

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

***AVALIAÇÃO IN-VIVO DA MAGNITUDE DE FORÇA PRODUZIDA
DURANTE A EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA EM PACIENTES
NAS DIFERENTES FASES DAS DENTIÇÕES: DECÍDUA, MISTA
E PERMANENTE JOVEM.***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP para a obtenção do título de mestre em Odontologia

RODRIGO RAMIRES BORBOLLA

**SÃO PAULO
2008**

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

***AVALIAÇÃO IN-VIVO DA MAGNITUDE DE FORÇA PRODUZIDA
DURANTE A EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA EM PACIENTES
NAS DIFERENTES FASES DAS DENTIÇÕES: DECÍDUA, MISTA
E PERMANENTE JOVEM.***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP para a obtenção do título de mestre em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Kurt Faltin Jr.

RODRIGO RAMIRES BORBOLLA

**SÃO PAULO
2008**

Borbolla, Rodrigo Ramires

A avaliação in-vivo da magnitude de força produzida durante a expansão rápida da maxila em pacientes nas diferentes fases das dentições: decídua, mista e permanente jovem. / Rodrigo Ramires Borbolla. – São Paulo, 2008.
80 f.:il, color

Dissertação (mestrado) – Apresentada ao Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Paulista, São Paulo, 2008.
Área de Concentração: Ortodontia
“Orientação: Kurt Faltin Junior”

1. Força expansiva. 2. Disjunção palatina. 3. Dentição. 4. Gráficos. I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Dario e Marisa, por todo amor e confiança depositados em mim. Agradeço a Deus por ter os pais que vocês são, amo muito vocês.

A minha esposa Ana Cristina, pelo amor, apoio, dedicação, compreensão e principalmente pela paciência desprendida ao longo dessa jornada, sem você eu não teria conseguido, você é a pessoa mais importante da minha vida.

Ao meu irmão Pedro pela ajuda e incentivo.

Ao meu grande mestre, amigo e orientador Prof. Dr. Kurt Faltin Jr. pela confiança, conhecimento, ajuda, incentivo que muito me auxiliou na realização deste trabalho, e por incitar cada vez mais em todos nós a busca pela excelência clínica.

Ao também amigo Prof. Dr. Rolf Marçon Faltin pelo apoio, e por acreditar na minha capacidade de realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Franz G. Sander por todo o material e conhecimentos cedidos.

Ao Prof. Dr. Marcos Rogério de Mendonça pela qualidade e ajuda na finalização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A todos os pacientes que se propuseram ao tratamento e que proporcionaram a realização deste trabalho.

Aos meus mestres e amigos de clínica Prof. Dr. Carlos Eduardo Fonseca, Prof. Dr. Eduardo Camarote e Prof. Dr. Carlos Kessner.

As minhas amigas Dra. Giselle Namur Menusier e Dra. Mariana Mei Janikian pela paciência, compreensão e principalmente pela amizade que possibilitou a realização deste trabalho.

A Prof. Dra. Cristina Lúcia Feijó Ortolani pela paciência, ajuda e por todo o incentivo dado durante o meu mestrado.

Ao Dr. Alexandre Pinheiro Bittencourt e sua equipe pelos aparelhos e pela amizade.

Aos meus grandes amigos Dr. Marcos C. Pitta e Dr. Gustavo Motta por todo o apoio e conhecimento.

Aos funcionários desta Universidade por toda ajuda e compreensão.

Aos meus companheiros de mestrado por tudo que passamos juntos.

Aos meus companheiros de profissão da CATOL por todo apoio e por terem cedido o local para que esse trabalho fosse concluído.

Ao meu amigo e "irmão" Rafael Fragoso e ao meu primo Samuel Friedman pela ajuda na finalização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIACOES	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DA LITERATURA	04
3. PROPOSIÇÃO	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Aparelho para ERM	19
4.2 Protocolo de instalação.....	21
4.3 Protocolo de ativação	24
4.4 Material e método de medição	24
4.5 Método de cálculo da força de expansão real	30
5. RESULTADOS	31
5.1 Resultados do grupo I	31
5.2 Resultados do grupo II	38
5.3 Resultados do Grupo III.....	46
6. DISCUSSÃO	54
7. CONCLUSOES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8. ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Foto do expansor maxilar utilizado.	20
Figura 4.2 – Aparelho de ERM instalado	23
Figura 4.3 – Representação esquemática do material e método de medição.....	26
Figura 4.4 – Material de medição utilizado no experimento.	26
Figura 4.5 – Representação esquemática do método de medição (ativação).....	29
Figura 5.1 Gráfico da 1ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.2 Gráfico da 2ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.3 Gráfico da 3ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.4 Gráfico da 4ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.5 Gráfico da 5ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.6 Gráfico da 6ª ativação paciente JMO	32
Figura 5.7 Gráfico da 7ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.8 Gráfico da 8ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.9 Gráfico da 9ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.10 Gráfico da 10ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.11 Gráfico da 15ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.12 Gráfico da 16ª ativação paciente JMO	33
Figura 5.13 Gráfico da 19ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.14 Gráfico da 20ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.15 Gráfico da 23ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.16 Gráfico da 24ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.17 Gráfico da 29ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.18 Gráfico da 30ª ativação paciente JMO	34
Figura 5.19 Gráfico da 33ª ativação paciente JMO	35
Figura 5.20 Gráfico da 34ª ativação paciente JMO	35
Figura 5.21 Gráfico da 37ª ativação paciente JMO	35
Figura 5.22 Gráfico da 38ª ativação paciente JMO	35
Figura 5.23 Seqüência de diagramas do paciente JMO ao longo do procedimento (comportamento longitudinal)	36
Figura 5.24 Gráfico de colunas do paciente do Grupo I	37
Figura 5.25 Gráfico da 1ª ativação paciente LSM	39
Figura 5.26 Gráfico da 2ª ativação paciente LSM	39

Figura 5.27 Gráfico da 3ª ativação paciente LSM	39
Figura 5.28 Gráfico da 4ª ativação paciente LSM	39
Figura 5.29 Gráfico da 5ª ativação paciente LSM	39
Figura 5.30 Gráfico da 6ª ativação paciente LSM	39
Figura 5.31 Gráfico da 7ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.32 Gráfico da 8ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.33 Gráfico da 9ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.34 Gráfico da 10ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.35 Gráfico da 15ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.36 Gráfico da 16ª ativação paciente LSM	40
Figura 5.37 Gráfico da 19ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.38 Gráfico da 20ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.39 Gráfico da 23ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.40 Gráfico da 24ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.41 Gráfico da 29ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.42 Gráfico da 30ª ativação paciente LSM	41
Figura 5.43 Gráfico da 33ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.44 Gráfico da 34ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.45 Gráfico da 37ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.46 Gráfico da 38ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.47 Gráfico da 43ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.48 Gráfico da 44ª ativação paciente LSM	42
Figura 5.49 Gráfico da 47ª ativação paciente LSM	43
Figura 5.50 Gráfico da 48ª ativação paciente LSM	43
Figura 5.51 Gráfico da 51ª ativação paciente LSM	43
Figura 5.52 Gráfico da 52ª ativação paciente LSM	43
Figura 5.53 Gráfico da 53ª ativação paciente LSM	43
Figura 5.54 Seqüência de diagramas do paciente LSM ao longo do procedimento (comportamento longitudinal)	44
Figura 5.55 Gráfico de colunas do paciente do Grupo II.....	45
Figura 5.56 Gráfico da 1ª ativação paciente BVL	47
Figura 5.57 Gráfico da 2ª ativação paciente BVL	47
Figura 5.58 Gráfico da 3ª ativação paciente BVL	47
Figura 5.59 Gráfico da 4ª ativação paciente BVL	47

Figura 5.60 Gráfico da 5ª ativação paciente BVL	47
Figura 5.61 Gráfico da 6ª ativação paciente BVL	47
Figura 5.62 Gráfico da 7ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.63 Gráfico da 8ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.64 Gráfico da 9ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.65 Gráfico da 10ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.66 Gráfico da 15ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.67 Gráfico da 16ª ativação paciente BVL	48
Figura 5.68 Gráfico da 19ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.69 Gráfico da 20ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.70 Gráfico da 23ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.71 Gráfico da 24ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.72 Gráfico da 29ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.73 Gráfico da 30ª ativação paciente BVL	49
Figura 5.74 Gráfico da 33ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.75 Gráfico da 34ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.76 Gráfico da 37ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.77 Gráfico da 38ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.78 Gráfico da 43ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.79 Gráfico da 44ª ativação paciente BVL	50
Figura 5.80 Gráfico da 47ª ativação paciente BVL	51
Figura 5.81 Gráfico da 48ª ativação paciente BVL	51
Figura 5.82 Gráfico da 51ª ativação paciente BVL	51
Figura 5.83 Gráfico da 52ª ativação paciente BVL	51
Figura 5.84 Gráfico da 53ª ativação paciente BVL	51
Figura 5.85 Seqüência de diagramas do paciente BVL ao longo do procedimento (comportamento longitudinal).....	52
Figura 5.86 Gráfico de colunas do paciente do Grupo III.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 4. 1 Relação dos dias de medições e correspondentes ativações	28
---	----

LISTA DE ABREVIações

ERM – Expansão rápida da maxila

N – Newton

cm – Centímetro

lb – Libras

ELM – Expansão lenta da maxila

g – Gramas

mm – Milímetros

% - Porcentagem

° - Graus Celsius

CL – Classe

s - Segundos

TICKS = (t x 0,001segundos)

RESUMO

BORBOLLA, R.R. Avaliação in-vivo da magnitude de força produzida durante a expansão rápida da maxila em pacientes nas diferentes fases das dentições: decídua, mista e permanente jovem. Dissertação (Mestrado em Ortodontia - Ortopedia Facial) - Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista, 2008.

A expansão rápida da maxila (ERM) sempre despertou grande interesse nos pesquisadores da área da ortopedia facial ao longo dos anos por ser um dos procedimentos mais empregados na especialidade e pelo fato da atresia maxilar estar frequentemente associada às más-oclusões. Além disso, as atresias maxilares se desenvolvem de uma maneira precoce sem correção espontânea. A magnitude de força expansiva e suas implicações durante o procedimento clínico de ERM permanece questionável até hoje. O presente estudo tem como objetivo avaliar a magnitude de força expansiva durante a ERM nas diferentes fases das dentições: decídua, mista e permanente jovem. A amostra foi composta por 9 pacientes brasileiros, sendo 8 do gênero feminino e 1 do gênero masculino que foram separados em três grupos de acordo com suas dentições. O Grupo I com três pacientes com dentição decídua, o Grupo II possuía três pacientes com dentição mista e o Grupo III com três pacientes com permanente jovem. O aparelho utilizado no estudo foi um expansor palatino com recobrimento acrílico dos dentes suporte. Foram avaliadas as curvas representativas das forças aplicadas durante a ERM no protocolo de duas ativações diárias, que mostraram que o comportamento dessas forças expansivas ao longo do procedimento variou longitudinalmente, individualmente e entre os grupos experimentais. As forças chegam no máximo a 20N no Grupo I, 65N no Grupo II e 78N no Grupo III.

ABSTRACT

BORBOLLA, R.R. An in-vivo study of the expansive force produce during rapid maxillary expansion in patience in the deciduous, mixed and young permanent dentition. Dissertation (Specialization in Orthodontics - Facial Orthopedics) - Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista, 2008.

Rapid maxillary expansion (RME) has always draw great interest of researchers in the orthopedic field along the years. It's a largely employed procedure and maxillary constriction is often associated with malocclusions. In addition, maxillary constriction has an early development and is hardly corrected. The aim of this study is to assess the magnitude of the expansive force during RME in the different dentitions phases. The sample consisted of 9 Brazilian patients, 8 female and 1 male, who were sorted in three groups: Group I, three patients with deciduous dentition, Group II, three patients mixed dentition and Group III, three patients with young permanent dentitions. The appliance utilized in this study was a palatal expansor with an acrylic splint for the supporting teeth. Curves representing the forces applied during RME in the protocol of two daily activations were evaluated. They showed that the way such expansive forces behave along the procedure had a longitudinal and individual variation, including between the experimental groups. It was also determined that the maximum expanding force measured in Group I was 20N, in the Group II was 65N and in Group III was 78N.

1. INTRODUÇÃO

Quando o ortodontista realiza um procedimento ortopédico de expansão rápida da maxila (ERM) em seus pacientes ele espera que aconteça um alargamento transversal dos ossos maxilares com a disjunção da sutura palatina mediana alterando assim a morfologia do arco superior e possibilitando uma oclusão harmônica com o arco inferior. Foi o que relatou Angell em 1860 nos E.U.A quando, em um período de 15 dias, expandiu em 6mm o arco superior de uma menina de 14 anos.

No começo do século passado, ao divulgar “o conceito funcional do crescimento” que admitia que a expansão das arcadas dentárias poderia estimular o crescimento ósseo intersticial, Angle praticamente pôs um fim aos estudos sobre a ERM, pois como era muito conhecido e conceituado, todos os ortodontistas da época acabaram por realizar uma expansão convencional do que a expansão rápida da maxila.

No entanto, foi nos meados da década de 40, após os adventos do cefalostato por Hofrath e Broadbent que os estudos sobre a ERM começaram. Na Europa, ortodontistas de renome como Derichsweiler (1953) e Korkhaus (1960) continuavam com os estudos sobre a ERM.

Entusiasmado com os bons resultados apresentados por aqueles autores, Haas, na década de 60 nos Estados Unidos, provou que a sutura palatina mediana podia ser aberta em uma extensão suficiente

para causar o alargamento do arco superior, tendo atraído a atenção não só dos ortodontistas, mas também de otorrinolaringologistas, que se tornaram adeptos da ERM.

Com o passar dos anos muitos trabalhos foram realizados pela comunidade científica para demonstrar os benefícios da expansão rápida da maxila. Concomitante a isso, muitos tipos de aparelhos e técnicas foram sendo desenvolvidos também, que comprovaram os ótimos resultados que uma expansão palatina pode oferecer.

Os estudos recentes mostram que a expansão maxilar seja ela rápida ou não, deve ser realizada o mais cedo possível e que o diagnóstico preciso dos diferentes tipos de más oclusões é de vital importância para o bom andamento do tratamento. Além da idade, o sexo, a maturação óssea e o tipo facial do paciente também podem determinar o sucesso ou não desse tratamento.

A magnitude de força empregada nos dentes e estruturas de suporte e as conseqüências que podem advir desta terapêutica é outra grande preocupação dos ortodontistas que realizam a ERM nos dias atuais. Desta maneira, o número de ativações diárias utilizada como protocolo durante a ERM torna-se um fator muito importante no resultado e tempo final da expansão. Com isso a determinação de um protocolo de ativações diária no processo de disjunção palatina é tão importante quanto a magnitude de força empregada durante a ERM. A conduta com os aspectos biológicos em todos os procedimentos ortodônticos e ortopédicos parece ser o grande desafio da especialidade no presente.

Durante estes últimos 150 anos, muitos estudos foram feitos, muitos dispositivos foram criados, muitas idéias foram defendidas porém, muitas dúvidas ainda permanecem.

Diante do exposto surgiu o interesse em determinar de uma forma mais precisa a magnitude de força *in-vivo* usada durante a expansão rápida da maxila nas diferentes fases das dentições: decídua, mista e permanente jovem, tornando assim o tratamento dessas más oclusões mais eficiente do ponto de vista biológico sem que se utilize forças excessivas e danos aos tecidos de suporte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma técnica ortodôntica que foi relatada pela primeira vez em 1860, quando Angell, na cidade de São Francisco expandiu em 6mm a largura do arco de uma menina de 14 anos de idade no período de 15 dias, utilizando um parafuso expensor colocado entre os pré-molares.

Este primeiro trabalho marcou o início dos tratamentos dos casos de atresias maxilares. Porém, no período entre os anos de 1910 e 1930 os estudos sobre expansão rápida da maxila mostravam grandes controvérsias quanto a seus modos de aplicação, tipo de expansão e forças empregadas. Por esta razão permaneceram sem muito estudo durante este período.

Haas (1961), realizou um estudo sobre a ERM dividido em duas partes, uma experimental e outra clínica. No estudo experimental utilizou 8 porcos para verificar se a sutura palatina mediana poderia ser separada e qual a extensão dessa abertura. Observou também as mudanças nasais após o procedimento. Satisfeito com os resultados obtidos Haas selecionou dez pacientes os quais foram submetidos a ERM, e onde pode comprovar que este procedimento não causava dor ou desconforto aos pacientes, abria-se um diastema entre os incisivos centrais superiores, separação dos maxilares em forma de cunha com o ápice voltado para a cavidade nasal, alargamento do nariz e abaixamento do seu assoalho além de promover uma ligeira inclinação

para vestibular dos dentes inferiores que tendiam acompanhar os superiores.

Krebs (1964), realizou um estudo em pacientes onde foram colocados implantes metálicos em ambos os lados da arcada para avaliar as mudanças ocorridas com a expansão palatina. Comprovou que o aumento da expansão na arcada dentária estava associado a uma expansão na base maxilar mais freqüente em meninos do que em meninas e que os melhores resultados da expansão se davam antes do surto de crescimento, porém o efeito ortopédico diminuía com a idade.

Isaacson & Wood (1964), desenvolveram o desenho, a construção e a calibragem do primeiro sistema de medição de forças que foi destinado a medir corretamente as forças produzidas no procedimento de expansão rápida da maxila. O aparelho desenvolvido para o experimento era bandado e com recobrimento acrílico em um dos lados, no outro um dinamômetro foi conectado para realizar as medições. A pressão exercida pelo aparelho podia ser analisada nos três eixos perpendiculares em seu momento de força. As forças medidas durante a ERM eram horizontal, vertical e uma combinação das duas, resultando em uma força rotacional vestibular nas duas metades alveolares da maxila.

Ainda em 1964 Isaacson & Ingram na continuidade do estudo anterior, mostraram em cinco pacientes através do aparelho desenvolvido, que uma única ativação, de 0,2mm a cada $\frac{1}{4}$ de volta do parafuso expensor produzia entre 3 e 10 lb (libras) de força, (de 13,6N a

45,3N) que se deteriorou rapidamente no princípio e continuou diminuindo, porém poderia acumular uma força residual de até 20 libras(90,6N). Também foram medidas as forças mecânicas produzidas pelos aparelhos de ERM nas fases de ativação e contenção e avaliaram a força resultante residual que se acumulava entre os intervalos das ativações. Por definição, força residual é a força remanescente entre duas ativações consecutivas, antes de iniciar a segunda ativação. Após a ativação do torno, a força se eleva e logo depois declina. No entanto, foi verificado que entre a primeira e a segunda ativação acumulava-se uma força residual. Esta força residual aparecia em todos os pacientes porém variando a sua magnitude, de acordo com a idade e maturação óssea. Essa força residual seria o resultado da força inicial aplicada subtraída da força absorvida pelos tecidos. Os autores sugeriram ainda que a expansão total poderia se tornar fisiologicamente estável, em um tratamento com tempo inferior ao convencional, com procedimentos de expansão realizados com forças constantes, de menor intensidade, em horários de ativação mais espaçados ou com ativações menos intensas por expansão. Concluíram ainda que a resistência à ERM não estava somente na sutura palatina mediana, mas nas outras suturas ósseas do esqueleto facial relacionadas à maxila.

Zimring & Isaacson (1965), investigaram as forças residuais presentes durante a fase de contenção. Essa força residual foi encontrada em todos os pacientes, porém, ela era maior e mais presente em pacientes mais velhos do que nos pacientes mais jovens (28% vs 15%). Ela se tornava maior ainda nos estágios iniciais de ativação nos

pacientes mais velhos (70%) e nos estágios finais dos pacientes jovens (25%). Observou-se que na fase de contenção a força residual foi dissipada em todos os pacientes, e que a força ideal necessária para que houvesse a ocorrência da separação maxilar foi relacionada com a idade, maturação óssea, sexo, padrão esquelético facial e padrão muscular do paciente.

Haas (1965), na Universidade norte-americana na cidade de Illinois, provou que a sutura intermaxilar podia ser aberta em uma extensão suficiente para causar o alargamento do arco superior, os pacientes não sentiam dor e os dentes da arcada inferior sofriam uma leve vestibularização em função da oclusão e das forças musculares da mastigação. Seus trabalhos atraíram não só a atenção dos ortodontistas, mas também dos rinologistas, que se tornaram adeptos da ERM.

Já Storey em 1973, sugeriu uma expansão mais lenta da maxila com ativações de 0,5 à 1,0 mm (de 2 à 4 ativações) de expansão por semana para obter-se um menor trauma psicológico e uma maior estabilidade na ERM. Ele também relatou que com a expansão lenta, a força exercida estimulou a produção óssea a níveis ótimos e que clinicamente as recidivas esqueléticas são reduzidas bem como o período de contenção que dura pouco mais de três meses. Storey também mostrou em seu estudo que a expansão palatina era maior na crista alveolar, e menor na abóbada palatina, e que o centro de rotação dessa expansão maxilar ficava perto da sutura fronto-nasal, ou seja, a abertura se dá de forma triangular.

Timms (1974), realizou um estudo para avaliar os benefícios gerais da disjunção palatina. Relatou a importância do aparelho expansor rígido que abrangesse um maior número de dentes possível, para que a força fosse distribuída ao longo da borda inferior da maxila e com a mínima movimentação dentária. Este seu estudo mostrou que o centro de rotação da disjunção se encontrava mais alto e mais para posterior e que o alargamento da maxila trazia benefícios para a respiração já que o assoalho nasal também aumentava.

Cotton (1978), estudou as mudanças esqueléticas lineares e angulares contra a movimentação dos dentes suporte durante uma expansão lenta da maxila. No estudo quatro macacos (*Macaca mulatta*) cada um com um expansor foram submetidos a uma força contínua de baixa intensidade que variava entre 1 e 2 lb (de 4,5N a 9,0N). A idade dos macacos também variou e um deles foi usado como controle sem ativação. Os resultados mostraram uma efetividade tão boa quanto uma expansão rápida, no entanto a estabilidade pós-tratamento foi considerada melhor graças a essa expansão lenta de baixa intensidade. Os resultados mostraram também que a expansão foi 50% ortopédica e 50% ortodôntica.

Hicks (1978), quis confirmar os resultados obtidos por Cotton no mesmo ano usando também forças de baixa intensidade 1-2 lb (de 4,5N a 9,0N) para expansão palatina de 5 crianças. O aparelho utilizado no experimento fora o mesmo descrito por Cotton com uma haste metálica presa ao primeiro molar permanente. Esta medida permitiu avaliar as mudanças esqueléticas e de inclinação dentária. Hicks determinou ainda

que a estabilidade pós-tratamento ocorreu devido a essa expansão lenta num período de não mais que 8 semanas.

Wertz e Dreskin (1977), realizaram um estudo envolvendo 56 pacientes de vários ortodontistas de uma fundação de pesquisa ortodôntica. Os pacientes da amostra apresentavam dentições decídua, mista, permanente jovem e permanente adulta. Foram feitas tomadas radiográficas em norma lateral e frontal em quatro estágios do tratamento para avaliar as mudanças dentárias e esqueléticas. Observaram que em todos os casos houve um aumento na largura do arco superior, no entanto esse aumento foi mais ortodôntico na dentição permanente adulta onde ocorreu também o maior número de recidivas. Já nas dentições decídua e mista os resultados foram mais ortopédicos e a contenção se deu em menos tempo. Observaram também um deslocamento ântero-inferior da maxila e uma rotação horária da mandíbula nos pacientes mais jovens.

Chaconas E Caputo (1982), realizaram um estudo que foi dividido em duas etapas. Na primeira foi observado as características das forças de ativação de cada aparelho, na segunda observaram a distribuição de força ortopédica produzida em diferentes aparelhos expansores (Hyrax, Haas, mini-expansor, quadriélice e um aparelho removível) no complexo crânio facial. Um modelo anatômico tridimensional foi confeccionado para simular essas alterações. O modelo foi examinado e fotografado para avaliar as alterações ocorridas com cada tipo de aparelho. Os resultados encontrados mostram que os disjuntores Hyrax, Haas e o aparelho removível quando bem adaptado produziram forças ortopédicas

altas e similares e mudanças ortopédicas significativas. O mini-expansor mostrou uma queda na força em cada ativação, porém as mudanças ortopédicas apareceram. Já o quadriélice se mostrou o aparelho com menor força ortopédica e mais ortodôntica a não ser quando utilizado em idades jovens.

Bishara e Staley (1987), investigaram as implicações clínicas de uma expansão rápida da maxila. Relataram que as causas das desarmonias buco-linguais podem ser de origem genética ou adquirida, e que a atresia maxilar pode ser resultado de uma alteração de função, como ocorre em respiradores bucais. Em um caso clínico verificaram que a expansão rápida da maxila ocorreu quando a força aplicada sobre os dentes e sobre o processo alveolar excedeu os limites necessários para a movimentação ortodôntica, e que a magnitude da abertura da sutura varia em diferentes partes da sutura. Observaram também em seus estudos que a principal resistência à abertura da sutura palatina não foi a própria sutura e sim as demais estruturas em seu redor, particularmente os ossos esfenóide e zigomático, e que essa abertura se dava de uma forma triangular na vista oclusal e na vista frontal. Na vista oclusal o vértice do triângulo está na porção posterior, e na frontal próximo a sutura fronto-nasal.

Vardimon, *et al* (1987), estudaram os efeitos da magnitude (rápida ou lenta) e ponto de aplicação (dento ou mucossuportado) da força no tratamento da expansão palatina. No estudo realizado em 4 macacas (*Macaca fascicularis*) foram utilizados quatro tipos de aparelhos. Um com expansor rápido convencional bandado e com força de 2033g (20,33N),

dois deles usando forças magnéticas de expansão de baixa intensidade 258g (2,58N) e outro aparelho sem ativação, somente para controle. Os resultados apresentados mostraram que a expansão magnética diminuiu de acordo com o ponto de aplicação, isto fez com que os autores sugerissem uma redução da força convencional de expansão em até oito vezes e que o tratamento começasse o mais cedo possível, principalmente nos casos de CL III com atresia maxilar.

Ferreira publicou em 1988 um artigo em que afirmava que a força ideal para promover a expansão rápida da maxila para cada paciente tem um valor individual, e que esse valor está relacionado com a idade, maturação óssea, sexo, padrão esquelético facial e padrão muscular. Segundo o próprio autor, as forças de 900 a 1800g (9N e 18N) são suficientes para realização de uma ERM em pacientes com idades inferiores a 15 anos. Em seu trabalho o autor também salienta que em pacientes jovens as ativações podem ser feitas duas vezes ao dia com intervalos de 12 horas enquanto que no adulto essas ativações são realizadas apenas uma vez ao dia.

Arndt (1993), desenvolveu um aparelho semelhante ao quadriélice de material termo ativado (Níquel-Titânio). Este aparelho produz uma força constante depois de instalado de 230 a 300g (2,3 - 3,0N) ativado pelo calor do corpo até um formato pré-determinado, causando assim uma força leve e constante além de distalizar o primeiro molar superior.

Henry (1993), em um artigo, verificou os benefícios da expansão lenta da maxila durante a dentição mista com o uso do quadriélice. No

estudo cada ativação gerava uma força recíproca de 450 – 550g (4,5 – 5,5N). O autor quis mostrar que a expansão maxilar e a disjunção palatina podem ser realizadas com sucesso e comprovadas radiograficamente utilizando forças de baixa intensidade com resultados ortopédicos na dentição mista, mas produz apenas movimentos ortodônticos no adulto. Porém deve-se levar em conta a idade do paciente, o tipo de aparelho empregado, o estágio da dentição e a maturação óssea do nosso paciente.

Darendelier, *et al* (1994) desenvolveram um projeto para expansão maxilar com ativação magnética com forças leves entre 250 e 500g (2,5 e 5,0N). No estudo dois tipos de aparelhos (bandado e cimentado) foram utilizados em seis pacientes com idades variando entre 7 e 16 anos. Quatro microimplantes foram colocados em cada paciente para a comprovação radiográfica (oclusal, frontal e lateral). Dois entre o incisivo central e o lateral e dois entre o 2º pré-molar e o 1º molar. Os resultados variaram de acordo com a idade e com o tipo de aparelho empregado, porém se mostraram satisfatórios, pois promoveram modificações ortopédicas e ortodônticas em todos os casos com o uso de forças leves o que trouxe menos trauma para a reparação da sutura palatina mediana.

Ott e Ferreira (1994), em seu artigo mostraram um caso clínico onde foi confeccionado um aparelho disjuntor bandado tipo Haas modificado para expansão maxilar de um paciente com dentição mista, porém de uma forma mais vagarosa que a habitual. Com 3 ativações por semana, o que alcançaria 1 mm, as ativações foram realizadas em dias

alternados. Com esse método eles atingiram de 2 a 4 lb (9 a 18N) de força contra 15 a 20 lb (70 a 100N) da expansão rápida, e mesmo assim conseguiram a separação da sutura palatina mediana comprovada radiograficamente pela radiografia oclusal.

Brosh, *et al* (1998), realizaram um estudo para determinar o padrão da tensão desenvolvida durante as fases de ativação e contenção em uma ERM. Foi feito um estudo comparativo entre 5 gatos e 14 humanos, onde todos foram submetidos a uma ERM com o mesmo expansor e o mesmo medidor. Neste estudo ficou comprovado que a tensão e a expansão aumentaram progressivamente e concomitantemente durante a fase de ativação no tratamento da ERM, e que entre as ativações foi observado a presença da força residual. Essa força residual permaneceu por mais dez dias na fase de contenção vindo a diminuir posteriormente. A presença dessa força residual por mais dez dias é atribuída a força de recidiva que acomete os pacientes. Ela não pode ser mensurada, porém não pode ser descartada.

Silva Filho *et al.* (1999), defenderam a realização da ERM em pacientes com dentição decídua e mista e portadores de mordida cruzada posterior. Isto porque segundo os autores este procedimento favorece o desenvolvimento da oclusão normal mais precocemente, o que beneficiaria o desenvolvimento crânio-facial desses pacientes. No protocolo realizado, as ativações eram feitas, 2/4 de volta pela manhã e 2/4 de volta à noite.

Haas (2001), em uma entrevista, fez algumas afirmações sobre a expansão rápida da maxila. A magnitude da força aplicada na ERM evita a movimentação dentária e promove a expansão ortopédica. As ativações constantes de 1mm por dia promovem a separação da sutura sem, no entanto vestibularizar os dentes. O aumento nos intervalos das ativações resultou em um maior movimento ortodôntico do que ortopédico. Mesmo com forças superiores a 75 N nós temos uma boa tolerância da mucosa palatal. A magnitude das forças aplicadas pode chegar a 100N, porém o usual fica entre 40 e 50 N. Para pacientes acima de 18 anos faz-se necessário a ERM cirurgicamente assistida, pois só assim conseguiremos promover uma separação maxilar sem lesar os tecidos adjacentes.

Lopes et al em 2003 realizaram uma revisão da literatura sobre os procedimentos que estão envolvidos na ERM. Com relação às forças aplicadas os autores dizem que não há um consenso e que elas podem atingir até 10.000g (100N), porém a sua faixa usual seria entre 4.000 e 5.000g (40 e 50N) e que uma simples ativação pode chegar a 7.000 (70N)

Knaup, *et al* (2004), observaram as mudanças morfológicas bem como o grau de obliteração da sutura palatina mediana em vinte e três pacientes de ambos os gêneros e com idades variando de 18 a 63 anos. Neste estudo os pacientes foram divididos em dois grupos. Um grupo com pacientes com menos de vinte e cinco e anos e outro grupo com pacientes com mais de vinte e cinco anos. Eles puderam constatar que a morfologia e a proporção de ossificação da sutura palatina mediana

variaram bastante entre os pacientes, porém não como se esperava. A proporção de obliteração completa da sutura foi de apenas 13%, sendo que o paciente que apresentava o maior grau não era o paciente mais velho. Esse estudo mostrou que tanto a forma quanto o grau de ossificação da região da sutura palatina mediana varia de acordo com a idade, porém essa variação não demonstra que os pacientes com mais idade possuam um grau de obliteração sutural maior.

Sander, *et al* (2006), em um estudo com dez pacientes entre 9 e 13 anos realizaram uma expansão rápida da maxila com parafusos expansores previamente calibrados em laboratórios e com a mesma chave de ativação para determinar a magnitude de força expansiva durante as ativações. Elas foram realizadas em média cinco vezes por dia. As forças geradas nessas ativações foram em média de 60 N, atingindo picos máximos entre 80 a 90 N.

3. PROPOSIÇÃO

1. Determinar por meio de um estudo in-vivo, o comportamento da magnitude das forças produzidas ao longo da expansão rápida da maxila nas dentições decídua, mista e permanente jovem.
2. Confirmar a efetividade da disjunção palatina com o protocolo de duas ativações diárias nos diferentes grupos.

4. MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho foi realizado em parceria entre a Universidade de Ulm da Alemanha, e a Universidade Paulista – UNIP, como parte de um estudo sobre a magnitude de força produzida durante a ERM. Foram selecionados para este estudo 9 (nove) pacientes, sendo oito deles do gênero feminino e um do gênero masculino. Todos os pacientes são brasileiros residentes em São Paulo e que procuraram atendimento ortodôntico na clínica infantil da Universidade Paulista, Campus Bacelar, São Paulo. Todos os pacientes não haviam sofrido intervenção ortodôntica anteriormente.

Para realização deste procedimento todos os pacientes tinham que apresentar atresia maxilar severa, ou seja, elevada discrepância transversa negativa (superior a -6mm), diagnosticada através da análise transversa de modelos de Korkhaus, (distância de 6-6 e de 4-4) e/ou reduzida distância inter-jugal (superior a -4mm) obtida através da análise cefalométrica frontal de Ricketts. Todos apresentavam ainda mordida cruzada posterior e apinhamentos dentários superior anterior, além de gozarem de uma satisfatória saúde geral e periodontal.

A amostragem foi, por razões metodológicas, separada em grupos de acordo com as fases das dentições. Assim sendo os nove pacientes foram divididos em três grupos experimentais:

Grupo I: Este grupo foi composto por 3(três) pacientes, sendo um do gênero masculino e dois do gênero feminino que encontravam-se no primeiro período transitório da dentição, ou seja, com todos os dentes decíduos erupcionados e em oclusão sem que o primeiro molar permanente estivesse irrompido ou qualquer outro dente decíduo estivesse esfoliado.

Grupo II: Este grupo foi composto por 3(três) pacientes do gênero feminino que encontravam-se no período inter-transitório da dentição mista. Esses pacientes possuem os 4(quatro) primeiros molares permanentes e os 8(oito) incisivos permanentes erupcionados e em oclusão, além dos demais dentes decíduos da zona de sustentação (molares e caninos) fora da fase de esfoliação.

Grupo III: Este grupo foi constituído também por 3(três) pacientes do gênero feminino que encontravam-se com a dentição permanente, ou seja, na fase final do segundo período transitório com os pré-molares superiores totalmente erupcionados e em oclusão, independentemente ou não da irrupção dos caninos permanentes superiores.

4.1 – Aparelho para ERM

Para a realização do trabalho, o aparelho escolhido foi um expansor palatino com recobrimento acrílico dos dentes suporte preconizado por McNamara (McNamara 1995). Os parafusos expansores utilizados foram todos cedidos pela equipe do Prof. Dr. F.G. Sander do Departamento de Ortodontia – Ortopedia Facial da Universidade de Ulm. São todos do tipo Hyrax da firma Forestadent (Pforzheim, Alemanha) modelo 167-1326, tendo capacidade total de abertura de 13,0 mm e aproximadamente 0,22mm de expansão a cada $\frac{1}{4}$

de volta segundo o fabricante. Estes possuíam ainda duas guias e quatro hastes soldadas a laser ao torno expensor. Estas hastes foram soldadas à prata a uma estrutura ferulizada com recobrimento oclusal em resina acrílica autopolimerizável da marca Clássico (São Paulo, Brasil) para fixação aos dentes posteriores que serviram de suporte. (Fig. 4.1 pág, 20)



Figura 4.1 – Vista oclusal do expansor utilizado

A equipe do Professor Sander testou anteriormente em laboratório do Departamento de Ortodontia – Ortopedia Facial na Universidade de Ulm todos os parafusos enviados para este trabalho. Todos esses parafusos foram submetidos a um teste *in-vitro* de carga e fricção ao longo das ativações dos parafusos para aferição das forças de resistência inerentes a cada torno. Os valores obtidos nestes testes foram utilizados mais tarde para a determinação da magnitude de força expansiva final (real) presente *in-vivo* durante a ERM. Foram realizados ainda testes para observar o limite de ativação de cada torno. Ao final, esses foram respectivamente numerados para o experimento *in-vivo* das forças expansivas.

4.2– Protocolo de instalação

Antes de realizar a instalação propriamente dita do expensor, observou-se as condições dos dentes que serviriam de suporte, tanto na dentição mista quanto na permanente jovem bem como os tecidos de suporte. Foram realizadas tomadas radiográficas panorâmicas e periapicais para essa comprovação, onde pudemos observar os estágios de rizólise dos dentes decíduos e a rizogênese dos dentes permanentes.

Foram realizadas também radiografias oclusais de cada paciente antes da instalação do aparelho para avaliar as características da sutura palatina mediana e observar a existência de uma linha radiolúcida correspondente.

Após todas essas verificações deu-se início ao processo de instalação dos aparelhos. A primeira providencia foi testar a abertura máxima de todos os tornos nos aparelhos já confeccionados que seriam utilizados no experimento. Começamos então a preparação dos dentes que serviriam de suporte para a cimentação dos expansores.

De início foi realizada uma profilaxia nos dentes suporte com pedra pomes, água e uma escova de Robinson. Logo em seguida os dentes foram enxaguados vigorosamente com água e secados posteriormente. Terminada a profilaxia realizamos a prova do expensor.

Nesta etapa foi verificada sua retenção junto aos dentes suporte visando que o plano acrílico apresentasse contatos oclusais bilaterais simultâneos com os dentes antagonistas posteriores inferiores. Isto foi feito com o auxílio de papel carbono evidenciador (contacto Angelus – Brasil).

Quando observados toques prematuros, o acrílico foi seletivamente desgastado com um broca maxi - cut e posteriormente feito acabamento e alisamento da superfície oclusal acrílica.

Após prova e ajuste, foi aplicada uma solução de álcool etílico a 92% nas superfícies internas da capa acrílica para limpeza e preparação das mesmas para receber o cimento fixador. Nesta fase observou-se um aspecto fosco destas superfícies semelhantes à de uma “placa despolida”.

Sob isolamento relativo, com roletes de algodão e sugador, foi realizado o ataque ácido, com ácido fosfórico a 37% sobre as superfícies vestibular e palatina por 60(sessenta) segundos, sem estendê-lo sobre as faces oclusais. Em seguida foi realizada a lavagem com água em abundância e depois a secagem.

O cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem ESPE, Alemanha), foi espatulado sobre uma placa de vidro lisa na proporção de 1:2 como especificado pelo fabricante. A espatulação foi feita de forma vagarosa, aglutinando o pó ao líquido.

O cimento espatulado foi então distribuído na parte interna da capa acrílica (nas superfícies palatina e vestibular), obedecendo ao tempo de presa inicial de 1(um) minuto segundo o fabricante.

Posicionou-se o expansor na arcada superior do paciente e com os dedos foi empregada uma forte pressão para que o cimento em excesso escoasse. Em seguida pediu-se que o paciente mordesse vigorosamente sob o aparelho com a proteção de roletes de algodão até que o cimento tomasse sua presa final, respeitando o tempo de 8(oito) minutos de acordo com o fabricante. Tempo este pelo qual o paciente deveria esperar antes da remoção do isolamento relativo e dos excessos de cimento. (Fig. 4.2 pág, 23)



Fig. 4.2 Aparelho de ERM instalado

4.3– Protocolo de ativação

O protocolo adotado para a realização deste trabalho foi de duas ativações diárias para cada paciente. Uma ativação ($1/4$ de volta) no período da manhã e outra ativação ($1/4$ de volta) no período da noite com um intervalo médio entre as ativações de 12 horas, totalizando $2/4$ de volta por dia. As ativações foram feitas até atingir a expansão desejada para cada caso, com uma sobrecorreção predeterminada, ou seja, até as cúspides palatinas dos superiores estarem próximas às cúspides vestibulares dos inferiores. Por esta razão o número total de ativações variou de paciente para paciente dependendo da necessidade individual de expansão. O número mínimo de ativações neste experimento foi de 20 ativações num total de 10 dias e o máximo foi de 52 ativações num total de 26 dias. Tudo isso até atingirmos a expansão necessária para cada caso.

4.4 – Material e método de medição

Um aparelho de medição foi especificamente desenvolvido pela equipe do Prof. Dr. F. G. Sander do Departamento de Ortodontia – Ortopedia Facial da Universidade de Ulm - Alemanha para registrar as forças de expansão presentes no torno expensor em cada ativação e armazená-las em computador para posterior processamento gráfico.

Este aparelho é composto por uma célula de carga (sensor) presa a um gancho que capta impulsos elétricos, correspondentes às forças expansivas, ao longo de cada ativação ($1/4$ de volta = 90°). Esse sensor transmite os dados (impulsos elétricos) captados a cada 0,001 segundos durante o movimento de ativação para uma ponte amplificadora de sinal (Fig. 4.5 pág 30). Estes

impulsos captados passavam por um conversor analógico digital (ADC) que por sua vez convertia-os em sinais digitais e enviava-os para um computador através de entrada serial (Fig. 4.3 e 4.4 pág 26). No computador esses sinais eram armazenados em um software ADC 186 sob forma de tabelas. Desta forma será possível mensurar e avaliar o comportamento das forças expansivas ao longo de cada ativação através de tabelas. Posteriormente, essas tabelas serão processadas e dispostas em gráficos (Coordenada Y = Força (N) e na Coordenada X = TICKS (tempo)=t x 0,001segundo) pelo programa experimental Origin 6.0, facilitando a visualização e comportamento das forças expansivas em cada ativação de cada paciente durante o processo de disjunção palatina.

Para efetuar a medição de força expansiva ao longo da expansão palatina, foi utilizada uma chave específica de ativação medindo 35,0 mm de comprimento. Esta chave foi a mesma para todos os tornos e para todas as ativações avaliadas. Desta forma o que foi mensurado em cada ativação foi o momento. $M = F \times d$ (Momento = Força vezes a Distância). Como a distância foi a mesma para todos os pacientes e em todas as ativações, o momento gerado em cada ativação corresponde à força. Essa metodologia de aferição da magnitude da força não interferiu na construção, instalação e procedimento de ativação do torno, sendo desta maneira um método limpo.

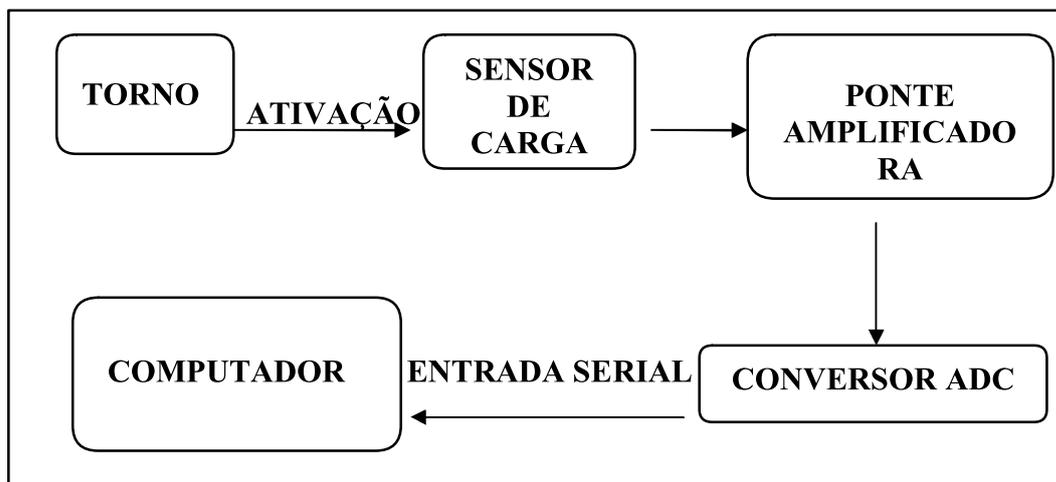


Figura 4.3 - Representação esquemática do material e método de medição

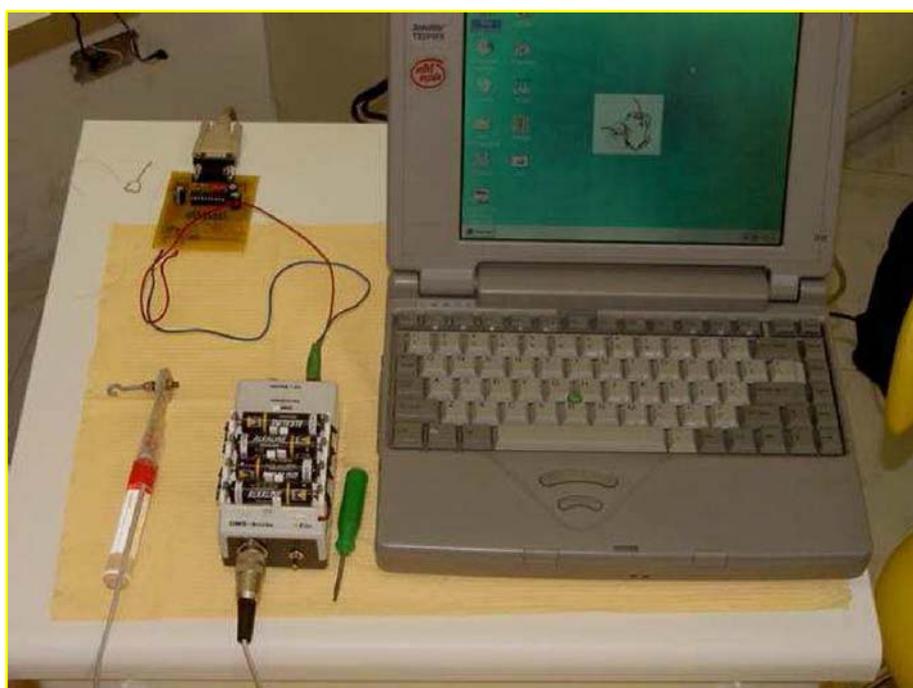


Figura 4.4 - Material de medição utilizado no experimento

O início das ativações, ou seja, medições, de todos os pacientes se deram no mínimo com 72 horas após a cimentação dos expansores.

Durante os cinco primeiros dias todas as ativações de cada paciente foram realizadas e medidas pelo mesmo operador, mesmo aparelho e método de medição descrito anteriormente. Desta forma, as dez primeiras ativações de cada paciente foram devidamente medidas e registradas.

Ao final do quinto dia, foi realizada em todos os pacientes, uma segunda radiografia oclusal para termos a confirmação radiográfica da disjunção da sutura palatina mediana, quando clinicamente observou-se a presença do diastema característico entre os incisivos centrais superiores.

No sexto e sétimo dia cada paciente realizou as ativações em casa sem que essas fossem registradas pelo aparelho de medição. Durante as semanas que se seguiram, continuaram-se as duas ativações diárias até atingirmos as expansões desejadas para cada caso, porém essas ativações (medições) foram registradas pelo operador no oitavo, décimo, décimo segundo, décimo quinto, décimo sétimo, décimo nono, vigésimo segundo, vigésimo quarto e vigésimo sexto dia. Nos demais dias os próprios pacientes realizavam as ativações sem, no entanto, serem mensuradas. (Tab. 5.1 pág, 28)

DIAS DE MEDIÇÕES		ATIVAÇÕES	MEDIÇÕES
1°	dia	1° e 2°	1 e 2
2°	dia	3° e 4°	3 e 4
3°	dia	5° e 6°	5 e 6
4°	dia	7° e 8°	7 e 8
5°	dia	9° e 10°	9 e 10
8°	dia	15° e 16°	11 e 12
10°	dia	19° e 20°	13 e 14
12°	dia	23° e 24°	15 e 16
15°	dia	29° e 30°	17 e 18
17°	dia	33° e 34°	19 e 20
19°	dia	37° e 38°	21 e 22
22°	dia	43° e 44°	23 e 24
24°	dia	47° e 48°	25 e 26
26°	dia	51° e 52°	27 e 28

Tabela 4.1 - Relação dos dias de medição e correspondentes ativações

Durante todo o processo de medição e ativação, foi verificado a estabilidade dos disjuntores e também a higienização realizada pelos pacientes.

Ao final das ativações, além da presença do diastema entre os incisivos centrais superiores, uma última radiografia oclusal foi solicitada para a documentação do procedimento realizado. Nesta radiografia ficou evidente a existência de uma fenda radiolúcida de formato triangular com o ápice voltado para posterior. Feita esta última tomada radiográfica todos os tornos foram devidamente travados com fio de amarrilho 0.20 mm (Morelli) com a finalidade de não possibilitar, por medida de segurança, quaisquer movimentos do parafuso do torno.

Já com os tornos travados todos os pacientes permaneceram com os expansores cimentados por mais um período mínimo adicional de seis meses

para que a sutura palatina então disjuntada pudesse se consolidar com uma nova formação óssea. Todo esse período pós-disjunção foi controlado para verificar a estabilidade do aparelho expansor e a saúde dos tecidos adjacentes, segundo protocolo convencional adotado para este procedimento.

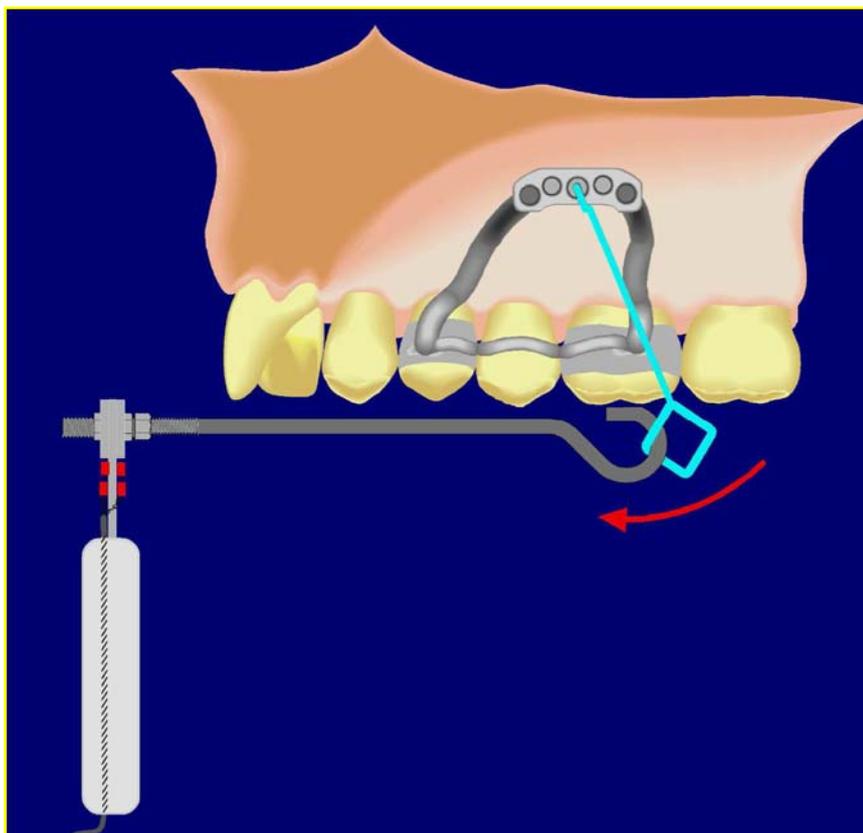


Figura 4.5 - Representação esquemática do método de medição (ativação).

4.5 – Método de cálculo da força de expansão real

Através das ativações que foram realizadas com o uso do aparelho desenvolvido e descrito anteriormente, (ativação com tracionamento do gancho acoplado a uma célula de carga) foi obtido o valor da força de expansão *in-vivo* correspondente à resistência das estruturas contra o deslocamento (abertura do torno) do complexo e estruturas fixas adjacentes aos mesmos.

Para se determinar a força de expansão final (real) presente sobre as estruturas *in-vivo*, foi subtraída da força medida nas ativações *in vivo*, a força de resistência a abertura (fricção) inerente a cada torno a partir dos experimentos laboratoriais específicos realizados e descritos em 4.1 pág. 20. Para tanto segue cálculo e equação correspondente:

$$\text{Força expansiva real} = \text{Força de medição (in-vivo)} - \text{Força de resistência (experimental)}$$

Desta maneira, os gráficos finais representam a força expansiva real propriamente dita, presentes sobre as estruturas dento-faciais no procedimento de ERM com disjunção palatina nas diferentes fases das dentições.

5. RESULTADOS

Visando otimizar a descrição e interpretação dos resultados, os mesmos foram divididos de acordo com os grupos experimentais e suas respectivas dentições e foram elucidados por representações gráficas (Coordenada Y = Força (N) e na Coordenada X = TICKS (tempo) = $t \times 0,001$ segundo).

Para melhor visualização e compreensão do comportamento longitudinal dos resultados obtidos, ilustramos um sumário gráfico e uma representação gráfica em colunas das forças expansivas (sucessivas e numeradas) ao longo de todo procedimento clínico empregado composto por todas as ativações mensuradas de um paciente de cada grupo experimental.

5.1 RESULTADOS DO GRUPO I (Dentição Decídua)

Os gráficos do grupo I com pacientes com dentição decídua foram os que apresentaram a maior diferença gráfica, ou seja, visual. No início tivemos picos de força chegando a 20N em um dos pacientes e 7N em outro. Os gráficos tiveram comportamentos diferentes, mas o que ficou evidente foi que em nenhum dos três casos as forças ultrapassaram os 20N. Em dois casos as forças iniciaram com valores maiores, depois declinaram e deram um aspecto mais estável e linear para os gráficos e no fim das ativações aumentaram de valor sem, no entanto, ultrapassar os valores iniciais. Desta forma a média encontrada para as forças no Grupo I para os três pacientes avaliados foi de 6,7N.

Gráficos das ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente JMO do Grupo I com dentição decídua.

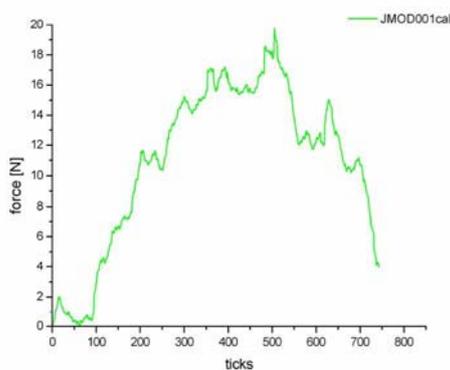


Figura 5.1 - Representação gráfica da 1ª ativação

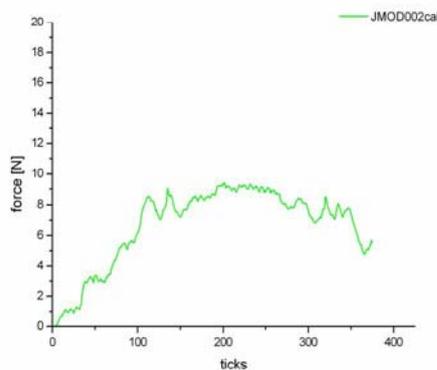


Figura 5.2 - Representação gráfica da 2ª ativação

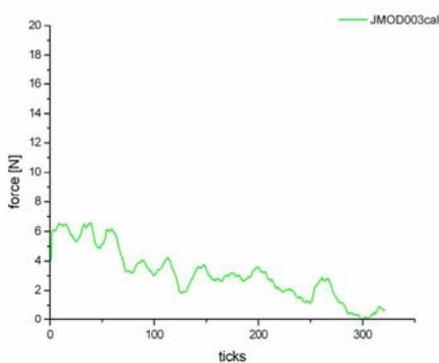


Figura 5.3 - Representação gráfica da 3ª ativação

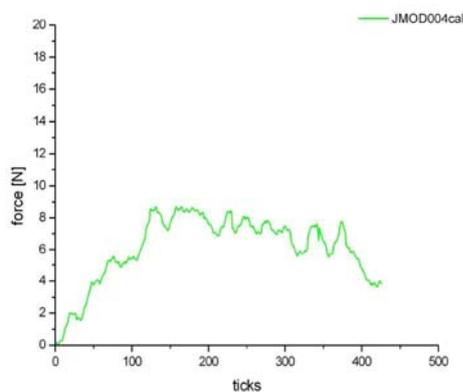


Figura 5.4 - Representação gráfica da 4ª ativação

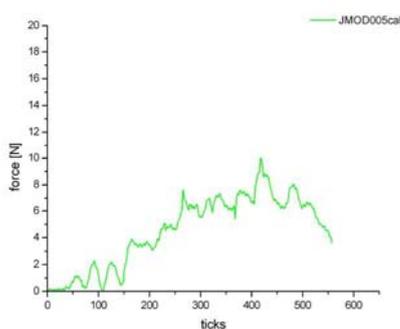


Figura 5.5 - Representação gráfica da 5ª ativação

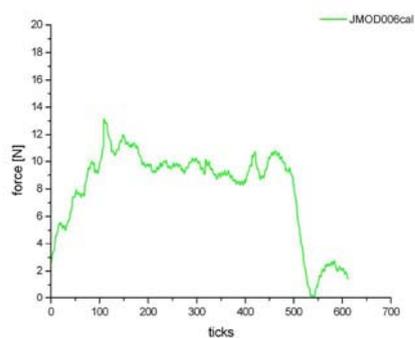


Figura 5.6 – Representação gráfica da 6ª ativação

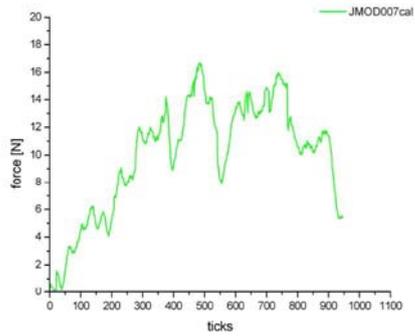


Figura 5.7 - Representação gráfica da 7ª ativação

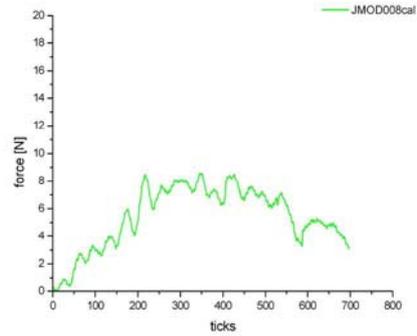


Figura 5.8 - Representação gráfica da 8ª ativação

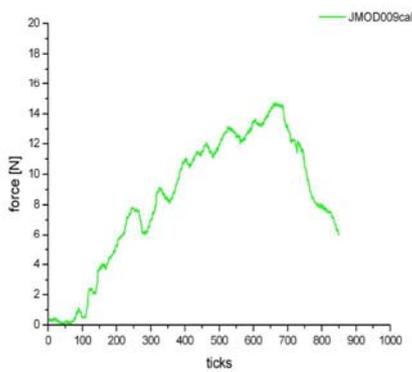


Figura 5.9 - Representação gráfica da 9ª ativação

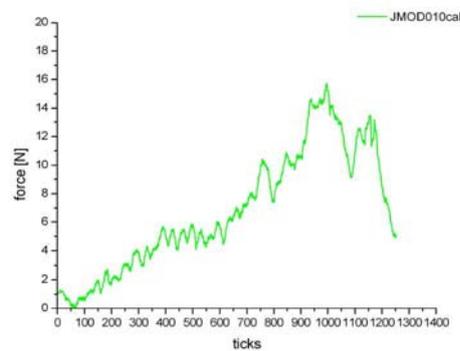


Figura 5.10 - Representação gráfica da 10ª ativação

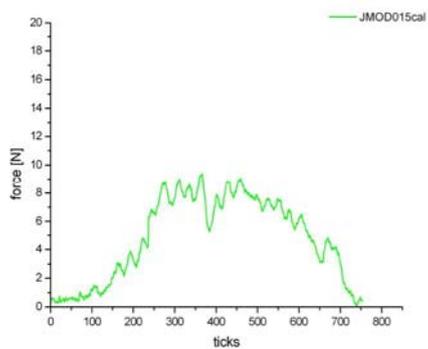


Figura 5.11 - Representação gráfica da 15ª ativação

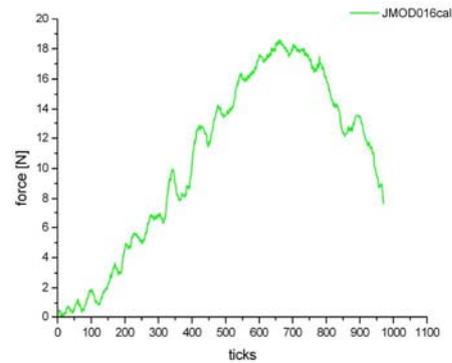


Figura 5.12 - Representação gráfica da 16ª ativação

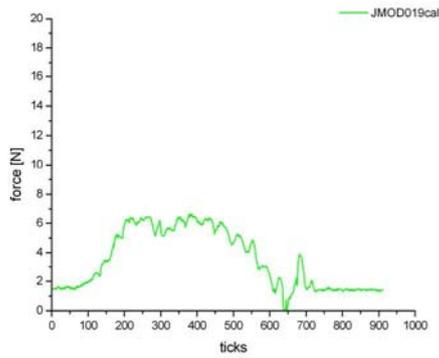


Figura 5.13 - Representação gráfica da 19ª ativação

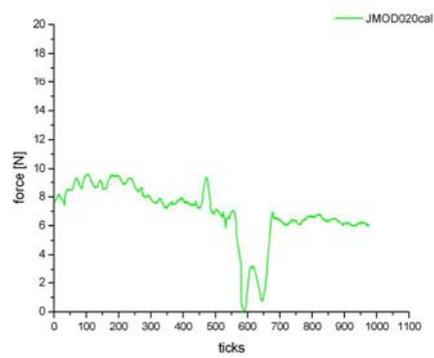


Figura 5.14 - Representação gráfica da 20ª ativação

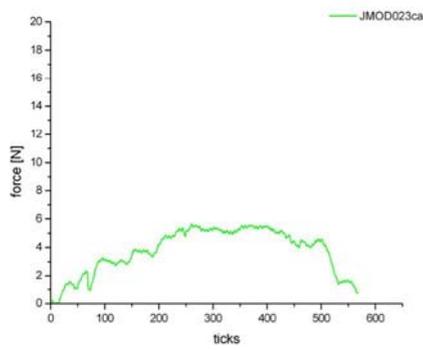


Figura 5.15 - Representação gráfica da 23ª ativação

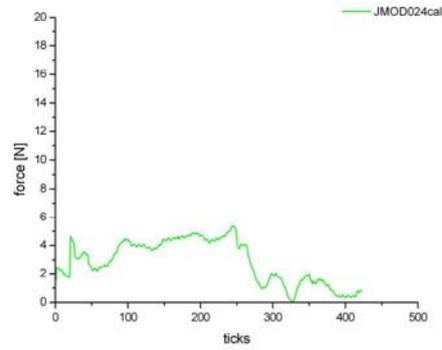


Figura 5.16 - Representação gráfica da 24ª ativação

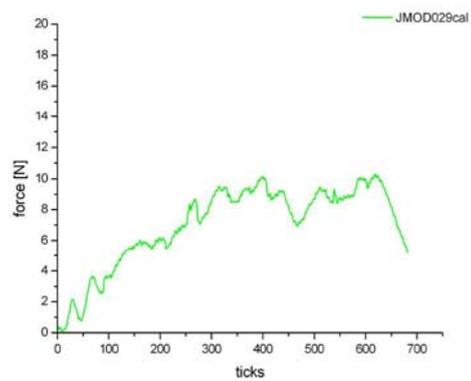


Figura 5.17 - Representação gráfica da 29ª ativação

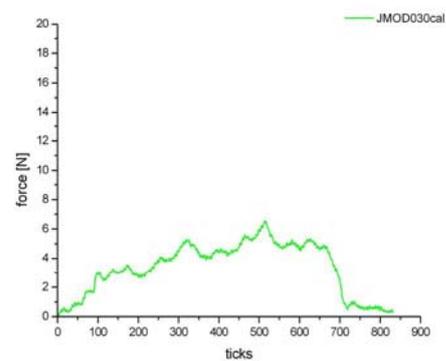


Figura 5.18 - Representação gráfica da 30ª ativação

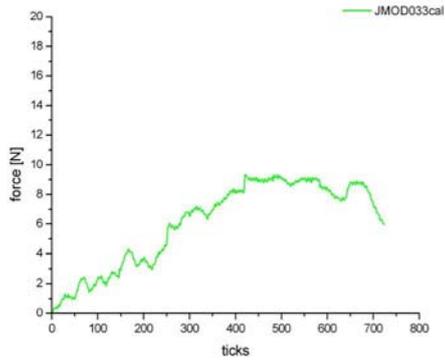


Figura 5.19 - Representação gráfica da 33ª ativação

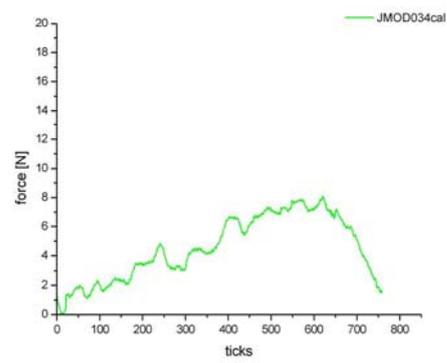


Figura 5.20 - Representação gráfica da 34ª ativação

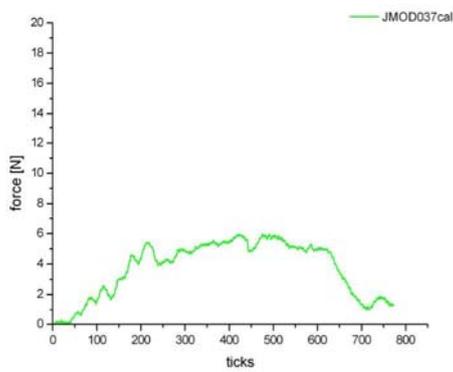


Figura 5.21 - Representação gráfica da 37ª ativação

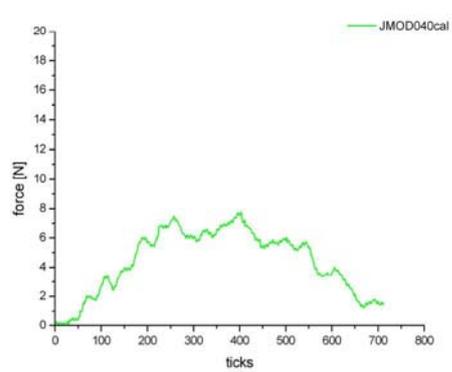


Figura 5.22 - Representação gráfica da 38ª ativação

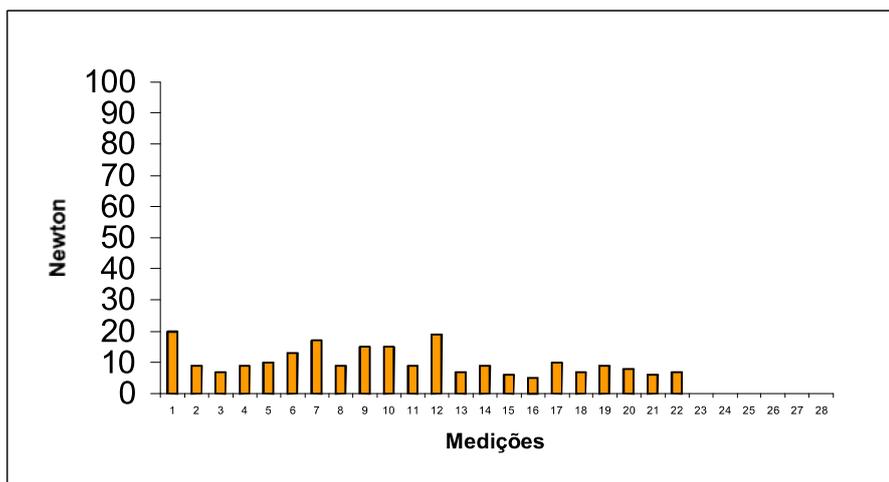


Figura 5.24 - Gráfico de colunas com todas as ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente JMO do Grupo I.

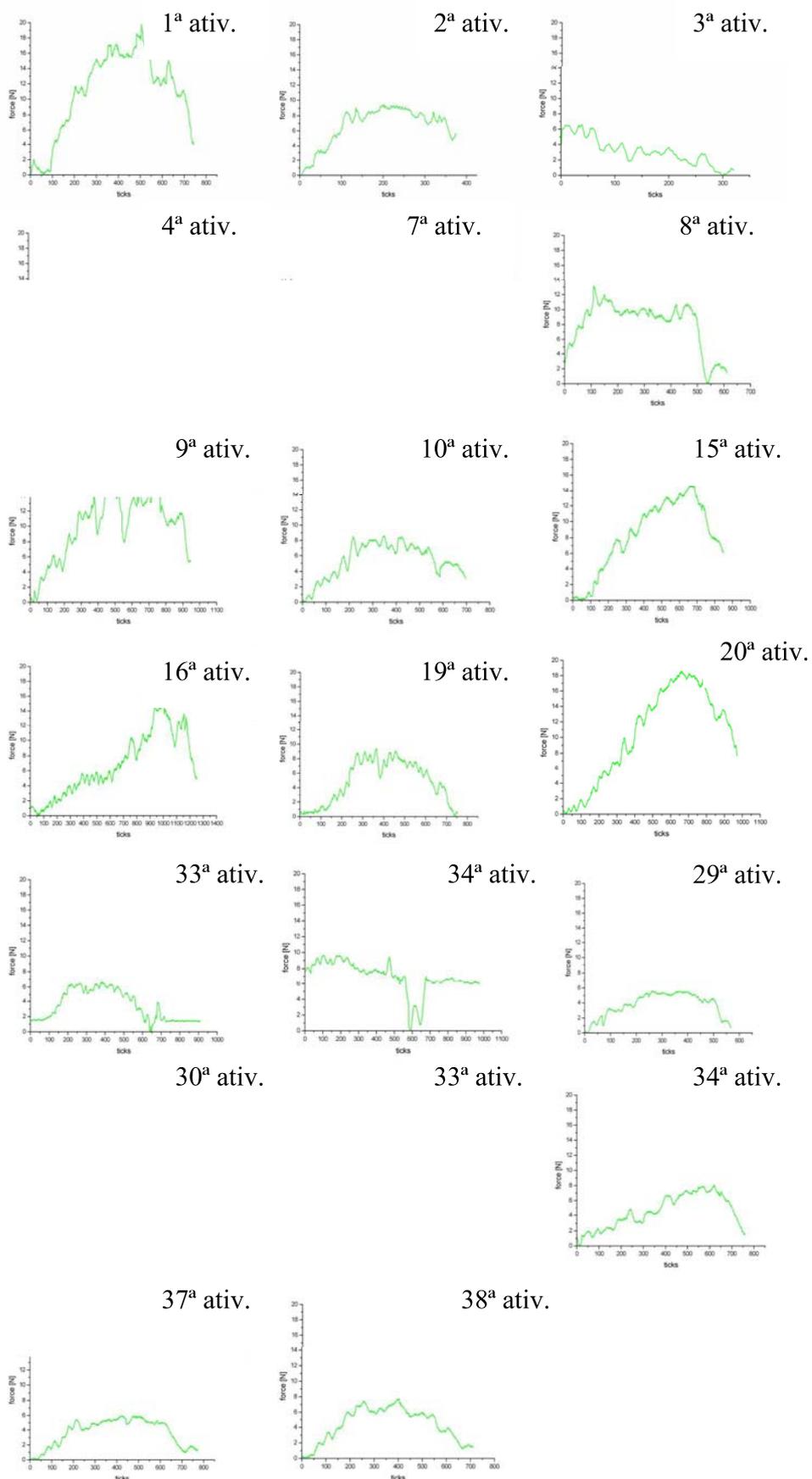


Figura 5. 23 – Seqüência de diagramas do paciente JMO ao longo do procedimento (comportamento longitudinal).

5.2 RESULTADOS DO GRUPO II (Dentição Mista)

Os gráficos dos pacientes do Grupo II demonstraram que as forças expansivas ao longo dos cinco primeiros dias de ativações, ou seja, abrangendo as dez ativações iniciais, apresentavam picos de força expansiva que atingiram a máxima magnitude de 65N. Nesta fase, as representações gráficas apresentavam curvas de aspecto correspondentemente verticais (formato triangular). Após este período em que as curvas tinham aspectos verticais e picos de força expansiva, observou-se nos gráficos das ativações seguintes, um acentuado decréscimo no nível dessas forças, deixando-os com características nitidamente horizontais como um patamar de força não superior a 30N. No decorrer das ativações, após essa fase horizontal dos gráficos, notou-se na extensão do procedimento, algumas elevações na magnitude das forças, porém bem menos acentuadas que os picos máximos de força expansiva encontrados na primeira semana. Essas elevações atingiam no máximo 45N e depois voltavam a declinar e terem aspecto horizontal. A força média total mensurada para todo procedimento no Grupo II para os três pacientes avaliados foi de 34,4N.

Gráficos das ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente LSM do Grupo II com dentição mista.

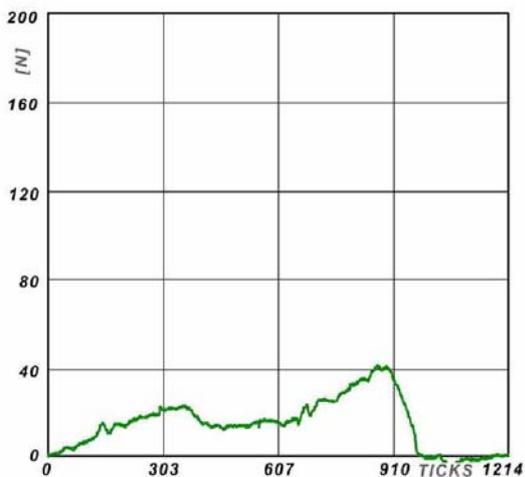


Figura 5.25 - Representação gráfica da 1ª ativação

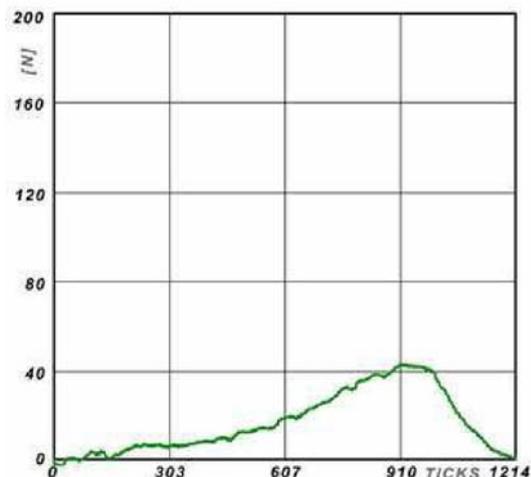


Figura 5.26 Representação gráfica da 2ª ativação

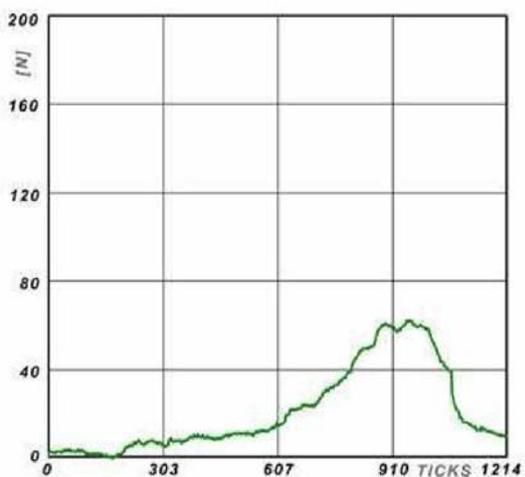


Figura 5.27 Representação gráfica da 3ª ativação

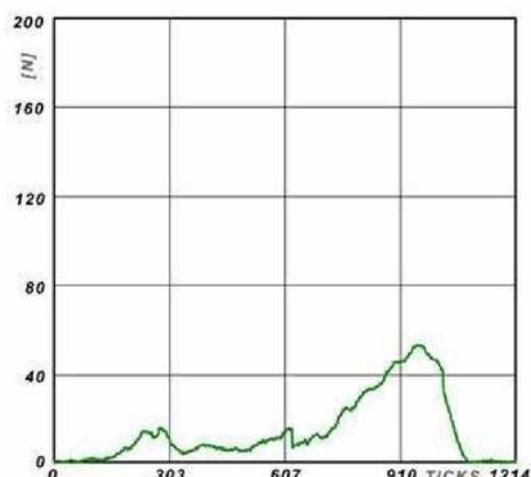


Figura 5.28 Representação gráfica da 4ª ativação

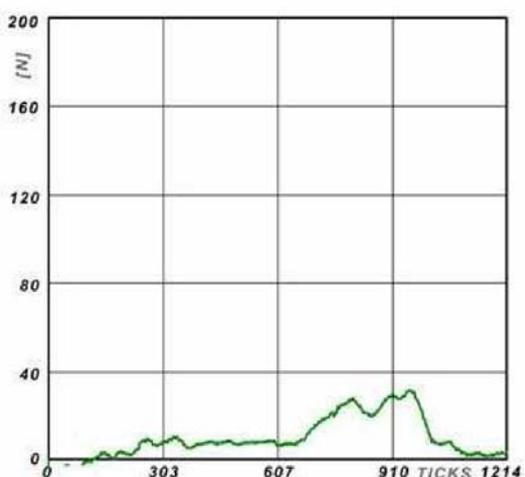


Figura 5.29 Representação gráfica da 5ª ativação

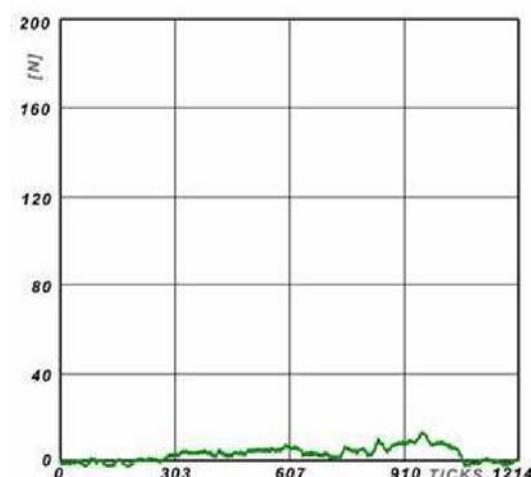


Figura 5.30 Representação gráfica da 6ª ativação

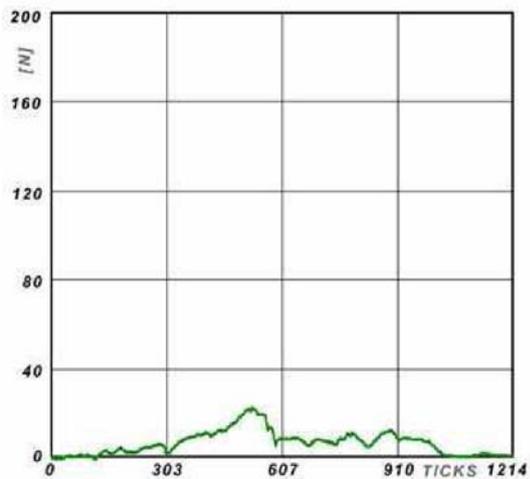


Figura 5.31 Representação gráfica da 7ª ativação

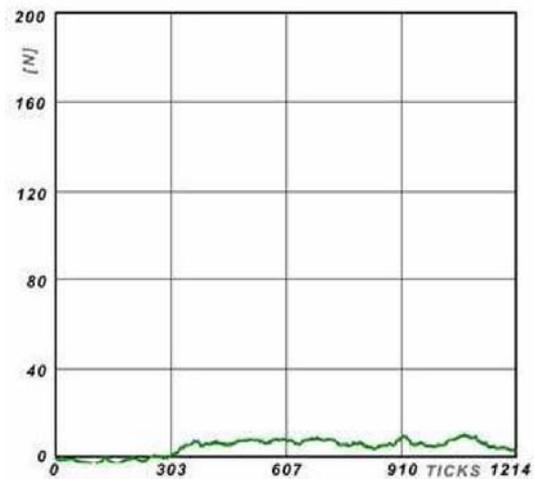


Figura 5.32 Representação gráfica da 8ª ativação

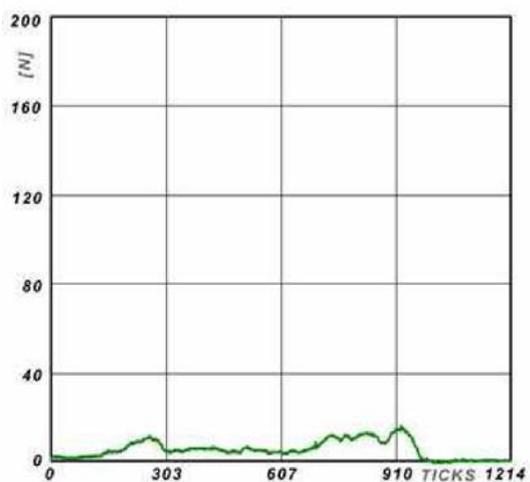


Figura 5.33 Representação gráfica da 9ª ativação

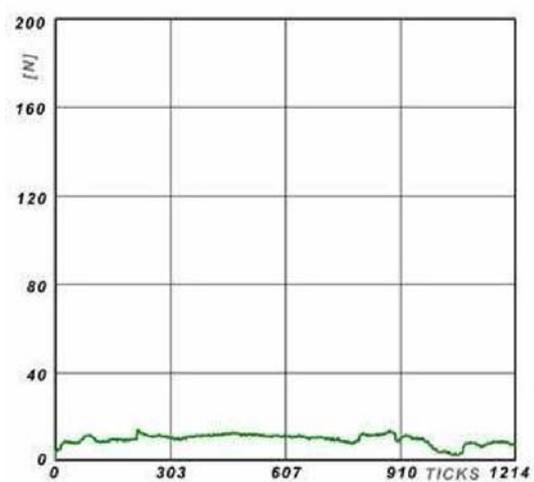


Figura 5.34 Representação gráfica da 10ª ativação

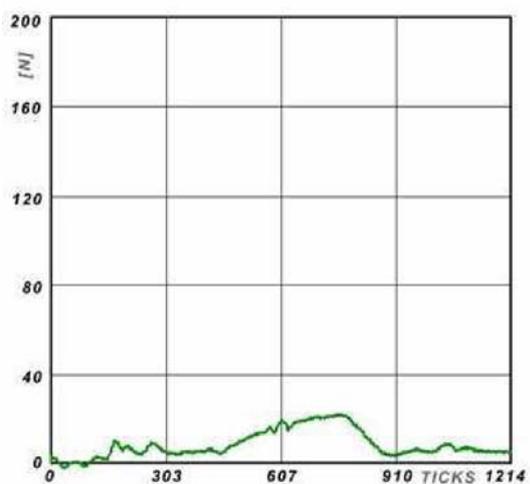


Figura 5.35 Representação gráfica da 16ª ativação

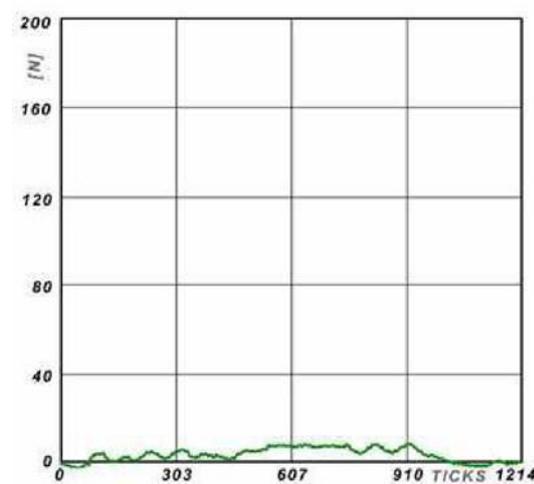


Figura 5.36 Representação gráfica da 16ª ativação

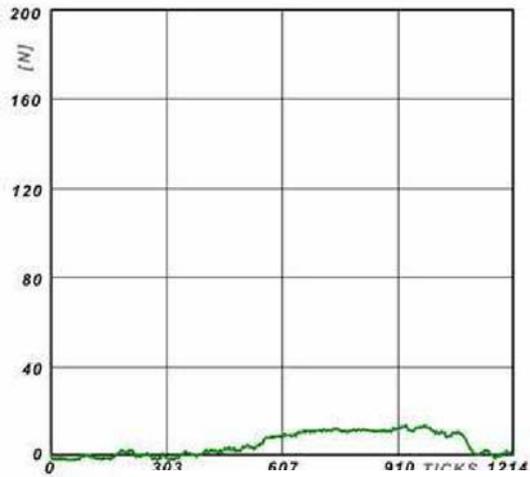


Figura 5.37 Representação gráfica da 19ª ativação

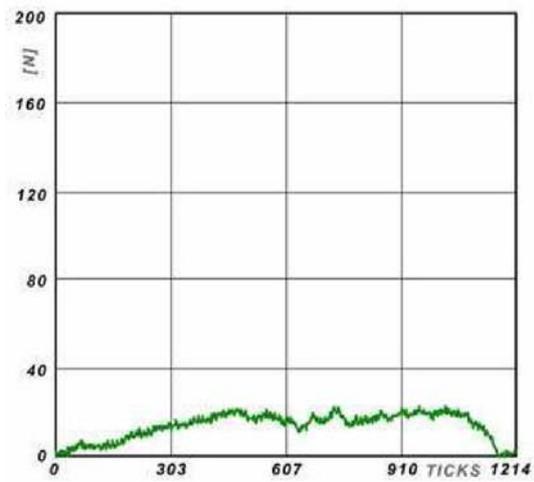


Figura 5.38 Representação gráfica da 20ª ativação

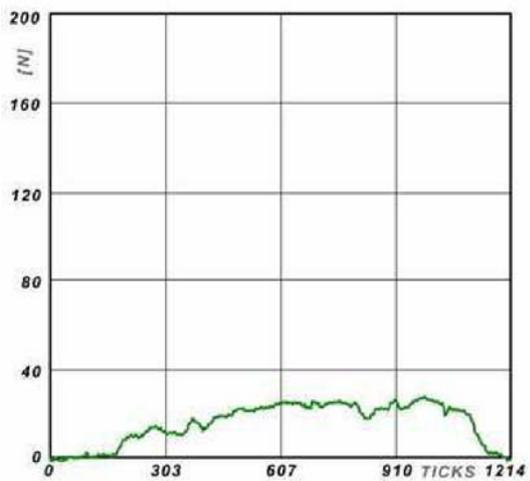


Figura 5.39 Representação gráfica da 23ª ativação

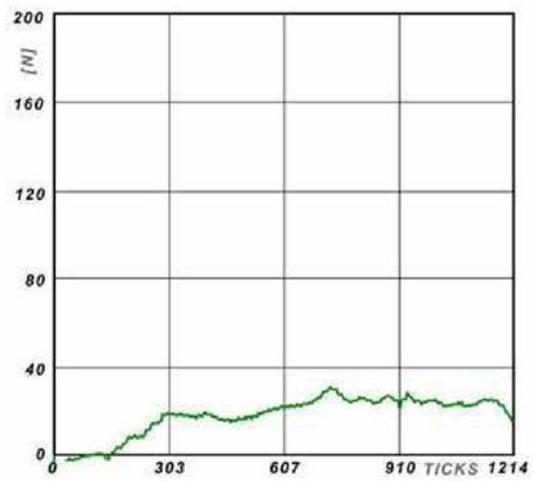


Figura 5.40 Representação gráfica da 24ª ativação

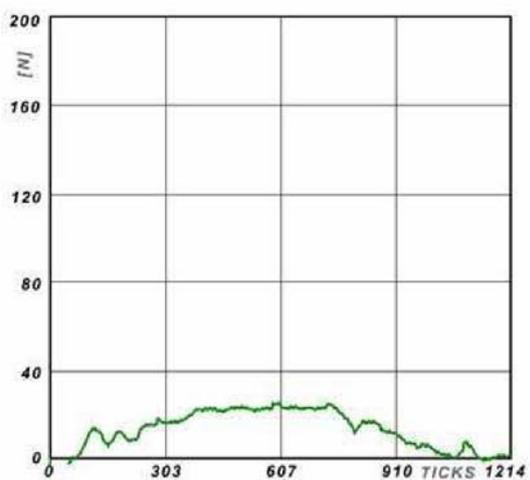


Figura 5.41 Representação gráfica da 29ª ativação

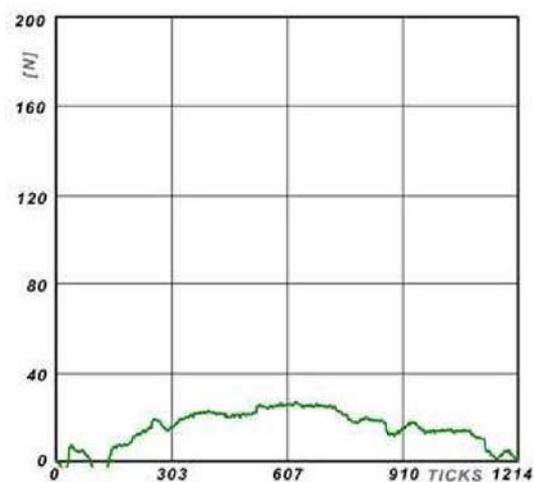


Figura 5.42 Representação gráfica da 30ª ativação

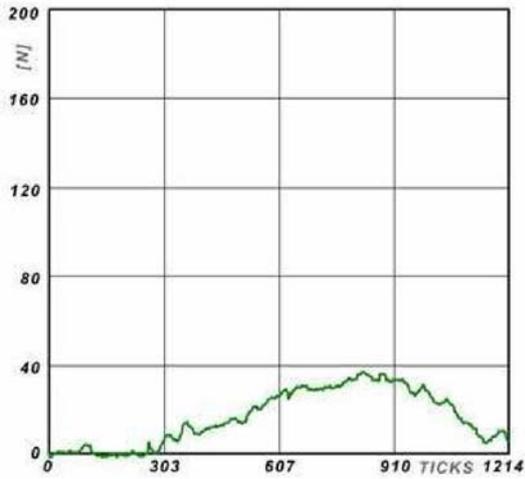


Figura 5.43 Representação gráfica da 33ª ativação

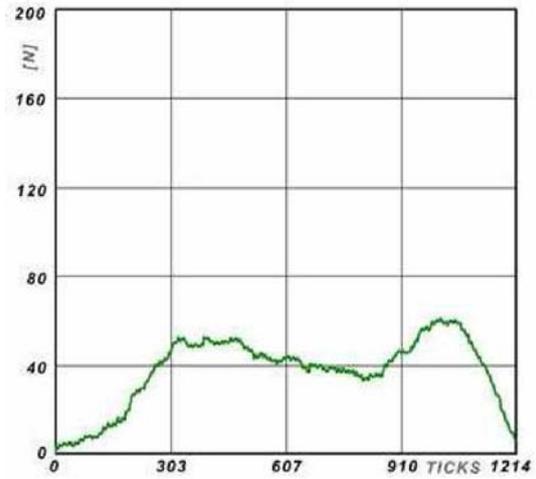


Figura 5.44 Representação gráfica da 34ª ativação

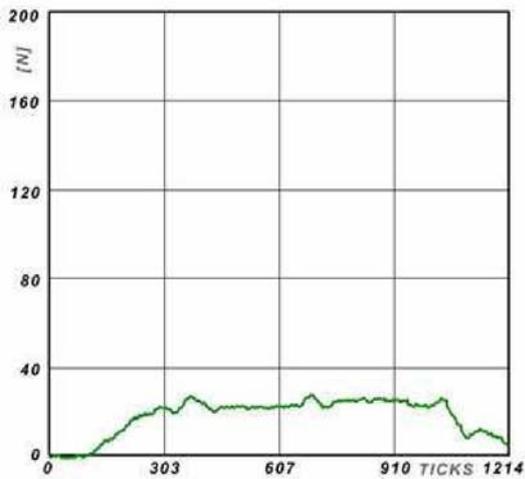


Figura 5.45 Representação gráfica da 37ª ativação

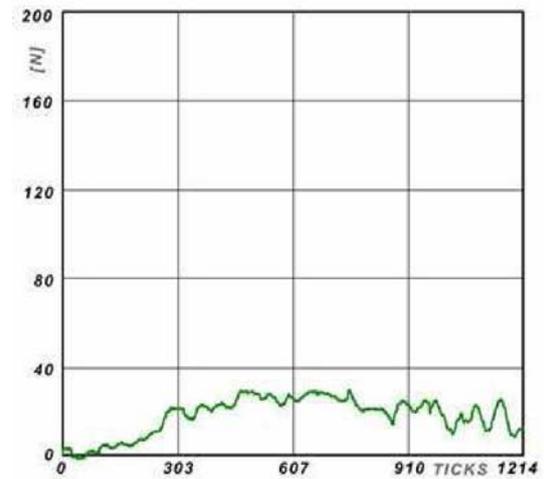


Figura 5.46 Representação gráfica da 38ª ativação

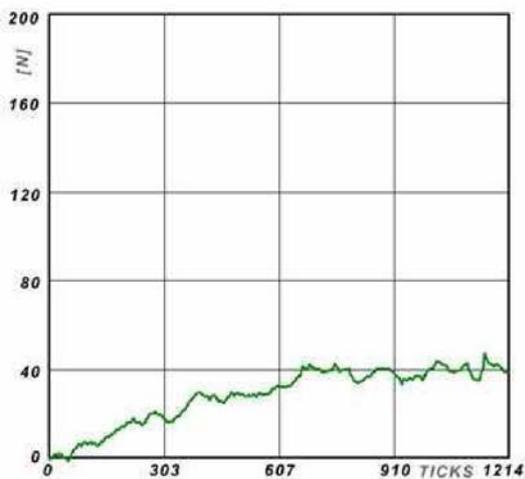


Figura 5.47 Representação gráfica da 43ª ativação

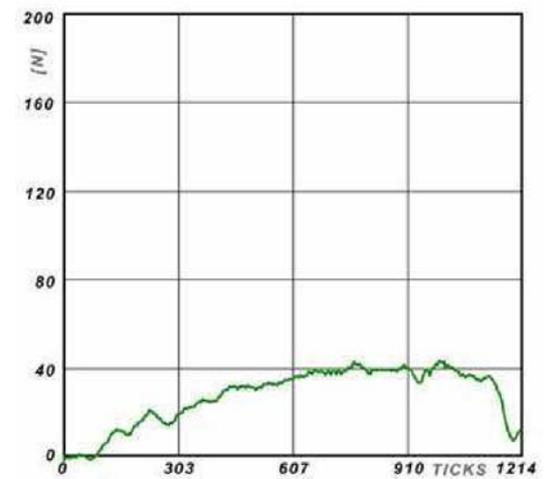


Figura 5.48 Representação gráfica da 44ª ativação

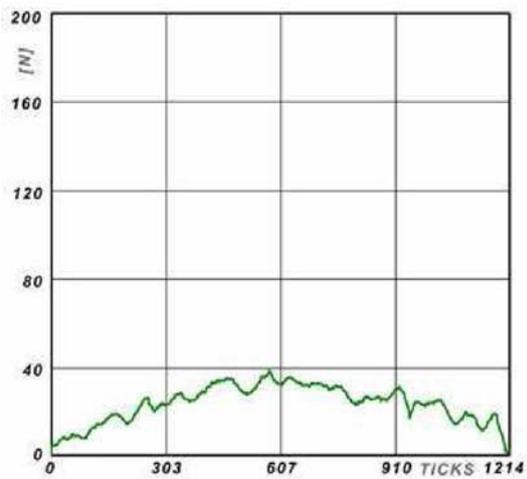


Figura 5.49 Representação gráfica da 47ª ativação

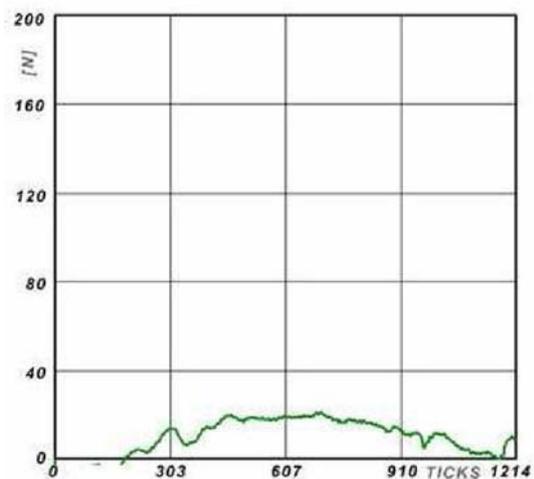


Figura 5.50 Representação gráfica da 48ª ativação

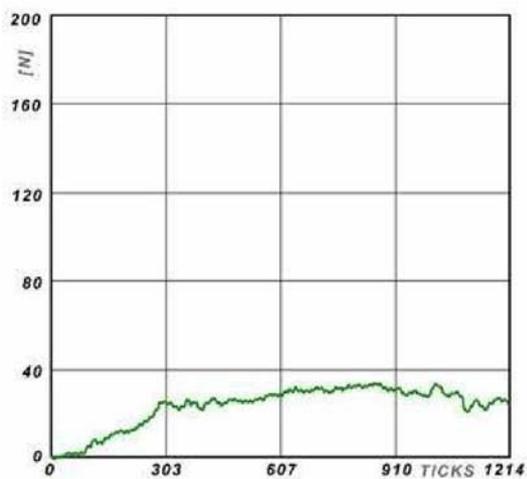


Figura 5.51 Representação gráfica da 51ª ativação

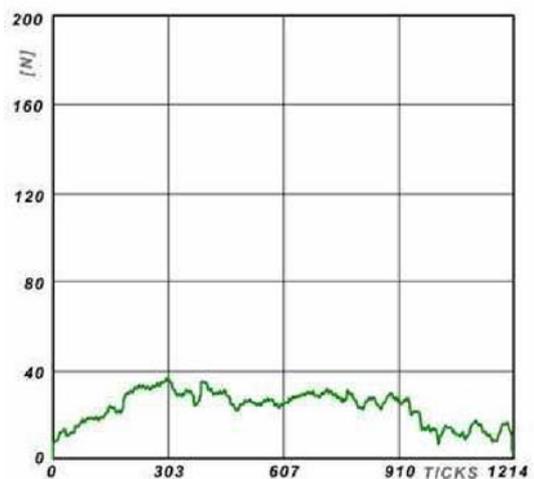


Figura 5.52 Representação gráfica da 52ª ativação

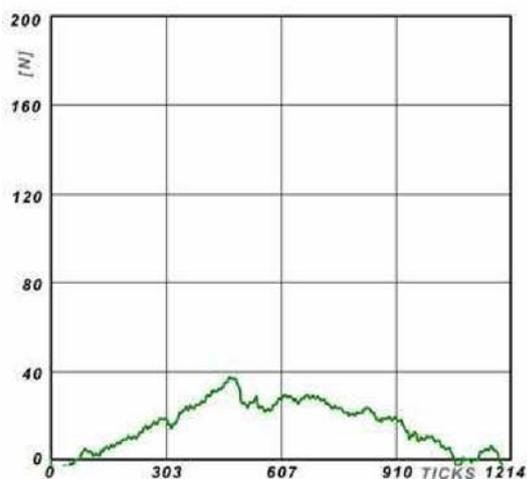


Figura 5.53 Representação gráfica da 53ª ativação

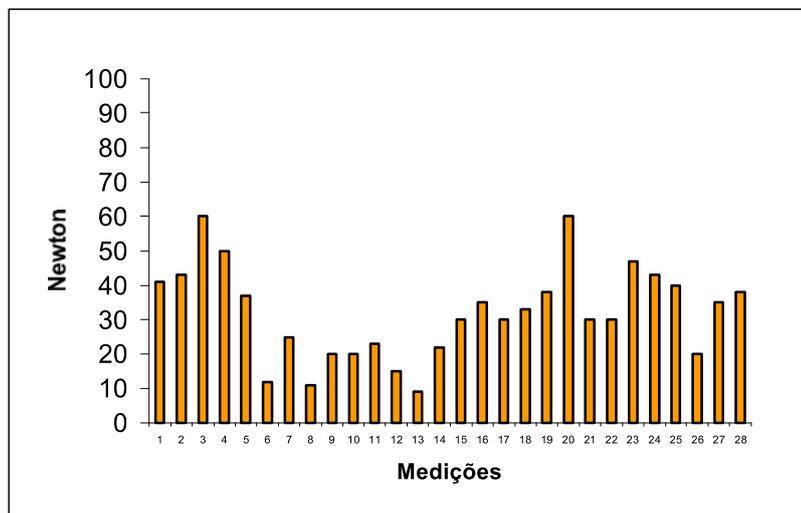
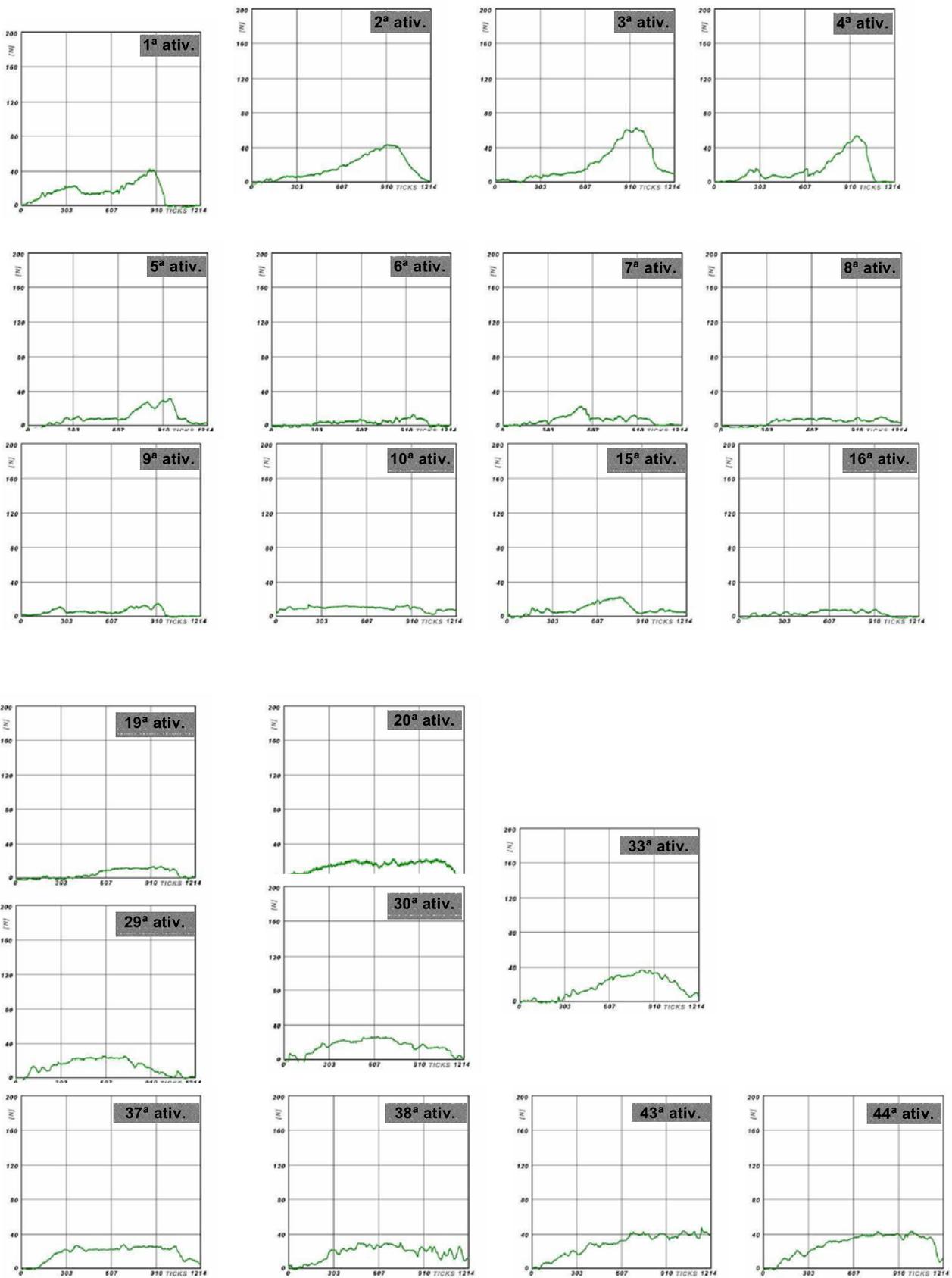
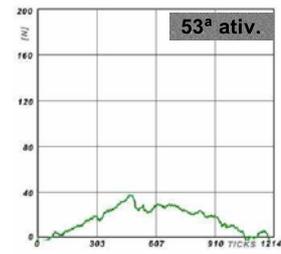
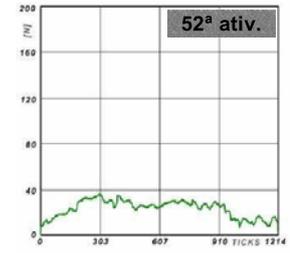
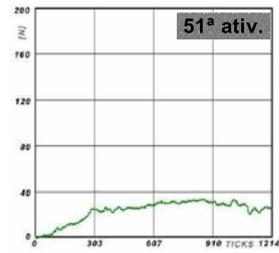
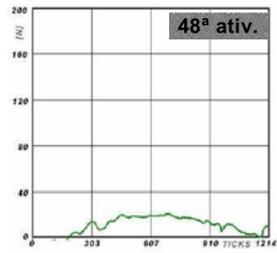


Figura 5.55 - Gráfico de colunas com todas as ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente LSM do Grupo II.

Figura 5.54 – Seqüência de diagramas do paciente LSM ao longo do procedimento (comportamento longitudinal)





5.3 RESULTADOS DO GRUPO III (Dentição Permanente Jovem)

Os gráficos dos pacientes do Grupo III demonstraram que as forças expansivas ao longo dos cinco primeiros dias de ativações, ou seja, abrangendo as dez ativações iniciais, apresentavam picos de força expansiva que atingiram a máxima magnitude de 78N. Nesta fase, as representações gráficas apresentavam curvas de aspecto verticais (formato triangular). Após este período em que as curvas tinham aspectos verticais e picos de força expansiva, observou-se nos gráficos das ativações seguintes um acentuado decréscimo no nível dessas forças deixando-os com características nitidamente horizontais como um patamar de força não superior a 40N. No decorrer das ativações, após essa fase horizontal dos gráficos, notou-se na extensão do procedimento, algumas elevações na magnitude das forças, porém bem menos acentuadas que os picos máximos de força expansiva encontrados na primeira semana. Essas elevações atingiam no máximo 50N e depois voltavam a declinar e terem aspecto horizontal. A força média total mensurada para todo procedimento no Grupo III para os três pacientes avaliados foi de 39,5 N.

Gráficos das ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente BVL do Grupo III com dentição permanente jovem.

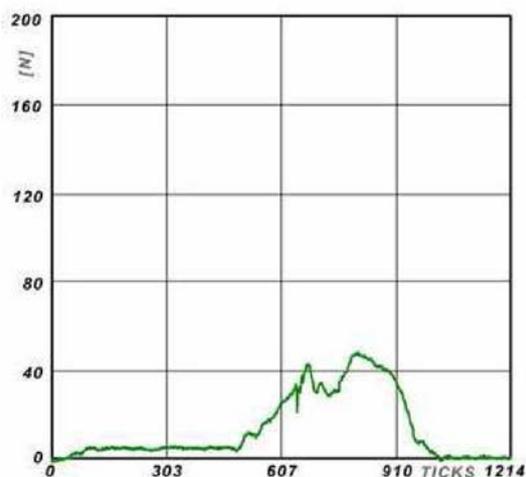


Figura 5.56 Representação gráfica da 1ª ativação

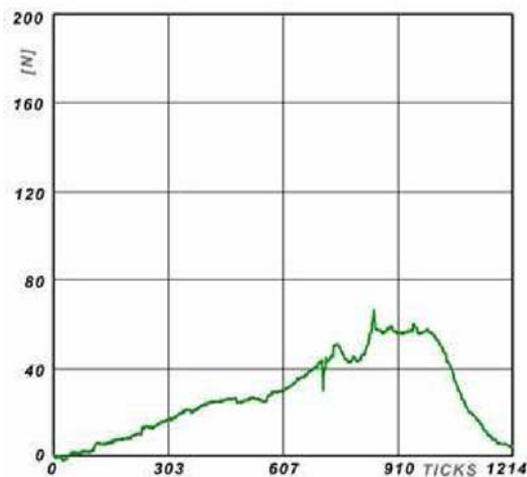


Figura 5.57 Representação gráfica da 2ª ativação

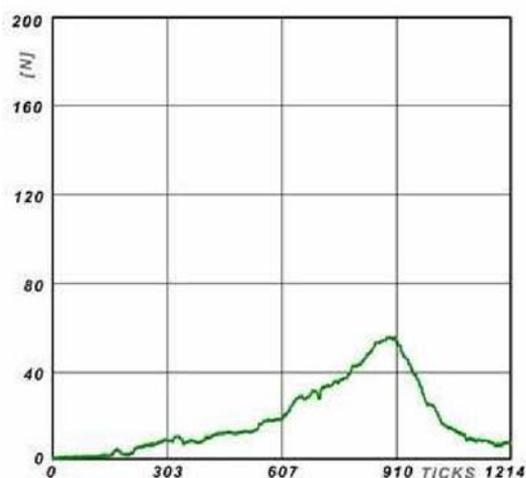


Figura 5.58 Representação gráfica da 3ª ativação

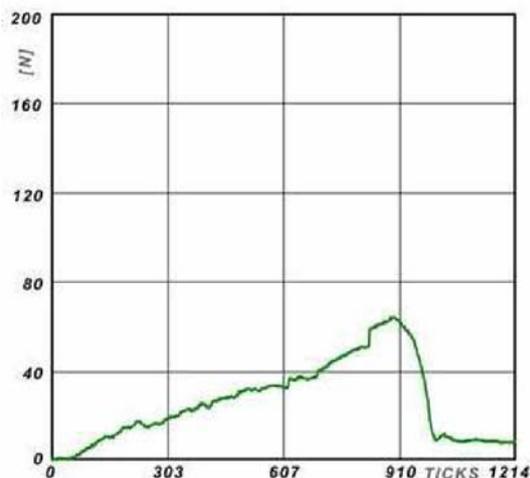


Figura 5.59 Representação gráfica da 4ª ativação

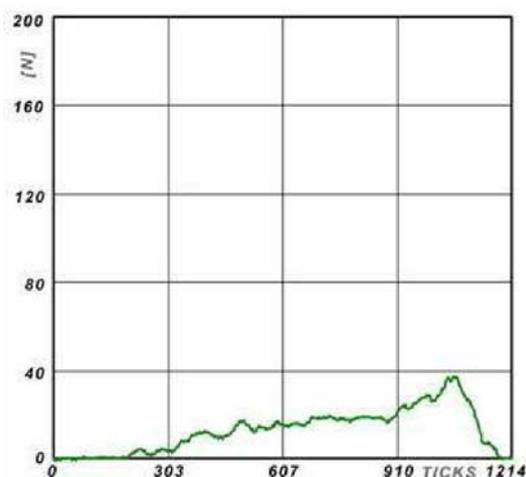


Figura 5.60 Representação gráfica da 5ª ativação

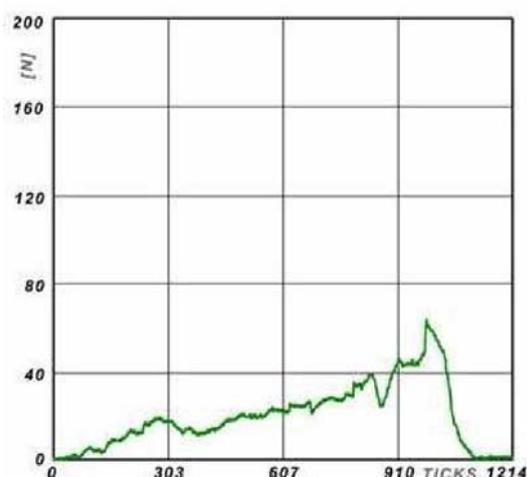


Figura 5.61 Representação gráfica da 6ª ativação

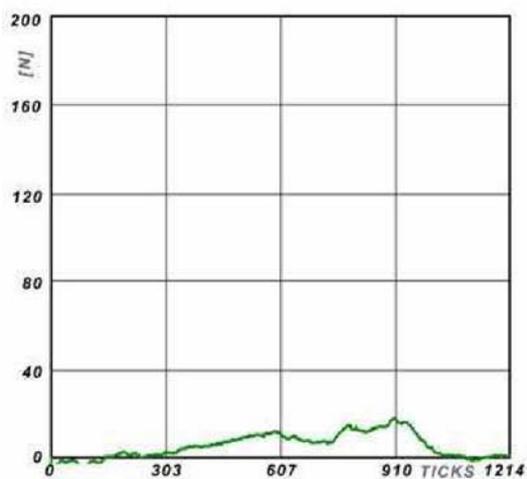


Figura 5.62 Representação gráfica da 7ª ativação

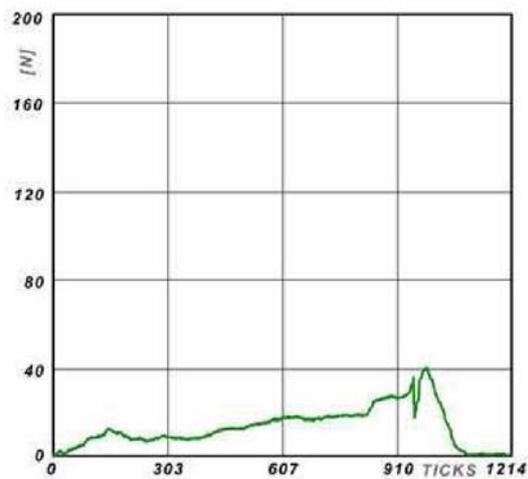


Figura 5.63 Representação gráfica da 8ª ativação

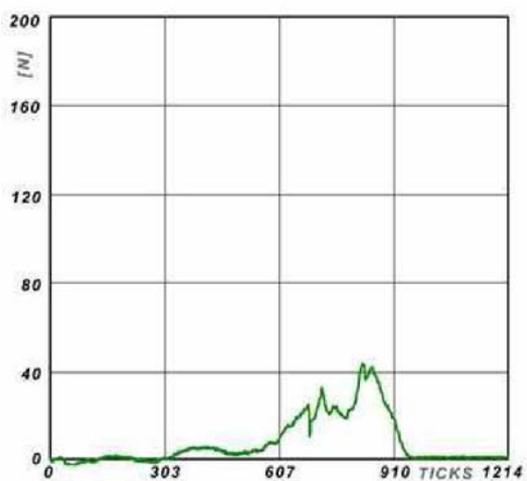


Figura 5.64 Representação gráfica da 9ª ativação

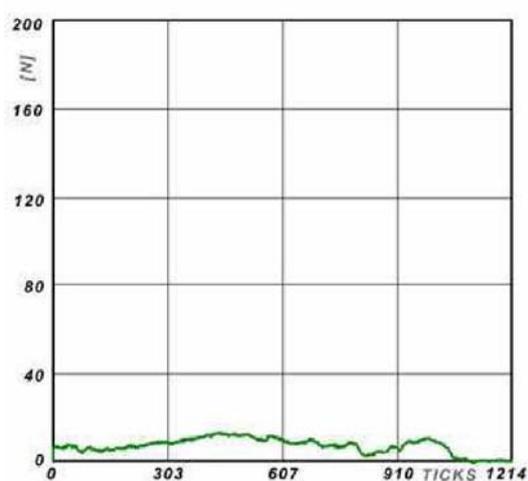


Figura 5.65 Representação gráfica da 10ª ativação

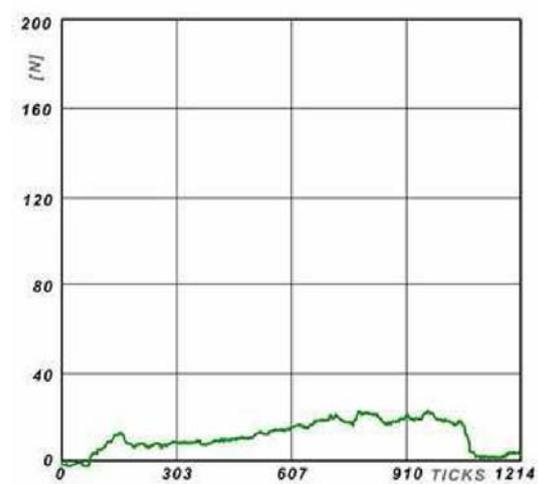


Figura 5.66 Representação gráfica da 15ª ativação

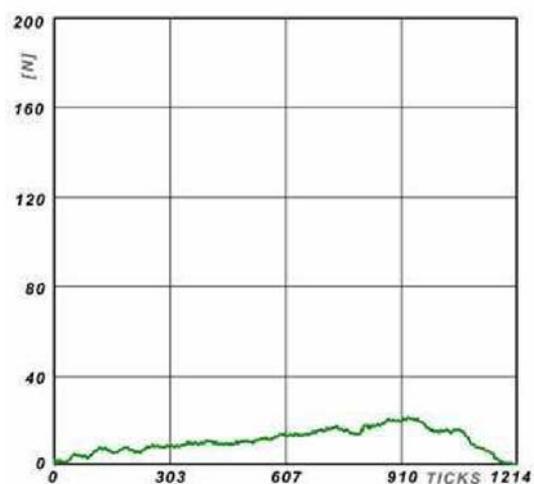


Figura 5.67 Representação gráfica da 16ª ativação

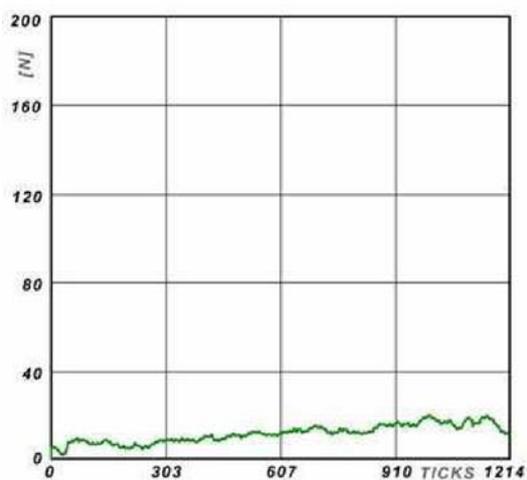


Figura 5.68 Representação gráfica da 19ª ativação

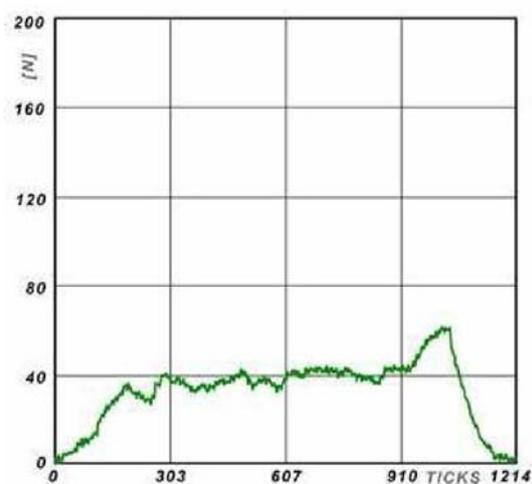


Figura 5.69 Representação gráfica da 20ª ativação

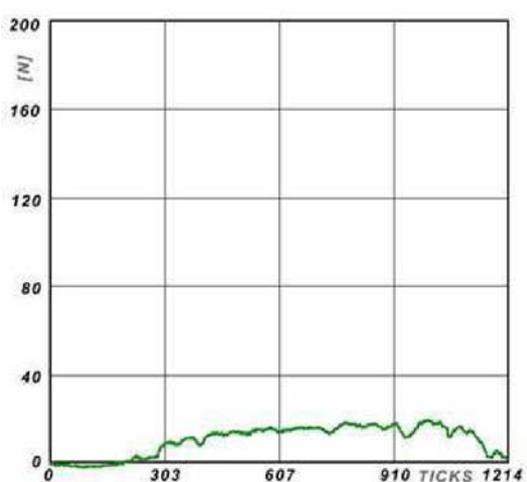


Figura 5.70 Representação gráfica da 23ª ativação

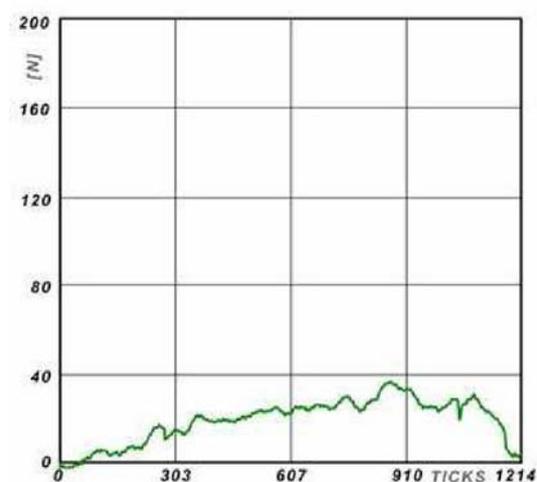


Figura 5.71 Representação gráfica da 24ª ativação

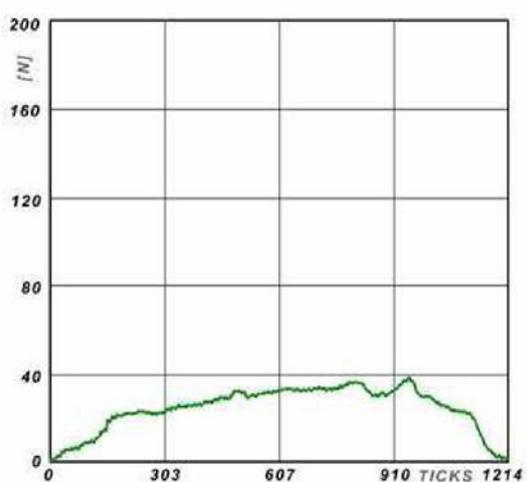


Figura 5.72 Representação gráfica da 29ª ativação

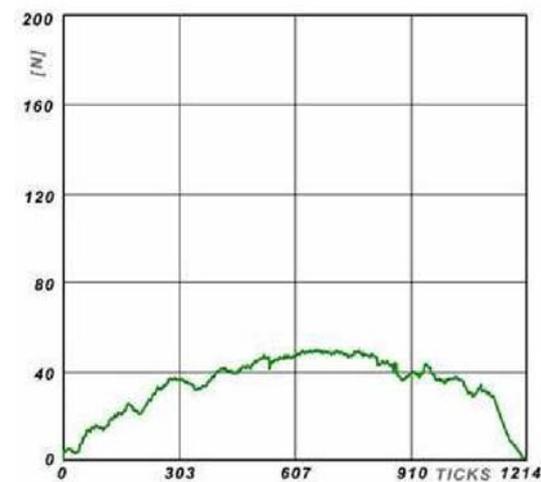


Figura 5.73 Representação gráfica da 30ª ativação

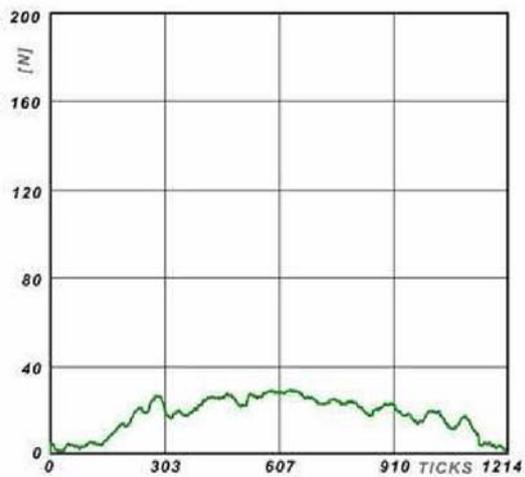


Figura 5.74 Representação gráfica da 33^a ativação

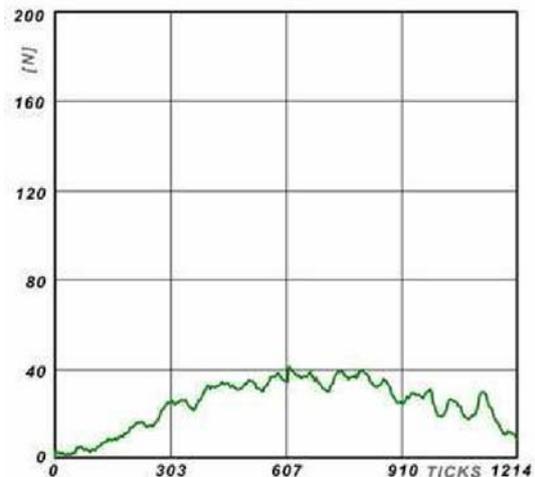


Figura 5.75 Representação gráfica da 34^a ativação

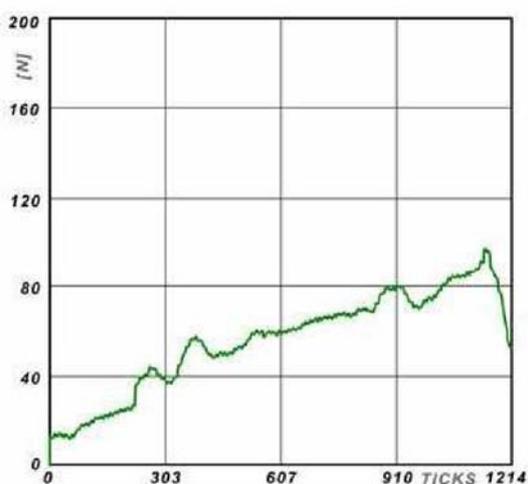


Figura 5.76 Representação gráfica da 37^a ativação

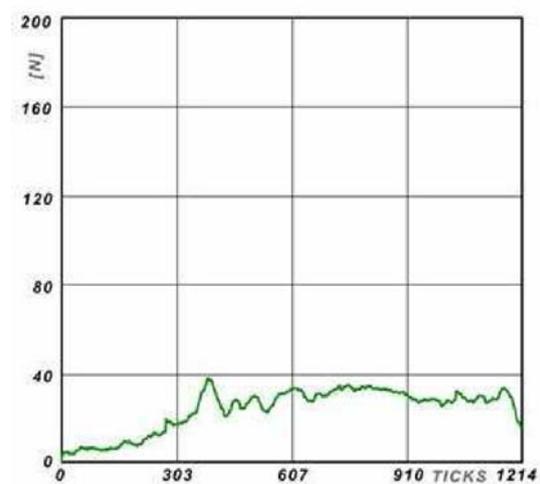


Figura 5.77 Representação gráfica da 38^a ativação

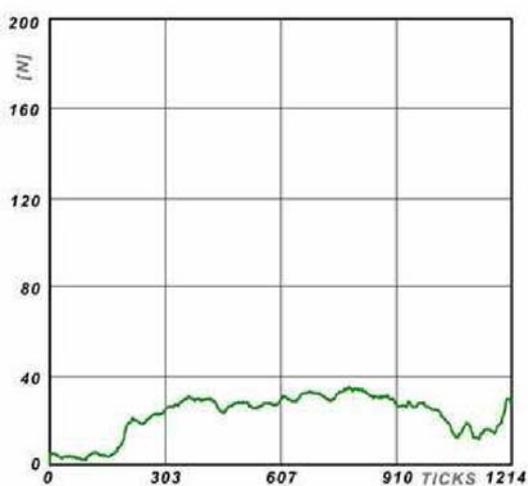


Figura 5.78 Representação gráfica da 43^a ativação

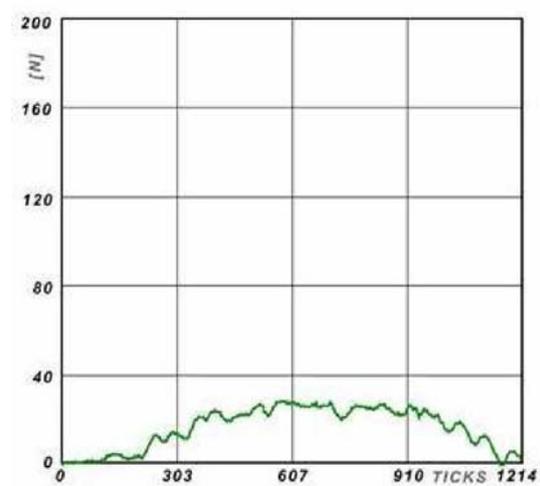


Figura 5.79 Representação gráfica da 44^a ativação

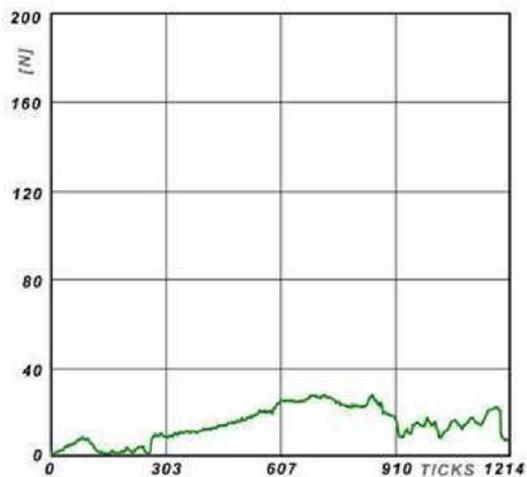


Figura 5.80 Representação gráfica da 47ª ativação

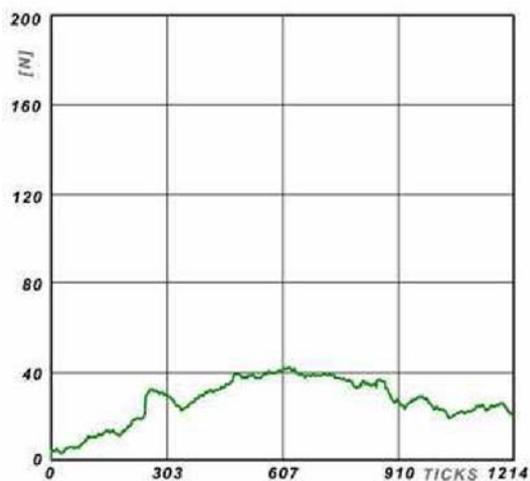


Figura 5.81 Representação gráfica da 48ª ativação

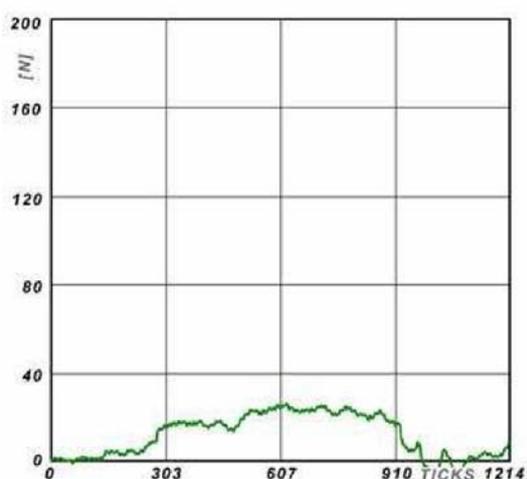


Figura 5.82 Representação gráfica da 51ª ativação

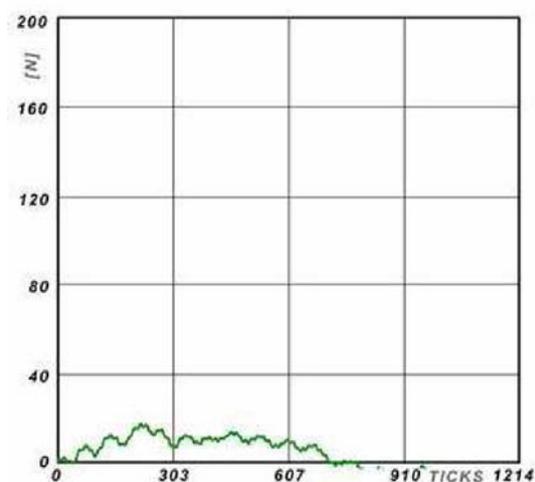


Figura 5.83 Representação gráfica da 52ª ativação

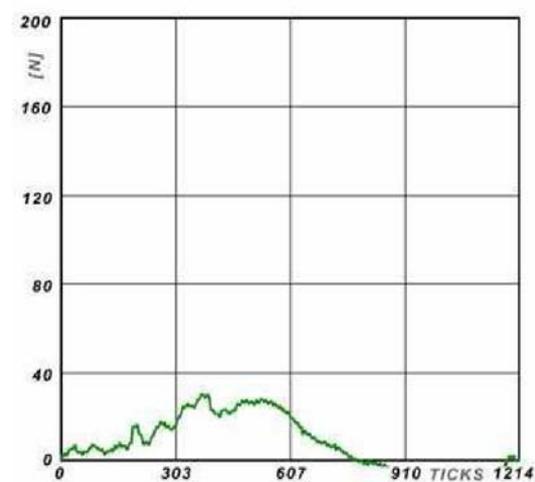


Figura 5.84 Representação gráfica da 53ª ativação

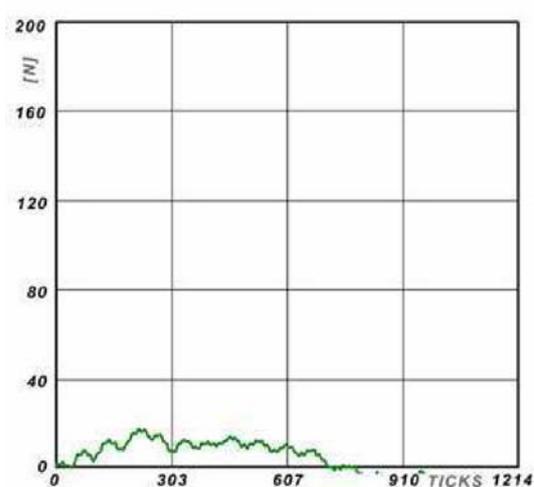


Figura 5.83 Representação gráfica da 52ª ativação

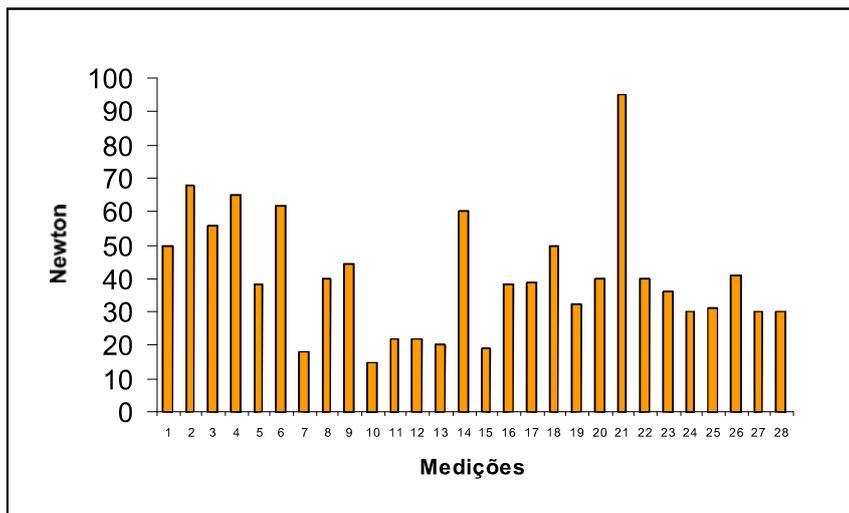


Figura 5.86 - Gráfico de colunas com todas as ativações mensuradas ao longo do procedimento do paciente BVL do Grupo III

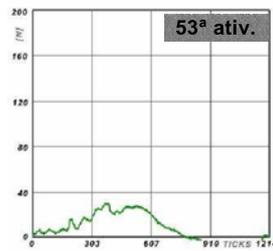
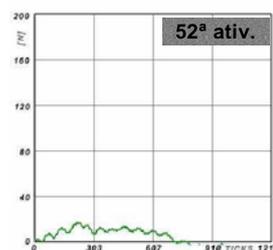
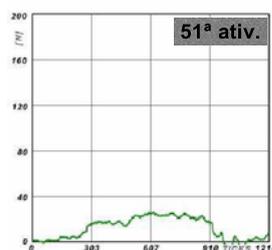
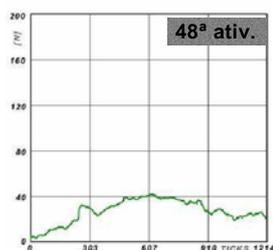
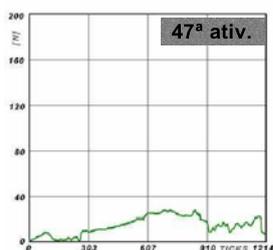
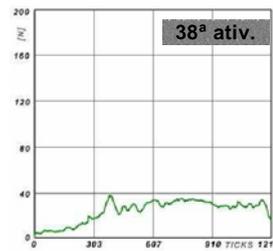
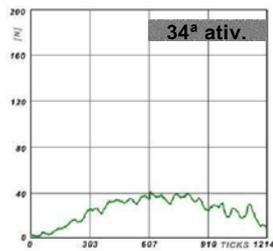
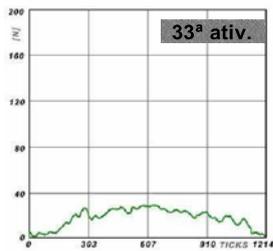
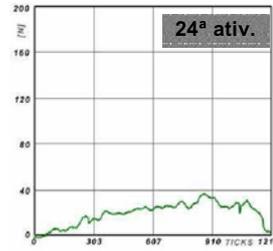
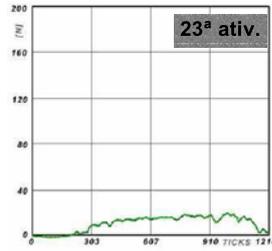
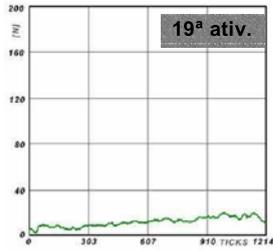
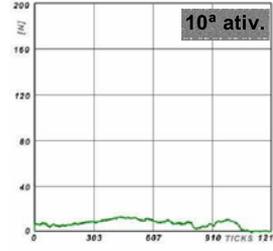
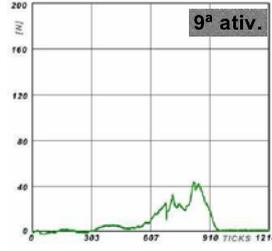
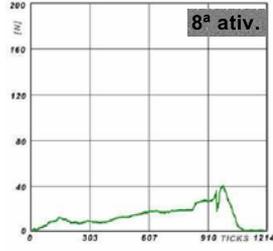
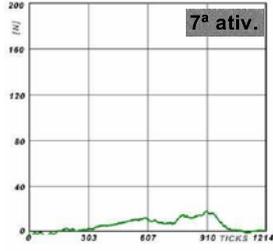
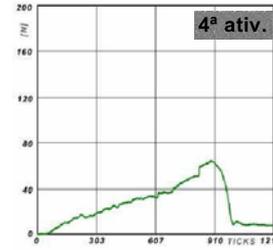
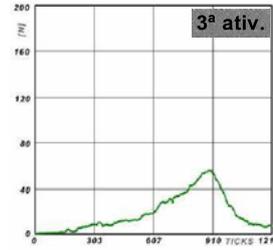
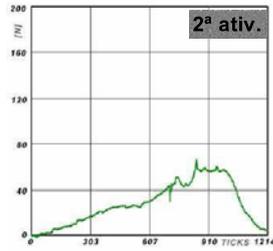
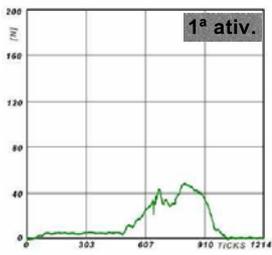


Figura 5. 85 - Seqüência de diagramas do paciente BVL ao longo do procedimento (comportamento longitudinal)

6. DISCUSSÃO

Há mais de um século os estudos sobre a ERM vêm sendo discutidos por ortodontistas e áreas afins em todo o mundo. Na verdade desde que Angell (1860) utilizou o método de expansão rápida pela primeira vez, os trabalhos sobre a expansão palatina têm evoluído bastante. No entanto permanecem inúmeras dúvidas referentes ao melhor método, a melhor época, ao melhor aparelho e principalmente com relação à força "ideal" (fisiológica) para alcançar a disjunção palatina. Os resultados até agora obtidos deixavam ainda um grande espaço para novas pesquisas.

Com um dinamômetro acoplado a um aparelho expensor, Isaacson & Ingram (1964) avaliaram que uma simples ativação de $\frac{1}{4}$ de volta do torno expensor durante o procedimento de ERM provocava aproximadamente de 13,8 a 45,6N de força em pacientes com dentição mista, e que essa força poderia se acumular e chegar a 91N. Hass também citou em seu estudo que a força necessária para realizar uma disjunção palatina estava entre 40 e 50N. Este nível de força esta em acordo aproximado com o presente trabalho realizado onde a força média das ativações na dentição mista, correspondente ao Grupo II foi de 34,4 N, mas chegaram também à 65N.

O método utilizado neste estudo onde se averiguou o comportamento *in-vivo* da magnitude de força produzida durante o procedimento de ERM em grupos experimentais, foi um método nunca antes empregado. Nele pudemos determinar os valores de cada ativação para cada paciente e observar o comportamento longitudinal dessas ativações em formas gráficas como resultados ao longo da disjunção sem interferir na construção, instalação do aparelho ou mesmo no processo de ativação, tratando-se assim de um método limpo. Além disso, pode-se comparar os resultados dos pacientes entre si e dentro de seus grupos experimentais.

No entanto, no nosso trabalho, foram mensurados os valores das ativações durante todo o procedimento de ERM. Como descrito anteriormente, o protocolo utilizado foi de duas ativações diárias, $\frac{1}{4}$ de volta pela manhã e $\frac{1}{4}$ de volta no período da tarde totalizando $\frac{2}{4}$ de volta por dia até se obter a disjunção palatina com sobrecorreção. Este protocolo utilizado vai contra alguns autores que defendem a realização de uma expansão maxilar mais lenta, onde seriam realizadas ativações uma vez por dia e em dias alternados, diminuindo assim a magnitude de força empregada. Força essa que ficaria entre 4,5 e 9N (Hicks 1978; Cotton 1978; Ardnt 1993; Darendelie 1994). Estes valores ressaltados por esses autores foram encontrados no Grupo I com dentição decídua onde a média para o experimento ficou em 6,7N. Desta maneira pode-se avaliar que a força gerada durante a realização da ERM em pacientes com dentição decídua não corresponde a uma força excessiva e fica muito próxima da força sugerida por vários autores, porém com ativações mais lentas. Isto mostra que a realização de duas ativações diárias em pacientes com dentição decídua não torna o procedimento agressivo ou invasivo do

ponto de vista fisiológico, pois teremos os mesmos resultados com a mesma magnitude de força, porém em um menor espaço de tempo.

Quando comparamos os gráficos dos Grupos experimentais, Grupo I com dentição decídua, Grupo II com dentição mista e Grupo III com dentição permanente jovem fica evidente a relação existente entre magnitude de força empregada com a fase de dentição e correlacionadas idades e maturação óssea. No entanto, fazem-se necessários novos estudos com uma amostragem maior para que possamos estabelecer uma relação mais precisa e estatística entre esses fatores. Pode-se observar que existem semelhanças nos gráficos, porém os picos máximos registrados ao longo das primeiras ativações são maiores no Grupo III do que nos demais grupos, o que confirma, nesta amostragem, que foi preciso uma maior magnitude de força expansiva para realizar a disjunção palatina na dentição permanente jovem do que nos Grupos I e II. Dentro dos grupos tivemos algumas variações de valores máximos, porém sem diferenças significativas entre os pacientes do mesmo grupo. Apesar desta variação, os valores máximos registrados sempre estiveram muito próximos.

Analisando o comportamento longitudinal das curvas gráficas dentro dos grupos experimentais, ao longo do procedimento, pode-se notar que no Grupo I as forças ao início das ativações chegaram no máximo a 20N e que os valores diminuíram do decorrer do procedimento e tiveram 6,7N como média. Já no Grupo II com dentição mista a força máxima para promover a disjunção palatina foi de 65N, observada durante as primeiras ativações onde os gráficos tinham um aspecto mais triangular e a média do Grupo II foi de 34,4N. No Grupo III com dentição permanente jovem o valor máximo chegou a 78N. Após

os picos as forças tendem a baixar consideravelmente até atingirem um patamar quase linear onde essas forças não passaram de 40N, muito próximo à média do Grupo III que ficou em 39,5N. Nos três grupos, as ativações se elevaram no final na medição tendo alguns picos, porém com valores menores que os picos das primeiras ativações. Essas novas elevações gráficas nos sugerem que mesmo após a disjunção da sutura palatina mediana tenha sido alcançada, as outras estruturas existentes no complexo crânio-facial causem uma nova resistência ao movimento de abertura, em acordo com Isaacson & Ingram, 1964 e Bishara e Staley, 1987.

Durante o procedimento clínico adotado comprovamos através de radiografias e de exame clínico que houve a disjunção palatina desejada nos grupos estudados. No entanto, os resultados obtidos na amostra, sugerem que a resistência presente para que essa disjunção ocorresse, variou segundo as fases das dentições, possivelmente correlacionando aos estágios de maturação óssea. Cabe ressaltar que a intensidade das forças expansivas medidas neste experimento, representam a energia necessária para suplantar a resistência dos tecidos vivos não calcificados e calcificados e suas respectivas continuidades ao movimento de separação, dissolução e/ou distensão.

Lembrando ainda da natureza viscoelástica dos tecidos conjuntivos interpostos as entidades anatômicas, fica evidente o papel fundamental e capacidade de adaptação estrutural das suturas presentes em todo o complexo craniofacial frente à ação mecânica dos mais diversos recursos terapêuticos.

O protocolo de ERM utilizado neste experimento tem como ancoragem primária, a coroa dentária dos dentes suporte. Devemos aqui salientar a capacidade de absorção dos estímulos mecânicos externos por parte do periodonto de inserção destes dentes. Numa transdução em cadeia, esses estímulos são subdivididos sobre o processo alveolar, osso basal maxilar (processo palatino e ossos palatinos) e subseqüentes ossos e suturas adjacentes.

Ao avaliar essas forças devemos ter em mente uma distribuição e absorção desta energia por estas estruturas acima citadas e associadas ao movimento. Estes aspectos biológicos e anatômicos devem impreterivelmente ser correlacionados na realização de procedimentos como este experimento.

Um recente estudo sobre a anatomia da região da sutura palatina mediana e seu grau de coaptação realizado por Knaup. *et al* em 2004 mostra que, diferentemente do que se afirmava, a sutura palatina mediana pode não ser tão embricada e conseqüentemente não oferecer tanta resistência ao movimento de expansão. Isto porque neste estudo ficou demonstrado que a característica anatômica da sutura palatina mediana pode variar de paciente para paciente mesmo quando comparamos pacientes com idades bem diferentes (de 4 anos e 11 meses a 12 anos e 6 meses, enaltecendo neste sentido, uma necessária individualização do diagnóstico e procedimentos terapêuticos. Tais variações individuais foram também observadas neste nosso estudo.

Diante desses aspectos mencionados, e a literatura estudada, parece-nos importante ressaltar uma relação existente entre a magnitude de força empregada com a fase de dentição, idade, gênero e maturação óssea. Isso mostra de uma maneira clara que os valores a serem empregados para a realização de uma ERM ficam cada vez mais individualizados e devem sempre respeitar o diagnóstico de cada paciente. A literatura mostra ainda que quanto mais cedo se realiza a ERM menos força é necessária para promover a disjunção palatina e assim obtermos um resultado mais ortopédico e menos traumático. (Krebs, 1964; Isaacson & Wood, 1964; Zimring & Isaacson, 1965; Wertz e Dreskin, 1977; Ferreira, 1988; Henry, 1993; Darendelie, 1994).

Como a literatura é ampla em relação ao estabelecimento do número de ativações diárias para a realização da ERM, (Hicks 1978; Cotton 1978; Arndt 1993; Darendelie 1994; Ott e Ferreira, 1994; Sander, 2006) procuramos observar durante este estudo o comportamento da magnitude de força gerada e conseqüentemente absorvida pelo organismo durante o processo de expansão palatina nas ativações diárias. Assim sendo o protocolo adotado neste estudo de duas ativações diárias se mostrou eficaz para realização da ERM, gerando forças que possibilitaram a disjunção da sutura palatina sem diferenças significativas tampouco de injúria nos tecidos de suporte.

Este estudo avaliou o comportamento da magnitude de força produzida para realização da ERM nas dentições: decídua, mista e permanente jovem. Porém novos estudos deverão ser realizados com uma amostragem maior para dar continuidade a este trabalho a fim de otimizar este importante procedimento terapêutico, respeitando a individualidade dos pacientes e seus respectivos limites biológicos.

7. CONCLUSÕES

1a. O método de aferição das forças produzidas para realização da ERM neste experimento não alterou a confecção, instalação e procedimento de ativação dos expansores, constituindo-se portanto um método limpo.

1b. O comportamento da magnitude das forças expansivas ao longo do procedimento clínico de ERM apresentou variação individual e entre os grupos experimentais.

1c. Os valores médios encontrados foram Grupo I: 6,7N, Grupo II: 34,4N e Grupo III: 39,5N.

1d. As forças geradas ao longo do processo de ERM tiveram seus valores máximos durante as primeiras ativações, vindo a declinar em seguida e elevando-se novamente nas últimas ativações sem, no entanto, ultrapassar os limites máximos iniciais.

2. O protocolo adotado neste experimento, de duas ativações diárias, mostrou-se eficiente na execução da ERM em todos os grupos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGELL, E.C. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. Dent Cosmo v.1 n 10, p.540 – 544. May 1860.
2. ANGLE, E.H.. Bone growing. Dent Cosmo v. 52, p.261, 1910.
3. ARNDT, W.V. Nickel titanium palatal expander. J. Clin Orthod, Boulder, p.129-137, Mar 1993. CD ROM.
4. BISHARA, S.E.; STALEY, R.N. Maxillary expansion: clinical implications. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.91, n.1, p.3-13, Jan. 1987.
5. BROSH, T., VARDIMON, A. D.. ERGATUDES, C., SIEGLER, A.; LIEBERMEN, M. Rapid palatal expansion. Part 3: Strains development during active and retention phases. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.114, n.2. p.123-133, Aug 1998.
6. COTTON, L. A. Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in Macaca Mulatta. Am J Orthod. V.73(1). Jan. 1978. P. 1-23.
7. DARENDELIER, M.A.; STRAHM, C. AND JOHN, J.P.. Light maxillary expansion force with the magnetic expensor device. A preliminary investigation. European Journal of Orthodontic. V.16 (6). P. 470 – 490. 1994.
8. DERICHSWEILER, H.: “Die Gaumenrahtsprengung”, *Fortschritte der Kieferorthopadie* Band 14: Heft, 1953.

9. FERREIRA, D.. Expansão rápida da maxila. In: PETRELLI,N.E..
Ortodontia Contemporânea. São Paulo . Sarvier.1988. Cap.8. P. 101 –
110.
10. HENRY,R.J.. Slow maxillary expansion: A review of quad-helix therapy
during the transitional dentition. ASDC Journal of Dentistry for Children.
V. 60(4). P. 408 – 413. Dec. 1993
11. HICKS,E.P.. Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal
versus dental response to low magnitude force. Am J Orthod. V.73(2).
P.121-141. Feb. 1978
12. HAAS, A.J.. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal
cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthodontic. V. 31. P. 73 –
90. 1961.
13. HAAS, A.J.. The treatment of maxillary deficiency by opening the
midpalatal suture. Angle Orthodontic. V. 35 (3). P. 201 – 217. Jul. 1965.
14. HAAS, A.J.. Expansão rápida da maxila. R. Dental Press O.O. Facial.
Maringá. V. 6. N.1. P. 1 – 10 . Jan/Fev 2001. Entrevista.
15. ISAACSON,R.J.;WOOD,J.L.;INGRAM,A.H.. Forces produced by rapid
maxillary expansion. I-Design of the force measuring system. Angle
Orthodontic. V. 34(4). P. 256 – 260. Out. 1964.
16. ISAACSON,R.J.;INGRAM,A.H.. Forces produced by rapid maxillary
expansion. II- Forces present during treatment. Angle Orthodontic. V.
34(4). P. 261 – 270. Out. 1964.

17. KNAUP, B.; YILDIZHAN, F.; WEHRBEIN, H.. Age - related changes in the midpalatal suture. J. Orofac Orthop. No 6. V. 65, p. 467 - 474 Nov. 2004.
18. KORKHAUS, G.: Present Orthodontic Thought in Germany. Am. J. of Orth., 46: 187-206, 1960.
19. KREBS, A. Midpalatal suture expansion studied by the implant method over a seven year period. Trans Europ Orthod Soc, v.40. p.131-42, 1964.
20. MCNAMARA Jr. J.A.; BRUDON, W. L.: Aparatos de expansion rápida maxilar de adhesion directa. In: Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico em la Dentición Mixta. 2ª Impresion, cap 8, jun, 1955
21. LOPES, D.S.; NOUER, P.R.A.; TAVANO, O.; MIYAMURA, Z.Y.; ARSATI, I.; WASSALL, T.. Disjunção rápida da maxila por meio de aparelhos expansores. RGO, 51 (4): 237 – 242, Outubro, 2003.
22. OTT, H.; FERREIRA, E.. Disjunção palatina através de uma expansão mais vagarosa aplicada na fase precoce da dentadura mista: apresentação de um caso clínico. Rer. Fac. de odontologia de Porto Alegre. V. 35(1). P. 25 –26. Ago. 1994.
23. SANDER, F. G.; SANDER, F. M.; HÜFFMEIER, S.; SANDER, C. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. J Orofac Orthop, Ulm, v. 67, p. 19 – 26, 2006.
24. SILVA FILHO, O.G.; FERREIRA JUNIOR, E.M.; AIELLO, C.A.; ZOPONE, N.. Correção da mordida cruzada na dentadura decídua. Ortodontia V. 32. N. 3 Set/Out/Nov/Dez 1999.

25. VARDIMON, A. D.; GRABER, T. M.; VOSS, I. R.; VERRUSIO, E.. Magnetic versus mechanical expansion with different force thresholds and points of force application. *American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. P. 455-466. Dec. 1987. CD-ROM.
26. ZIMRING, E.J.; ISAACSON, J.R.. Forces produced by rapid maxillary expansion. III- Forces present during retention. *Angle Orthodontic*. V. 35(3). P. 178 – 186. Jul. 1965.
27. WERTZ, R.; DRESKIN, M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod, St Louis*, v. 71, no. 4, p. 367-381, Apr. 1977.

