0,8653804

As menores variações nos parafusos de 1,5 x 7mm da marca comercial Signo Vices ocorreram na medida I, seguida em ordem crescente das IV, III e II.