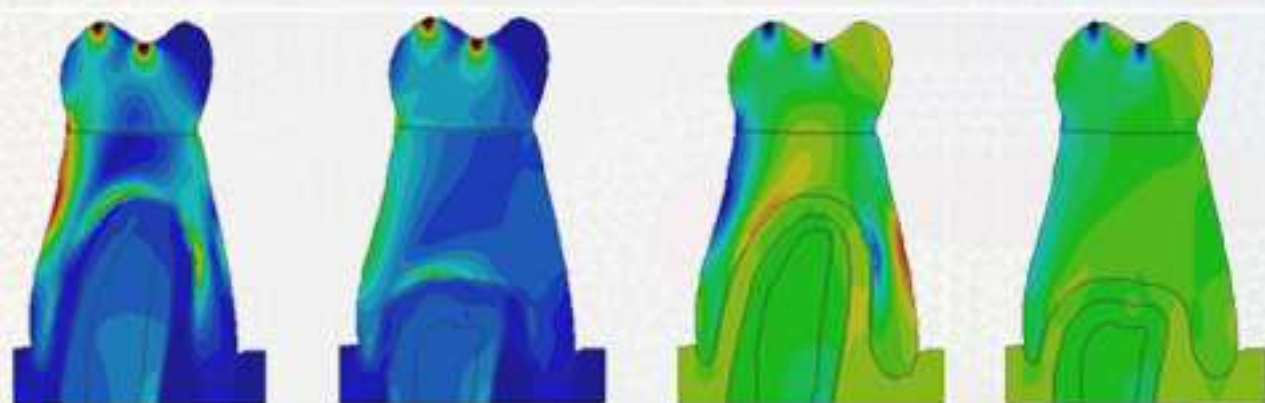


Luciano Pedrin Carvalho Ferreira

Análise através do método
dos elementos finitos dos
padrões de distribuição de tensões
nos tecidos de suporte de próteses
totais mandibulares confeccionadas
com três diferentes esquemas oclusais



Araraquara
2011



Luciano Pedrin Carvalho Ferreira

**Análise através do método dos elementos finitos das
tensões desenvolvidas no rebordo alveolar sob as
próteses totais com três diferentes conceitos oclusais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Reabilitação Oral – Área de Prótese da
Faculdade de Odontologia de Araraquara, da
Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do
título de Doutor em Reabilitação Oral – Área de
Prótese.

Orientador:

Prof. Dr. Sergio Sualdini Nogueira

Co-orientador:

Prof. Dr. Osvaldo Luis Manzoli

DADOS CURRICULARES

LUCIANO PEDRIN CARVALHO FERREIRA

Nascimento 02/05/1972 – São Paulo - SP

Filiação Ney Carvalho Ferreira
 Cleusa Pedrin Carvalho Ferreira

1991-1994 Curso de Graduação
 Faculdade de Odontologia de Lins

2001-2003 Curso de Especialização em Prótese Dentária
 Faculdade de Odontologia Araraquara – UNESP

2005-2007 Curso de Mestrado em Reabilitação Oral
 Faculdade de Odontologia Araraquara – UNESP

2007-2010 Curso de Doutorado em Reabilitação Oral
 Faculdade de Odontologia Araraquara – UNESP

DEDICO E AGRADEÇO

Agradeço primeiramente a *DEUS*: por me proporcionar tantos momentos felizes pela qual passei e vou passar por toda a minha vida

Eu não conseguiria chegar ao final deste trabalho sem a importante ajuda de minha esposa *Sandra*, nestes 10 anos de casamento passamos por diversas dificuldades, mas a união e o amor foram responsáveis pelo sucesso de nossa família. Te amo hoje e sempre.

A meus amados filhos *Letícia e Murilo*: a presença de vocês em nossa vida trouxe uma alegria inexplicável a nosso lar, . Obrigado por vocês fazerem parte dela.

Ao meu pai (*Ney*): Você sempre foi meu melhor amigo, sempre querendo que eu me destacasse em tudo, nem sempre conseguia, mas você sempre esteve ao meu lado. Obrigado por tudo.

A minha mãe (*Cleusa*): Agradeço todos os sacrifícios que fez para sempre ficar ao meu lado, sendo esta pessoa que sou hoje, e por ajudar a Sandra no momento em que mais precisamos. Serei sempre grato por tudo que fez por mim. Obrigado, você mora em meu coração.

Ao meu irmão (*Fernando*): eu não sei do que eu posso te chamar, amigo, companheiro, camarada, você é muito mais que isso, por mais que não nos falemos rotineiramente, você sempre estará comigo. Um grande abraço.

A minha cunhada (*Renata*): obrigado por você sempre ser esta pessoa amiga para toda nossa família.

Cícero (sogro) e *Maria* (sogra): Obrigado por me acolherem como um filho, e por ajudarmos na época em que mais precisamos em nossa vida. Podem sempre contar comigo.

Aos meus avós (*Severino e Nair*) pelo excesso de amor que sempre tiveram por mim.

Aos meus tios (*Mauro, Miriam, Armando e Neusa*) e primos (*Karina, Mércule, Kátia, Augusto, André, Mauro Augusto e Mariane*) por vocês estarem sempre próximos a mim, mesmo que seja só em pensamento.

Aos meus cunhados (*Alessandro, Luciene, Leandro e Cristiane*) pelo grande carinho que temos um com o outro.

João Gustavo, Murilo, Fabiano e Flávia,
meus irmãos em Araraquara, a amizade que cultivamos é para toda a vida, vocês moram em meu coração.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

- Ao meu orientador do Doutorado Prof. Dr. Sergio Sualdini

Nogueira (Serginho): muito obrigado por me acolher, sei que se não tivesse tido a boa vontade de me aceitar como seu orientado seria difícil eu finalizar a pós-graduação, agradeço a Deus por ter a oportunidade de aprender a docência com você, vi o carinho que tem para com os alunos e a paciência de ensinar, parabéns.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

- Ao meu orientador de Mestrado Prof. Dr. José Claudio

Martins Segalla (Caco): agradeço por confiar em mim desde a especialização, sem sua ajuda não teria entrado no mestrado, e por ser um dos meus melhores amigos em toda a pós-graduação, me orientando nas horas mais difíceis. Com você aprendi a docência, vi o carinho e a paciência que você tem para com os alunos, a agora na diretoria a humildade em ser uma autoridade na faculdade. Obrigado por você fazer parte de minha vida.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

- Ao meu co-orientador de Mestrado e Doutorado o Prof. Dr.

Oswaldo Luís Manzoli: agradeço pelo carinho proporcionado a minha pessoa, sempre se prontificando a ajudar, até nas horas mais difíceis em que estive viajando para o exterior. Agradeço a Deus por colocar você neste trabalho, parabéns.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Professor Doutor, José Claudio Martins Segalla, Diretor da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

À Professora Doutora, Andréia Affonso Barreto Montandon, Vice-diretora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

Ao Professor Doutor Carlos Eduardo Vergani, Coordenador da Pós-graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

À Professora Doutora Regina Helena Barbosa Tavares da Silva, Chefe do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista.

Aos Professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, Ana Carolina, Ana Cláudia, Ana Lúcia, Carlos Cruz, Carlos Vergani, Cinara, Eunice, Francisco (Kiko), Gelson, Geraldo, Ivan, João Arioli, José Cláudio, José Maurício, Lígia, Marco Antônio, Regina, Renata, Sérgio Nogueira e Sérgio Russi. Obrigado por dividirem comigo seus

conhecimentos e experiência. Tenho certeza que serão indispensáveis na carreira da docência.

Ao meu professor e amigo Doutor Mário Roberto Perussi por sempre me incentivar na carreira docente.

Ao meu amigo Doutor Luis Carlos Pires por me dar oportunidade de ser seu assistente no curso de odontologia estética.

Aos meus amigos da especialização (Renan, George, Paulinho, Lilian, Mariana, Odília, Viviane, Tatiane) pela amizade e pelos bons tempos.

Aos colegas do Curso de Doutorado: Luis Eduardo, Pierre, Alejandro, Laiza, Juliê, Paula, Isabela e Lívia.

Aos meus parceiros de clínica na pós-graduação, sempre camaradas e companheiros, Luis Eduardo, Pierre e Alejandro.

Aos amigos Darlon e Adriano pela amizade.

Aos Funcionários e do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, Adelaide, Adelaidinha, Ângela, Cida, Cláudio, Dulce, Inês, José Carlinhos, Júnior, Malú, Manoel, Martinha, Maria Lúcia, Miriam e Silvinha, pela amizade sincera e convivência harmoniosa.

Ao Manoel, meu amigo, pelos ensinamentos, troca de experiências na prótese laboratorial e principalmente pelo convívio agradável no trabalho e lazer.

À Martinha e Silvinha pela amizade e apoio dados a mim nesses 10 anos de UNESP, obrigado! Adoro vocês!

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação desta Faculdade, José Alexandre, Mara, Rosângela, Silvia e Vera pela constante disponibilidade e amor com que realizam seu trabalho.

Aos Funcionários da Biblioteca, desta Faculdade, Adriano, Cidinha, Ceres, Cristina, Eliane, Inês, Maria Helena, Marley, D. Odete, Sandra e Silvia, pela ajuda na pesquisa bibliográfica, ficha catalográfica e referências dessa dissertação, além da dedicação constante ao trabalho.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, pela amizade, carinho e paciência a mim dispensados.

A todos os pacientes obrigado pela paciência e confiança! Vocês nos proporcionaram aquisição de muitos conhecimentos.

Obrigado à cidade de Araraquara por me acolher neste dez anos.

Sumário

Resumo	14
Abstract	16
Introdução	18
Revisão da literatura	22
Proposição	66
Material e método	67
Resultado	83
Discussão	89
Conclusão	99
Referências	101

Ferreira LPC. Análise através do método dos elementos finitos dos padrões de distribuição de tensões nos tecidos de suporte de próteses totais mandibulares confeccionadas com três diferentes esquemas oclusais [Tese de Doutorado] Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2011.

RESUMO

A distribuição das tensões nas estruturas de suporte de tensões decorrentes de forças oclusais aplicadas a próteses totais confeccionadas com diferentes esquemas oclusais não são conhecidos. O objetivo deste estudo foi desenvolver, através do método de elementos finitos bidimensional (MEF-2D), uma análise comparativa e qualitativa das tensões geradas nas estruturas de suporte na região de primeiro molar inferior direito de próteses totais confeccionadas com: (1) Oclusão convencional (OC); (2) Oclusão lingualizada (OL) e, (3) Oclusão monoplana (OP). Os padrões de distribuição de tensões foram observados em quatro condições de reabsorção óssea do rebordo alveolar: (1) alto e convexo; (2) lamina de faca; (3) baixo e convexo e, (4) involuído. Dois materiais de confecção de dentes artificiais foram considerados: resina acrílica e porcelana. Modelos digitais bidimensionais para a aplicação do MEF-2D foram desenvolvidos para as condições propostas. Uma carga vertical de 50N foi aplicada na superfície oclusal do primeiro molar inferior direito. Através do software GID (International Center for Numerical Methods in Engineering, Barcelona, Espanha) foram geradas imagens gráficas de stress (tensões de Von Mises) e de compressão (tensões verticais) nas estruturas de suporte. Neste estudo concluiu-se que: 1. Todos os esquemas oclusais estudados transmitiram stress e compressão para as estruturas de suporte; 2.

OC gerou um padrão de distribuição de stress e de compressão em faixas horizontalizadas, enquanto que OL e OP em faixas verticalizadas; 3. OC apresentou um padrão de distribuição de intensidade de stress e de compressão que aumenta da crista do rebordo alveolar para o osso esponjoso, enquanto que OL e OP um padrão que aumenta de vestibular para lingual; 4. Os diferentes níveis de reabsorção do rebordo não interferiram nas intensidades ou padrões de distribuição do stress e compressão observados; 5. O material de confecção dos dentes artificiais – porcelana ou resina - não influenciou a distribuição ou a intensidade do stress ou da compressão.

Palavras-chave: Prótese total; oclusão dentária; reabsorção óssea.

Ferreira LPC. Finite element analysis of the strain distribution patterns in the supporting tissues of mandibular complete dentures constructed with three different occlusal schemes.[Tese de Doutorado] Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2011.

ABSTRACT

The strain distribution patterns in the alveolar residual ridge as a consequence of occlusal loads applied in complete dentures constructed with different occlusal schemes are not known. The aim of this study was to develop a comparative and qualitative analysis of the strains generated in the right first molar region of the supporting structures of a mandibular complete denture using the two-dimensional Finite Element Analysis (FEA-2D). Coronal section two-dimensional models were developed reflecting mandibular complete dentures constructed with three different schemes of occlusion, namely conventional (CO), Lingualized (LO) and monoplane (PO). The models also had variations in the contour of the supporting structures, representing four conditions of residual ridge resorption: (1) high, well rounded; (2) knife edge; (3) low, well rounded, and (4) depressed. Two materials of artificial teeth were considered: acrylic resin and porcelain. A vertical load of 50 N was applied onto the occlusal surface of the mandibular right first molar. The software GID (International Center for Numerical Methods in Engineering, Barcelona, Spain) generated images of Von Mises (stress) and vertical (compression or tensile) strains in the FEA-2D models. Within the limitations of this study the following conclusions were drawn: (1) Stress and compression were observed in the supporting structures with all of the studied occlusal schemes; (2) The

distribution of stress and compression with CO dentures generated patterns of intensity with the appearance of horizontal layers and, with LO and PO dentures with the appearance of vertical layers; (3) With CO dentures the intensity of stress and compression increased progressively from the crest of the residual ridge to the alveolar bone and, with LO and PO dentures from the buccal to the lingual slope of the ridge; (4) With all of the studied occlusal schemes, neither the appearance of the pattern of distribution nor the direction in increasing of intensity were affected by the different conditions of residual ridge resorption and, (5) The tooth material did not affect the intensity of stress or compression.

Keywords: denture complete, dental occlusion, bone resorption.

Introdução

As próteses totais foram projetadas para substituir estética e funcionalmente os dentes naturais perdidos, sendo necessário um período de adaptação por parte do paciente. A superfície oclusal dos dentes naturais, bem como das dentaduras completas mostram idealmente ter morfologia semelhante, porém o rebordo residual tem várias formas e tamanhos, podendo influenciar no sucesso ou insucesso da reabilitação. Com a variação da forma e tamanho do rebordo, o formato dos dentes artificiais e sua montagem sobre a linha da crista do rebordo residual tem sido considerado uma importante referência. Nas próteses totais a retenção está relacionada às forças verticais atuantes no sentido de remoção da prótese e a estabilidade representa a resistência às forças horizontais²⁶. Para minimizar estas forças, a escolha de dentes artificiais com morfologias e esquemas de montagem diferentes pode ser utilizada. Os dentes artificiais podem ser classificados de acordo com suas formas oclusais em: dentes anatômicos com inclinação intercuspídea de 30 ou 33 graus; dentes semi-anatômicos com cúspides menores que 30 graus; e dentes não-anatômicos com inclinação de cúspides em 0 grau^{10,15,18,36,51}. Quanto ao tipo de oclusão, a prótese total pode ser classificada em: (1) convencional, possuindo contatos cêntricos nas cúspides de contenção tanto dos dentes superiores quanto dos inferiores¹⁰; (2) lingualizada, na qual existem contatos somente nas cúspides de contenção superiores¹⁰; (3) monoplana com as cúspides em 0 grau existindo uma área de contato nos dentes posteriores¹;

(4) linear, onde as superfícies mastigatórias dos dentes posteriores mandibulares têm uma forma estreita, longa e reta, ocluindo com dentes antagonistas em monopiano²⁷. A oclusão lingualizada é uma tentativa de melhorar a penetração do bolo alimentar, nos dentes anatômicos, enquanto que procura manter a liberdade mecânica nos dentes não-anatômicos^{10,47}. Vários autores recomendam a oclusão lingualizada para próteses totais^{10,15,16,24,25,36,37,31,39,42,44,47,54}, podendo ser considerada como uma excelente indicação.

Quanto aos movimentos excursivos, a prótese total pode ser dividida em: (1) oclusão balanceada, oclusão na qual em lateralidade ocorre contato tanto no lado de trabalho como no de balanceio e, em protrusão, ocorre contato nos dentes anteriores e nos posteriores bilateralmente; e (2) oclusão não-balanceada, onde na movimentação excursiva lateral ocorre o contato dos dentes no lado de trabalho, mas não no de balanceio. O equilíbrio entre os contatos intercuspídeos é um dos fatores mais significativos na integração das próteses totais ao sistema estomatognático, pois permite uma distribuição de forças sobre um suporte ósseo revestido por uma fibromucosa compressiva e deslocável^{53,58}. Segundo Hanau²², para que haja um equilíbrio oclusal nas dentaduras completas deve existir uma inter-relação entre a inclinação da guia condilar, incisiva, plano de orientação e altura das cúspides. Todo e qualquer equilíbrio em dentaduras completas está intimamente ligado à oclusão, onde todos os dentes estão unidos a uma estrutura basal de resina, e qualquer interferência, tal como um contato prematuro, pode refletir na retenção e estabilidade da prótese⁴⁹. Pesquisas neste campo podem ser direcionadas a

dois fatores: eficiência mastigatória^{60,56} e o efeito das forças mastigatórias sobre o rebordo^{14,38,57}.

Quanto à eficiência mastigatória os estudos direcionam-se na instalação de dentaduras com oclusão balanceada e não balanceada, onde o paciente é avaliado através de métodos subjetivos e objetivos. Uma avaliação objetiva fundamenta-se na mensuração da capacidade de triturar alimentos testes naturais (cenoura, amendoim, amêndoa, coco, café) e artificiais (Optosil, Hidrocolóide) com uma posterior separação das partículas em peneiras ou tamises. Uma avaliação subjetiva é realizada através de informações obtidas por questionários¹³.

O direcionamento de forças sobre os dentes artificiais e o padrão de distribuição de tensões abaixo da dentadura completa são de primordial importância quando planejamos a construção de uma prótese total. Desconsiderar estes fatores pode resultar em desconforto desnecessário para o paciente e causar reabsorção do rebordo alveolar. Um dos métodos utilizados para avaliar estas tensões é o método dos elementos finitos, com o qual, através de uma análise qualitativa e quantitativa, é possível estudar o estado de tensões e deformações em todas as regiões dos modelos (dentes artificiais, base da prótese e rebordo alveolar residual). Este método vem sendo amplamente utilizado desde a década de 50, por várias áreas que se beneficiam das vantagens oferecidas. O método dos elementos finitos foi marcante no desenvolvimento da indústria da construção civil, automobilística, naval, nuclear e aeroespacial. Áreas como a medicina e a odontologia têm percebido a grande contribuição que este método de análise pode oferecer. Mais recentemente, a biomecânica é uma importante área de aplicação do

método dos elementos finitos (MEF), permitindo o estudo da interação dos tecidos vivos com estruturas reabilitadoras. Estas complexas estruturas podem ser analisadas em relação à eficiência, integração e durabilidade. Com os atuais avanços informáticos, a análise através do MEF proporciona dados valiosos a um custo operacional relativamente baixo e um tempo reduzido, além de fornecer informações que são inacessíveis mediante estudos clínicos. Fundamenta-se na grande versatilidade de variação de situações: geometria, propriedades mecânicas e forças aplicadas. Na odontologia, a potencialidade do MEF é comprovada nos recentes estudos conduzidos nesta área, onde os resultados obtidos, via análise numérica/computacional, estão de acordo com as diversas observações obtidas em estudos clínicos e experimentais^{3,4,14}.

Revisão da Literatura

Os artigos apresentados nessa revisão de literatura foram organizados em ordem cronológica e para facilitar o entendimento, subdivididos em dois tópicos: Oclusão e Tensões em Prótese Total

Oclusão em Prótese Total:

- Segundo Stanbery⁵⁵ (1938) a oclusão balanceada em prótese total envolve um arranjo definido dos contatos dentais, devendo estar em harmonia com os movimentos mandibulares. Uma dimensão vertical aceitável é um dos relacionamentos maxilo-mandibulares mais importantes, devendo caminhar junto com a oclusão balanceada, proporcionando eficiência mastigatória com mínimo trauma aos tecidos de suporte. O relacionamento da mandíbula com a maxila é determinado por três pontos, dois desses são os côndilos em suas posições e o outro é a guia incisal. As facetas dos dentes devem estar em harmonia com a posição determinada por esses três pontos. Além disso existem três direções de movimentos, duas laterais e uma protrusiva, as facetas dos dentes devem entrar em contato durante a realização desses movimentos, mantendo o equilíbrio com os contatos condilares.

- Kurt³⁴ (1954) citou em seu artigo que o conceito de oclusão balanceada era baseada primariamente em geometria e movimento em articulador. Vários grupos de pesquisadores tinham diferentes ideais geométricos como o guia de

oclusão de dentes naturais e artificiais baseada principalmente na suposição de que os instrumentais usados nesses estudos seguem os movimentos mandibulares normais. O eixo de rotação foi discutido e demonstrou-se ter a trajetória condilar diferentes graus de angulação dependendo do método utilizado para obter os registros de mordida. O valor do eixo de rotação e dos articuladores ajustáveis como ajuda para obter uma oclusão balanceada foi questionado. A importância da relação cêntrica foi realçada como o único ponto em comum entre movimentos funcionais e não funcionais, e que se a relação cêntrica for corretamente registrada, a maioria dos ideais geométricos de oclusão funcionarão para o paciente.

- Trapozzano⁶⁰ (1960) comparou a reação de pacientes e a eficiência relativa de uma oclusão balanceada e não balanceada. Bases de dentaduras teste com encaixes intercambiáveis com oclusão do tipo balanceada e não balanceada foram feitas para 12 pacientes. Ambos os tipos de oclusão foram construídos no mesmo registro de relação cêntrica. Observações subjetivas dos 12 pacientes foram registradas junto com observações objetivas dos testes de eficiência mastigatória e uma correlação com as condições do rebordo. As respostas subjetivas indicaram que 7 não tinham preferência para o tipo de oclusão, 3 preferiram dentaduras com oclusão não balanceada e 2 preferiram com oclusão balanceada. Nenhum tipo de oclusão produziu ferimentos, o que poderia ser atribuído diretamente ao tipo de oclusão usada. Para 9 pacientes, houve melhor eficiência mastigatória com oclusão balanceada e em 3 foi melhor com oclusão não balanceada. A oclusão balanceada mostrou uma eficiência maior baseada na finura do resíduo da mastigação quando cenouras estavam sendo mastigadas. Quando amendoins foram mastigados, a diferença

na eficiência das oclusões não foi claramente definida. Isso indica que a eficiência mastigatória de ambas as formas de oclusão varia com os tipos de comida. Segundo o autor um simples teste de função mastigatória deveria ser inventado para indicar, antes da construção das próteses totais ser iniciada, se os pacientes utilizam ou não movimentos excêntricos durante a mastigação, para avaliar a necessidade ou não de balanceamento bilateral.

- O trabalho de Beck⁹ (1972) cita que formas oclusais e suas funções são de preocupação do dentista para que a perda dos tecidos remanescentes, a qual possa ser atribuída à oclusão, possa ser minimizada. Isso é de difícil abordagem, pois engloba as mudanças teciduais e várias tolerâncias fisiológicas. Uma variedade de formas oclusais tem sido aceita para dentaduras completas sem investigações a longo período e análises estáticas das vantagens que podem ser atribuídas a cada forma. Para que as dentaduras completas estejam em harmonia funcional, devem exibir contatos oclusais harmoniosos em relações maxilo-mandibulares cêntricas e excêntricas, estar em harmonia com o sistema neuromuscular e com as articulações temporomandibulares, na fala, mastigação e deglutição. Define então oclusão balanceada como uma condição em que existem contatos simultâneos dos dentes em ambos os lados dos arcos dentais opostos. Essa definição pode ser aplicada para oclusão cêntrica bem como para contatos oclusais excêntricos. Essa oclusão é usada para evitar báscula ou rotação da base da dentadura em relação às estruturas de suporte. A oclusão não balanceada não preenche as condições de contatos simultâneos dos dentes superiores e inferiores em posições excêntricas. Padrões oclusais e tipos de oclusões desenvolvidas devem exercer influência considerável nos tecidos moles e duros. Dez

conceitos oclusais com arranjos diferentes para dentaduras completas foram revisados, sendo 5 de oclusão balanceada e 5 de oclusão não balanceada. No conceito 1 utiliza-se cúspides com forma definida, representando as configurações anatômicas e não-anatômicas. A forma de cúspide mais comum é a de 33° , o movimento lateral é clássico onde cúspides contatam bilateralmente para melhorar a estabilidade das dentaduras. Prega que contatos em deflexivos em posições laterais podem desestabilizar as bases. O conceito 2 defende a redução da mesa oclusal dos dentes posteriores inferiores para aumentar a estabilidade das dentaduras. Os dentes posteriores superiores tem leve inclinação oclusal lingual de 5° para os primeiros pré-molares, 10° para os segundos pré-molares e 15° para os primeiros e segundos molares para que a oclusão balanceada possa ser desenvolvida lateralmente, bem como, antero-posteriormente pelo arranjo dos dentes no plano oclusal curvado. No conceito 3, convencionou-se as formas dentais não anatômicas, podendo a oclusão balanceada ser desenvolvida por um plano oclusal curvado antero-posteriormente e lateralmente ou com o uso do segundo molar inclinado. O conceito 4 emprega a curva lateral reversa, exceto para o segundo molar, o qual é ajustado com a curva lateral padrão. Vários autores racionalizaram essa forma especial de oclusão devido a instabilidade da dentadura inferior. As formas resultantes deveriam ser direcionadas verticalmente e/ou lingualmente. Reforçou-se que forças de corte ou cisalhamento com a redução do deslocamento das bases, são mais importantes do que a eficiência de trituração para avaliar a forma do dente posterior em termos de manutenção das estruturas de suporte. O conceito 5 emprega um balanço em um articulador arbitrário, seguido de correções intra-

orais para se obter o balanço, e ilustra uma oclusão linear para dar um contato unidimensional entre os dentes posteriores opostos. Uma lâmina de dentes posteriores inferiores contata essencialmente superfícies planas dos dentes superiores seguindo um leve ângulo para horizontal. Seu objetivo é eliminar contatos oclusais deflexivos e dar melhor estabilidade às dentaduras. O conceito 6 reforça as posições dos dentes anteriores para preservar ou restabelecer os valores fonéticos do paciente em harmonia com o aumento da estabilidade das próteses e eficiência nos ciclos mastigatórios. Suas características são: a incorporação de cúspides linguais superiores afiladas em oposição a fossas ampliadas dos dentes inferiores em oclusão cêntrica, a redução de cúspides vestibulares dos dentes posteriores inferiores e a eliminação de contatos deflexivos pelo uso de cera de ajuste oclusal nas próteses totais. Como efeito, a oclusão é lingualizada pela eliminação dos contatos nas cúspides vestibulares. Inlays metálicas oclusais parciais podem ser usadas para diminuir o desgaste dos dentes e ajudar a manter a DVO. O conceito 7 utiliza forma de cúspide de 33° com superfície oclusal de ouro. Os dentes anteriores são ajustados seguindo os requerimentos de valores fonéticos, trespases verticais extremos produzindo guia cuspídea são frequentemente usados, resultando em desocclusão dos dentes posteriores fora da oclusão cêntrica. No conceito 8 é usado comumente dentes não anatômicos em um plano oclusal reto, geralmente horizontal. Dentes posteriores todos de porcelana ou todos plásticos podem ser usados, ou combinações de dentes posteriores de porcelana superiores e dentes inferiores plásticos, ou lâminas metálicas podem ser incorporadas em um bloco de dentes posteriores superiores ocluindo contra dentes de porcelana inferiores. No conceito 9 pivôs

oclusais são defendidos, onde a mandíbula é colocada em equilíbrio para manter a carga na região dos molares, protegendo as ATMs de injúrias, e que também as forças são também reduzidas na região anterior dos rebordos para manutenção dos tecidos. E no conceito 10 uma curva reversa no arranjo oclusal é usada frequentemente, os modelos montados e o plano oclusal são em um plano horizontal sem uma rampa posterior, o que resulta em uma oclusão não balanceada em posição excêntrica. Um tipo desse padrão oclusal consistiu de blocos de dentes posteriores em séries de 4 dentes, os quais eram arranjados em um plano oclusal antero-posterior reto com uma curva lateral reversa.

- Em 1974 Murrell⁴² sugeriu um protocolo para tratamento bem sucedido com dentaduras completas, o qual pode ser usado como guia para antecipar e evitar problemas. Segundo o autor, o sucesso depende dos seguintes princípios: (1) o dentista deve educar o paciente para que tenha uma postura ativa no tratamento, entendendo que o papel do profissional na adaptação é apenas auxiliar, e que as próteses nunca serão tão satisfatórias quanto os dentes naturais; (2) um claro planejamento financeiro e expectativas realísticas quantos as próteses totais devem ser estabelecidas, antes que o tratamento comece; (3) não é possível antecipar todos os problemas dos pacientes em apenas uma consulta de exame e o paciente deve estar preparado para cuidados médicos e cirúrgicos adicionais, caso haja necessidade no decorrer do tratamento; (4) o dentista deve selecionar métodos adequados para o tratamento protético e ter a capacidade de alterá-lo durante o curso do tratamento, dependendo da necessidade do paciente. A técnica utilizada pelo autor envolve a utilização de próteses provisórias, que serão utilizadas para

melhoramentos dos tecidos de suporte e para a obtenção do plano oclusal posterior mais adequado. O esquema oclusal das dentaduras finais indicado é a posterior lingualizada, a qual aumenta a estabilidade e o conforto. Esse é aconselhado por concentrar as forças mastigatórias nas cúspides linguais dos dentes posteriores superiores funcionando sobre as fossa centrais com ajuste padronizado dos dentes posteriores inferiores. Dentes posteriores superiores de 33° são usados contra dentes posteriores inferiores de 20°. Uma oclusão cêntrica firme não pode existir em dentes situados sobre tecidos moles flácidos, rebordos esponjosos ou rebordos mandibulares extremamente inclinados. Em casos de problemas nos tecidos e nos rebordos ósseos mais severos, a dentadura mandibular pode ser finalizada com um reembasador resiliente processado, melhorando o conforto. O gerenciamento dos problemas com próteses mandibulares não pode se restringir unicamente às estruturas mandibulares ou próteses inferiores, pois as causas desses problemas incluem a boca toda e estão também relacionadas a saúde geral, atitude e habilidade para adaptação dos pacientes.

- O estudo de Koyama et al.³² (1976) avaliou a preferência dos usuários e a eficiência mastigatória da oclusão lingualizada, oclusão balanceada e oclusão orgânica (protegida por cúspide) em 3 pacientes portadores de dentaduras completas. Os métodos para a obtenção da dimensão vertical e da relação central foram os mesmos para todos os indivíduos. Registros interoclusais protrusivos e laterais foram usados para ajustar um articulador Hanau. Dentes de porcelana de 30° foram selecionados, os dentes anteriores e as bases não foram alteradas, os dentes posteriores foram intercambiáveis, proporcionando os 3 padrões de oclusão. Seguindo a colocação de cada dentadura, a

eficiência mastigatória foi mensurada em intervalos de 3 dias. O método da peneira, no qual uma malha 10 foi usada foi empregada para esse estudo. Pasta de peixe cozido (Kamaboko) de 2,0 g foi mastigada 50 vezes e então o material mastigado foi passado na peneira. Na consulta final, cada indivíduo foi questionado a indicar o esquema oclusal de preferência. O paciente A escolheu a oclusão balanceada ou a lingualizada, com a oclusão protegida por cúspides como segunda opção. A primeira escolha do paciente B foi a oclusão protegida por cúspide. O paciente C preferiu a oclusão balanceada, seguida pelas oclusões lingualizada e com proteção cuspídea. A oclusão lingualizada proporcionou a maior eficiência mastigatória, seguida pela balanceada, e a oclusão com proteção cuspídea proporcionou a menor para os pacientes A e C. A eficiência mastigatória foi maior para a oclusão com proteção cuspídea, seguida pela oclusão balanceada e a menor eficiência foi atribuída para a a oclusão lingualizada, para o paciente B.

- Becker et al.¹⁰ (1977) citam que a oclusão lingualizada é uma tentativa de manter as vantagens estéticas e de penetração dos alimentos dos dentes anatômicos, enquanto mantém a liberdade mecânica dos dentes não-anatômicos. O conceito de oclusão lingualizada utiliza dentes anatômicos para prótese total maxilar e dentes não-anatômicos ou semi-anatômicos para prótese total mandibular. Um esquema oclusal não-anatômico é indicado para condições orais tais como: severa reabsorção alveolar, um relacionamento mandibular classe II, ou tecido de suporte deslocável. A oclusão lingualizada também pode ser usada efetivamente quando uma dentadura completa se dispõe a uma prótese parcial removível. A oclusão bilateral balanceada deve ser sempre alcançada em associação com a oclusão lingualizada, devendo

alcançar contatos bilaterais uniformes em movimentos excursivos de 2 a 3 mm fora da RC. Os princípios da oclusão lingualizada são: (1) dentes anatômicos posteriores (30° ou 33°) utilizados nas próteses maxilares; (2) dentes não-anatômicos (0°) ou semi-anatômicos (20°) utilizados nas próteses mandibulares, tanto cúspide rasa quanto plana pode ser utilizada, além disso, uma mesa oclusal estreita é preferível quando houver reabsorção severa do rebordo residual; (3) desgastes dos dentes mandibulares são necessários para criar uma concavidade leve da superfície oclusal; (4) cúspides linguais maxilares devem contatar os dentes mandibulares e as cúspides vestibulares mandibulares não devem contatar os dentes superiores em oclusão cêntrica; (5) contatos de trabalho e balanceio devem ocorrer somente em cúspides linguais maxilares, os dentes posteriores são arranjados e ajustados para estabelecer oclusão bilateral balanceada em excursões mandibulares na faixa de 2 a 3 mm ao redor da RC. Desgastes seletivos das cúspides vestibulares podem ser necessários para criar uma pequena desobstrução entre as cúspides vestibulares maxilares e mandibulares no lado de trabalho quando movimentos excursivos são iniciados. As cúspides linguais maxilares continuam em contato no lado de trabalho, isso ajuda a reduzir o movimento lateral da dentadura inferior, por gerar forças oclusais mais linguais e em direção ao centro dos dentes mandibulares, no lado de balanceio as cúspides linguais maxilares contatam as cúspides vestibulares mandibulares como é costumeiro com os arranjos oclusais anatômicos. (6) contatos protrusivos balanceados devem ocorrer somente entre as cúspides linguais maxilares e os dentes inferiores. Desgastes seletivos para movimentos protrusivos devem ser

feitos somente nos dentes mandibulares para que os contatos laterais em balanceio e a DVO não sejam alterados.

- Folz, Byars²⁰ (1981) citam que os maiores sucessos e menores problemas em próteses totais quando eram construídas em articuladores totalmente ajustáveis, os quais são pouco difundidos. As maiores dificuldades e a maioria das frustrações ocorreram com dentaduras construídas com articuladores fixos em oclusão balanceada bilateral. Quanto mais individualizados forem os articuladores, menos serão os ajustes pós-instalação, principalmente nos movimentos excursivos. Para suprir os problemas e frustrações, os autores expõem uma técnica usando a oclusão bilateralmente balanceada lingualizada, quando articuladores fixos são utilizados para construir dentaduras completas. Foram enumerados os passos laboratoriais para a construção de uma oclusão balanceada bilateral lingualizada: (1) montar os dentes anteriores maxilares na estética desejada; (2) montar os dentes posteriores maxilares da maneira convencional, usando dentes de 33° de inclinação de cúspide; (3) abrir a dimensão vertical no articulador 1 mm; (4) montar os dentes posteriores mandibulares (33°) em oclusão cêntrica justa com os maxilares; (5) reduzir as cúspides vestibulares maxilares pelo menos 1 mm; (6) reduzir as cúspides vestibulares e linguais mandibulares também aproximadamente 1 mm; (7) usar papel de articulação para identificar os contatos de oclusão cêntrica nos dentes posteriores mandibulares; (8) aprofundar a fossa de cada dente posterior mandibular com uma pedra rotatória aproximadamente 1 mm até a DV ser restaurada e limpar cada contato que aparecer em todos os dentes posteriores mandibulares; (9) alargar a fossa dos dentes posteriores mandibulares aproximadamente ½ mm para vestibular, lingual e distal do ponto de contato

cêntrico, isso proporciona um deslocamento lateral imediato nos movimentos laterais e uma posição de cêntrica longa; (10) manter as próteses totais de prova em oclusão protrusiva e montar os dentes anteriores inferiores com as incisais contatando os superiores; (11) após a prova na boca e o processamento, as próteses totais devem voltar ao articulador para as correções oclusais. Esse tipo de montagem proporciona menos ajustes após o processamento e após a instalação pelo dentista.

- Segundo Clough et al.¹⁵ (1983) existe uma busca contínua de formas dentais posteriores e arranjos dentais que satisfaçam as expectativas dos pacientes com relação a requerimentos estéticos, conforto e eficiência mastigatória. Os 3 maiores grupos de formas oclusais avaliados são: (1) anatômico, 33° ou 30° de cúspides; (2) semi-anatômicos, 20° de cúspides e (3) não-anatômicos ou sem cúspide, 0° de cúspides. A oclusão lingualizada é uma combinação de dentes anatômicos para a dentadura maxilar e dentes não-anatômicos modificados para a dentadura mandibular. Nesse presente estudo dois esquemas oclusais são comparados: (1) oclusão lingualizada, usando combinação de dentes anatômicos com 30° para dentadura maxilar e dentes não-anatômicos modificados na dentadura mandibular e (2) dentes não-anatômicos com 0° para ambas as dentaduras maxilar e mandibular. A comparação foi feita pela construção de dois pares de próteses totais para cada um dos 30 pacientes edêntulos, permitindo a eles usar ambas e, então, pedindo a cada um para relatar a preferência e dar razões para a escolha. Um par seguiu o padrão de oclusão lingualizada e o outro a oclusão em monoplano, um dos pares foi inserido primeiro em uma escolha aleatória. Os pacientes foram questionados a observar a eficiência mastigatória, conforto e

aparência das dentaduras. Cada par foi usada por 3 semanas antes da avaliação e dos ajustes serem concluídos quando necessários. Os 30 pacientes requisitaram um pouco mais de ajustes enquanto usavam as dentaduras em monoplano, do que quando usavam as próteses totais com oclusão lingualizada, mas não houve diferença estatística. Dos pacientes estudados 16 já tinham usado dentadura com oclusão monoplana ou com esquema oclusal indefinido, mas somente 4 (25%) preferiram a oclusão em monoplano. Dos 11 remanescentes que já tinham usado previamente dentes anatômicos, 8 escolheram a oclusão lingualizada. Também 18 pacientes nunca tinham usado dentadura ou tinham usado somente um par, desses, 12 (66,67%) preferiram a oclusão lingualizada, 3 a monoplana e 3 não tiveram preferência. Os outros 12 já tinham usado 2 ou mais pares de dentadura previamente. O mesmo percentual deste grupo (66,67%) selecionou a oclusão lingualizada. Havia 15 pacientes com 65 anos ou mais e 15 com menos de 65 anos. Daqueles com 65 anos ou mais, 46,7% preferiram oclusão lingualizada, 33,3% a oclusão monoplana e 20 % não tiveram preferência. Do grupo mais jovem, todos que expressaram uma preferência optaram pela oclusão lingualizada. Dos 16 homens, 10 escolheram a oclusão lingualizada (62,50%), 5 (31,25%) a oclusão monoplana e 1 (6,25%) não tiveram preferência. Das 14 mulheres, 28,57% não tiveram preferência e 71,43% escolheram a oclusão lingualizada, 5 (16,67%) preferiram a monoplana. A preferência pela oclusão lingualizada se deu pela melhoria da habilidade mastigatória, conforto e estética.

- Em um artigo de revisão sobre os fatores que envolvem a estabilidade em próteses totais, Jacobson, Krol²⁶ (1983) comentaram que enquanto a retenção

está relacionada às forças verticais atuantes nas próteses, a estabilidade representa a resistência às forças horizontais ou de rotação que incidem nas próteses. Os fatores que contribuem para essa estabilidade são: a forma e altura dos rebordos, adaptação da base da dentadura aos tecidos paraprotéticos, harmonia oclusal e controle neuromuscular. Os autores sugeriram que a utilização de uma oclusão balanceada bilateral é essencial para a estabilização da prótese juntamente com uma orientação neuromuscular do paciente, instruindo a mastigação bilateral simultânea em cêntrica durante a função e indicam a oclusão lingualizada como uma boa alternativa, já que a liberdade nos movimentos laterais, proporcionada pela oclusão lingualizada representa um fator chave na estabilidade, acarretando sucesso no tratamento protético reabilitador.

- Appebaum² (1984) relatou em seu artigo que a oclusão é o assunto mais universal na odontologia, sendo um conceito dinâmico, onde os dentes maxilares se contactam com os antagonistas mandibulares e o conhecimento desta relação é fundamental para o sucesso de uma reabilitação oral. O autor discute neste artigo a oclusão balanceada, os tipos de dentes artificiais e oclusão lingualizada. A oclusão balanceada é raramente encontrada na dentição natural e quando acontece procura-se eliminar o contato de balanceio, mas na dentição artificial é essencial que tenhamos toque no lado de balanceio para a manutenção da estabilidade das próteses totais durante os movimentos laterais. No que diz respeito à morfologia dos dentes artificiais, o autor cita a existência de três tipos principais: dentes anatômicos, que apresentam inclinação de cúspide de 33° ; dentes semi-anatômicos, que apresentam inclinação de cúspide menor que 33° , mas não chegam a 0° ; e dentes não

anatômicos com inclinação de cúspide em 0^0 . Os dentes anatômicos apresentam uma melhor estética e eficiência mastigatória, mas resulta em uma maior transmissão de forças laterais, já os dentes não-anatômicos proporcionam liberdade de movimentos, porém não são estéticos e dificultam a mastigação, além de não proporcionarem a oclusão balanceada. Para o autor a oclusão lingualizada apresenta algumas vantagens com relação aos outros tipos de oclusão: um movimento de balanceio mais suave, transmissão mais vertical das forças mastigatórias contra o rebordo, facilidade de ajuste oclusal devido a um menor número de contatos, proporcionando maior controle e estabilidade da dentadura pelo paciente. Concluiu que não existe esquema oclusal ou morfologia de dentes ideais, devendo o profissional saber selecionar o melhor sistema para cada paciente.

- Curtis et al.¹⁶ (1988), expõem quatro conceitos básicos que devem ser considerados no desenvolvimento da oclusão protética de pacientes classe II esquelética: (1) relação cêntrica deve ser usada como uma posição de referência para relacionar a mandíbula com a maxila; (2) os dentes posteriores devem ser posicionados próximos das suas posições anteriores; (3) liberdade de movimento deve ser criada em movimentos excêntricos e (4) múltiplos contatos oclusais devem ser dados em posições cêntricas e excêntricas. Deve-se usar um método que incorpore esses conceitos e dê um arranjo oclusal harmônico para pacientes classe II edêntulos ou parcialmente edêntulos. Cita ainda que bons resultados tem sido alcançados com a utilização da oclusão lingualizada. Outra alternativa, é criar a oclusão com dentes não anatômicos somente, usando uma curva de compensação com mínima guia incisal.

- No estudo de Brudvik, Howell¹² (1990), três pacientes edêntulos foram avaliados usando a cinesiografia e um programa de computador especialmente designado para identificar a extensão dos contatos excêntricos entre as dentaduras quando mastigavam alguns alimentos (amendoim, cenoura, bife fatiado e biscoito). Três diferentes arranjos oclusais intercambiáveis foram construídos e testados (oclusão balanceada convencional, lingualizada e monoplana). Cada um dos arranjos dentais foi usado pelos pacientes por duas semanas antes do teste. Após todos os arranjos oclusais terem sido testados, padrões de traçado dos ciclos mastigatórios foram analisados. Os resultados da avaliação de mais de 1400 ciclos mastigatórios mostraram que enquanto 25% dos contatos mastigatórios eram excêntricos, a grande maioria dos contatos estavam dentro de uma distância de 1 mm da oclusão cêntrica. Concluiu que: (1) a cinesiografia, combinada com um programa de análise e armazenamento de dados sofisticado pode ser um método de pesquisa de grande valor no estudo dos contatos funcionais em dentaduras completas; (2) um em cada quatro contatos entre as dentaduras foi excêntrico; (3) a forma dental posterior e o arranjo não pareceram ter qualquer efeito no alcance dos contatos excêntricos nos pacientes estudados.

- Motwani, Sidhaye⁴¹ (1990) citam que muitos protesistas consideram a oclusão balanceada em cêntrica e em relação excêntrica essencial para o sucesso das dentaduras completas. No entanto alguns consideram que somente o balanço em cêntrica é essencial. Tentando elucidar essa controvérsia, os autores estudaram o efeito da oclusão balanceada em cêntrica e excêntrica na eficiência mastigatória em comparação com dentaduras balanceadas apenas em cêntrica. Para isso 30 pacientes de contatos

balanceados em cêntrica e excêntrica (grupo A) foram comparados com igual número de pacientes com contatos balanceados somente em cêntrica (grupo B). Após a instalação, correção da extensão das bases das dentaduras e outros ajustes foram feitos se necessários. No 14^o dia após a instalação, os pacientes foram chamados e a performance mastigatória dos 30 pacientes de cada grupo foi abordada por médias do teste de desempenho mastigatório. A média de desempenho mastigatório do grupo A 30,63% e do grupo B foi 29,20%, não havendo diferença estatística entre os dois grupos. Segundo os autores, outras investigações são necessárias para determinar se o padrão mastigatório é diferente nos dois tipos de oclusão e se as diferenças têm qualquer efeito no sistema estomatognático.

- Tamaki et al.⁵⁸ (1991) realizaram uma revisão de literatura sobre o número de contatos em oclusão (estáticos) e em articulação (dinâmicos) em prótese total. Concluíram que: (1) os valores numéricos dos contatos em oclusão encontrados pelos autores são discrepantes entre si, os valores variam de 24 a 32 pontos; (2) há consenso que o balanceio em articulação ou contato bilateral é uma necessidade na estabilização funcional das próteses totais; (3) no balanceio da articulação, os autores tendem a considerar a multiplicidade de contatos de trabalho e de balanceio como desejáveis, uma vez que aumentando a intimidade de contato entre as bases das próteses e a mucosa favorece além da estabilização, a retenção, a performance mastigatória e o conforto; (4) o estabelecimento da curva de compensação funcional e a utilização de um articulador ajustável, programado individualmente, são recursos para obtenção da articulação balanceada com múltiplos contatos; (5)

no movimento de Bennett, o número de contatos do lado de trabalho é sempre maior do que de balanceio.

- O estudo de Inoue et al.²⁴ (1996) teve por objetivo comparar os valores de pressão nos tecidos de suporte sob dentaduras simuladas usando 2 diferentes esquemas oclusais: oclusão balanceada completamente e oclusão lingualizada. Simuladores foram utilizados, sendo os instrumentos compostos por modelos edêntulos maxilares e mandibulares com transdutores de pressão. Borracha de polissulfeto de 2 mm de grossura foi usada para formar os tecidos moles. Os simuladores foram montados em um articulador semi-ajustável com um plano oclusal padrão. Essas simulações de rebordo residual foram duplicadas e as dentaduras experimentais com dentes posteriores intercambiáveis foram fabricadas. Os segmentos posteriores intercambiáveis foram montados em oclusão completamente balanceada e lingualizada, alcançando contatos bilaterais na relação cêntrica e em relações excêntricas. A oclusão final foi estabelecida por desgastes seletivos no articulador. As pressões nas estruturas de suporte sob as dentaduras completas foram mensuradas usando 16 transdutores colocados na superfície do modelo. Os transdutores foram colocados nas vertentes vestibulares e lingual do rebordo residual simulado. A pressão das estruturas de suporte foi mensurada: (1) com os dentes em oclusão cêntrica; (2) com um pedaço de 3mm de borracha de espessura colocado entre os dentes posteriores direito enquanto que as bolas condilares do articulador estavam travadas; (3) com um pedaço de borracha com 3mm de espessura colocado entre os dentes posteriores direitos em posição excêntrica quando o pino guia incisal do articulador foi 5mm para a lateral esquerda da oclusão cêntrica. Um peso de 50N foi aplicado no centro do

articulador, sendo essa carga baseada na força mastigatória de paciente edêntulo com dentaduras completas. Os registros foram repetidos 5 vezes para cada condição. A média dos valores de pressão de cada ponto de mensuração foi comparada pelo teste t. Dentro das limitações deste estudo, foram registradas as seguintes conclusões: (1) em oclusão cêntrica, os valores de pressão maxilar na área palatina foram maiores do que aqueles na área vestibular. A maior pressão foi registrada na vertente palatal da região de pré-molar. Na região molar mandibular, os valores na vertente vestibular foram 2 vezes aqueles da vertente lingual independente do esquema oclusal, não houve diferença estatística das pressões encontradas em RC; (2) com a mastigação unilateral simulada, nenhuma pressão foi registrada na vertente vestibular na maxila do lado de balanceio. Já na dentadura mandibular alguma pressão em todos os pontos de mensuração. Comparando os dois esquemas oclusais, nenhuma diferença significativa existiu nos registros das pressões maxilares. Na mandíbula, os valores de pressão registrados mostraram diferença significativa em vários pontos de mensuração, sendo maiores, nas vertentes lingual e vestibular do lado de balanceio. (3) com a mastigação simulada em posição excêntrica, diferenças nos valores de pressão foram encontrados entre oclusão balanceada completamente e oclusão lingualizada nas vertentes vestibulares maxilares nos lados de trabalho e de balanceio. Os valores de pressão registrados na vertente vestibular da região molar no lado de trabalho foram significativamente menores com a oclusão lingualizada e eles foram significativamente maiores na vertente vestibular da região molar do lado de balanceio. Esses resultados indicaram que a oclusão lingualizada promoveu uma força lingual resultante para a crista do rebordo para aumentar a

estabilidade da prótese mandibular, distribuindo uma carga oclusal mais uniforme para as estruturas de suporte.

- Lang³⁶ (1996) define em seu artigo que os principais conceitos oclusais em prótese total são: articulação balanceada, monoplana e lingualizada. A articulação balanceada é descrita como contatos oclusais dos dentes maxilares e mandibulares inicialmente em máxima intercuspidação e seus contatos contínuos durante movimentos protrusivos, de trabalho e balanceio. Articulação monoplana são os contatos oclusais inicialmente em máxima intercuspidação e a desocclusão dos dentes posteriores como um resultado da disposição em um plano único e os contatos dos dentes anteriores durante movimentos mandibulares. E articulação lingualizada é definida como contatos das cúspides linguais maxilares de dentes posteriores inicialmente com as superfícies oclusais e cristas marginais dos dentes mandibulares em máxima intercuspidação e os contatos contínuos das cúspides linguais com os dentes mandibulares durante os movimentos da mandíbula. Cita também 4 formas dentais: (1) anatômico como inclinações de cúspide maiores que 0^0 , que tentam copiar a anatomia dos dentes naturais; (2) não-anatômicos fogem ao padrão dos dentes naturais; (3) zero grau onde os ângulos das cúspides são em 0^0 ; (4) sem cúspides com ausência de proeminências cuspidéas. Quanto aos materiais usados para a confecção dos dentes artificiais existem a porcelana, resina acrílica e a resina composta. Cada vez mais os clínicos estão selecionando os dentes de resina composta devido aos seus melhoramentos, como: maior dureza do que a resina acrílica e facilidade de ajuste oclusal comparado a porcelana. Outro ponto abordado neste artigo foram as conclusões obtidas no “International Prosthodontic Workshop on Complete

Denture” em 1972, o qual foi organizado para abordar o conhecimento corrente da oclusão em prótese total. Uma das conclusões desse evento foi que as pesquisas disponíveis falham em identificar formas ou arranjos dentais superiores, no entanto, parece ser lógico o uso de uma abordagem menos complicada para preencher os requisitos do paciente (conforto, função, estética e manutenção a longo prazo dos tecidos de suporte). A articulação balanceada parece ser a mais apropriada devido aos contatos dentais observados durante atividades não funcionais (no período de mastigação) dos pacientes. Para o autor, o conceito de oclusão de articulação lingualizada, usando moldes dentais especialmente designados, parece ser uma abordagem mais lógica e menos complicada na reabilitação de pacientes desdentados, promovendo mais liberdade de movimentos excursivos da mandíbula.

- Parr, Ivanhoé⁴⁷ (1996) citam em seu artigo que a busca por um esquema oclusal ideal em prótese total continua, mas a probabilidade de que seja encontrado é baixa, porque as características que constituem cada um dos esquemas são todas complementares. Embora não ideal, a oclusão lingualizada é um conceito valioso por ser adaptável para muitas situações clínicas diferentes. A oclusão lingualizada mistura muito dos ideais das escolas de pensamento anatômico e mecânico. Isso é totalmente apropriado, pois uma dentadura é uma peça rígida de plástico que deve ser anatomicamente aceitável, enquanto funciona sob leis físicas e mecânicas do meio oral, mudando constantemente. Pode ter também uma grande aplicação no ensino da graduação, sendo um esquema simples para ensinar e para aprender. Ela pode ser modificada para se ajustar a muitas diferentes situações, incluindo algumas em que dentes anatômicos totalmente balanceados podem ser

usados e em situações quando dentes não anatômicos são usados em esquemas balanceados ou não balanceados (tipo monopiano). Pode ser usado com dentaduras completas e parciais, sobredentaduras e dentaduras imediatas. Tem também um excelente papel em pacientes com relacionamentos entre os arcos classe II e III, proporcionando maior liberdade de movimento.

- Dubojka et al.¹⁹ (1998) afirmam que pacientes com dentaduras feitas sem balanço oclusal, após um período de tempo se tornarão acostumados com suas próteses e serão capazes de controlá-las durante a mastigação. Alguns desses pacientes, no entanto, não conseguem controlar suas dentaduras, principalmente a mandibular, apesar de grande perseverança. Além disso, muitos pacientes que conseguem usar de maneira adequada dentaduras sem balanço oclusal, com a reabsorção dos tecidos de suporte, as forças de deslocamento geradas pela falta de balanço assumem significância maior. O objetivo do estudo foi avaliar a importância do balanço oclusal no controle de dentaduras durante a função. As dentaduras de 5 pacientes que estavam com dificuldade em controlar suas próteses foram acuradamente duplicadas (essas dentaduras não possuíam oclusão balanceada), os dentes artificiais foram substituídos por dentes balanceados oclusalmente, nenhuma outra mudança foi feita. Acurácia no encaixe, extensão periférica e erros possíveis nos relacionamentos maxilo-mandibulares, se aparente ou não, foram ignorados. Os pacientes foram questionados a relatar suas experiências com as novas dentaduras após 1, 3 e 6 semanas. Após 1 semana, 2 pacientes relataram maior estabilidade e conforto na mastigação, os outros não sentiram diferença. Após 3 semanas, 4 pacientes notaram maior estabilidade e conforto. Após 6

semanas, todos os participantes relataram as melhoras. Assim é possível concluir que o balanço oclusal induzidos pela oclusão são tão importantes para o controle eficiente da dentadura, quanto o encaixe acurado dos tecidos, extensão periférica e registro correto da relação cêntrica.

- Olivieri et al.⁴⁵ (1998) citaram que a distribuição de cargas sobre os tecidos de suporte é um dos fatores mais significativos para a estabilidade e conforto dos pacientes usuários de prótese total. O objetivo deste artigo foi desenvolver o novo programa de análise oclusal computadorizado (T-Scan II) e como ele é usado para analisar a distribuição de carga em pacientes com prótese total. Para o desenvolvimento deste aparelho foram utilizados 3 pacientes, onde o T-Scan II foi utilizado para identificar o centro de força e a trajetória do centro de força da oclusão. A técnica envolve a colocação de um sensor de força na boca do paciente, e com este na posição de MIH, sendo quantificados e registrados no computador os contatos dentais. Os autores concluíram que a análise oclusal computadorizada com um centro de força oferece informações anteriormente indisponíveis para avaliação e ajuste da oclusão de dentaduras completas.

- Grubwieser et al.²¹ (1999) citaram existir um relacionamento entre a oclusão e o comportamento neuromuscular dos músculos mastigatórios. Foram estudadas as atividades eletromiográficas (EMGs) da região de masseter e temporal em 16 pacientes que utilizavam próteses totais. A atividade muscular do masseter e do temporal foi registrada utilizando eletromiografia superficial na posição postural, na MIH e em uma sequência de movimentos mandibulares diferentes (protrusão e laterotrusão) nos pacientes usando próteses totais com guia anterior canina antes e após a adaptação de 2 aparelhos às dentaduras

superiores. Os dois aparelhos oclusais foram fabricados em articuladores com a dimensão vertical aumentada exatamente na mesma altura. O aparelho 1 promovia uma guia anterior levando a desocclusão imediata dos dentes posteriores durante qualquer movimento mandibular e o aparelho 2 dava uma oclusão balanceada bilateral. Aplicando um método de integração ajudado por computador, os sinais eletromiográficos brutos foram transformados em valores de áreas, os quais possibilitaram um trabalho estatístico nos dados. Com relação a posição de atividade postural e atividade muscular integrada durante a MIH, não houve diferença estatística entre os dois aparelhos. Pacientes que usavam dentaduras com guia anterior apresentaram menor atividade muscular do que aqueles com oclusão balanceada. A função muscular de pacientes edêntulos é similar a pessoas com dentes naturais. Além disso, citam que o uso da dentadura com guia anterior pode ajudar a evitar o desenvolvimento de disfunção crânio-mandibular e reabsorção do rebordo.

- Kamugai et al.³³ (1999) descrevem que a oclusão balanceada é considerada a oclusão ideal para próteses totais e é obtida primeiro em um articulador e depois os ajustes finais são feitos na boca do paciente. Os autores observaram a incidência de contato oclusal feita por um usuário de prótese total durante a mastigação, usando um sistema telemétrico de 6 canais modificado, consistindo de uma unidade transmissora e uma receptora. O sistema detecta contatos oclusais por uma mudança de frequência em 100Khz. A unidade receptora consiste de um receptor FM e um demodulador, sendo adicionado um circuito que cancela a amostragem quando a mordida-início não pode ser detectada. Os dados de um ciclo foram retidos na memória e comparados com os dados do próximo ciclo, e quando o alcance das

flutuações excede 200 khz, os dados do ciclo são rejeitados. Um interruptor especial foi designado para mensurar os movimentos excursivos na superfície oclusal durante a mastigação. O centro do interruptor era uma coluna (0,4mm de raio), circundada por 3 camadas de pratos metálicos cilíndricos (0,4mm de largura) e isolados com resina epóxica. A forma do prato cilíndrico permitiu o caminho seguido pelo dente inferior quando fazia contato com o dente superior para ser distinguido. Seis canais vestibulares foram usados para fazer as mensurações. Um homem edêntulo de 64 anos, com rebordo residual e relacionamento inter-rebordo normal foi relacionado como paciente deste estudo, seu lado de mastigação habitual era o direito. As dentaduras experimentais foram fabricadas e desenvolvidas em oclusão bilateral balanceada e ajustada pela técnica da remontagem. Após cuidadoso ajuste oclusal, os interruptores especiais foram inseridos nos primeiros molares inferiores. O centro do interruptor foi localizado na fossa central da superfície oclusal e a cúspide M-L dos primeiros molares superiores foi substituída por metal. As dentaduras superior e inferior, foram conectadas com fio elétrico. A unidade transmissora foi embutida na prótese total inferior e as superfícies oclusais dos interruptores foram ajustadas na boca dos pacientes para permitir movimentos macios nas excursões. O paciente foi instruído a mastigar alimentos no lado direito e esquerdo respectivamente. As comidas foram amendoim, cenoura crua e kamaboko (pasta de peixe cozido). A incidência de contatos excursivos foi maior em ambos os lados quando mastigando amendoim. A incidência dos fechamentos excursivos com deslizamentos que terminam na posição oclusal cêntrica vindo de posições excêntricas foi o mais comum, exceto na mastigação com amendoim do lado esquerdo. A conclusão

deste estudo piloto foi que a amplitude dos deslizamentos na superfície oclusal do primeiro molar inferior foi principalmente de 0,2 a 1,2mm e a maioria dos movimentos excursivos terminou na posição de oclusão cêntrica. Um maior número de pacientes deve ser relacionado para elucidar o equilíbrio oclusal das próteses totais.

- Ohguri et al.⁴⁴ (1999) compararam os valores de pressão nos tecidos de suporte abaixo de uma dentadura mandibular quando triturava alimento com 3 esquemas oclusais diferentes de dentes posteriores artificiais: oclusão totalmente balanceada, oclusão lingualizada (com contato bilateral em RC para todas as posições excêntricas) e oclusão monoplana. O objetivo foi estimar qual esquema oclusal dava melhores condições de distribuição de pressão nas estruturas de suporte abaixo de uma dentadura. Dentaduras mandibulares e maxilares com 3 diferentes esquemas oclusais posteriores foram fabricadas. Oito transdutores de pressão foram colocados na superfície basal da dentadura mandibular nas vertentes vestibulares e linguais. A distribuição de pressão no modelo de uma boca edêntula mandibular com tecido artificial de 1,5mm de espessura abaixo da dentadura foi registrada quando triturando 3 diferentes alimentos: mole (Kamaboko ou peixe á vapor), amendoim e cenoura crua. Os simuladores foram montados em uma máquina de testes universais (AG-100, Shimadzu), usando um rolete oclusal padrão. O pico dos valores de pressão nas estruturas de suporte e a força requerida no momento quando mastiga os alimentos teste foram mensuradas sob as seguintes condições: (1) oclusão cêntrica foi empregada e uma força de 98N foi aplicada para simular a força usada na mastigação por usuários de dentaduras e (2) uma porção de tamanho padronizado de comida foi mastigada entre os dentes posteriores mandibulares

e maxilares esquerdos. A máquina de testes universais foi usada para aplicar cargas uniformes no simulador maxilar. O simulador foi guiado no plano vertical durante aplicação da carga, os registros foram repetidos 5 vezes em cada condição. A média dos valores de pressão de cada ponto de mensuração e a força requerida para cada teste foi comparada usando análise de variância. Em oclusão cêntrica, maiores valores de pressão foram observados na vertente vestibular da região de molar mandibular, mostrando que a dentadura mandibular foi suportada na linha oblíqua externa. Comparando os três esquemas oclusais, existiram diferenças significativas em alguns pontos de mensuração na estrutura de suporte em relação cêntrica. Isso pode ser devido a posição vestíbulo-lingual dos dentes posteriores mandibulares das dentaduras experimentais e ao ponto de aplicação da força oclusal ser diferente. Os resultados demonstraram que na oclusão totalmente balanceada e oclusão lingualizada uma força oclusal maior não é necessária para triturar os alimentos duros e o estresse nos tecidos de suporte é menor do que na oclusão monoplana.

- Massad et al.³⁹ (2000) citaram que prematuridades oclusais são influências destrutivas e desestabilizantes em dentaduras completas. A menos que as bases estejam adequadamente e igualmente estabilizadas, é virtualmente impossível equilibrar apropriadamente a oclusão. Uma razão é que todos os dentes artificiais em uma unidade de dentadura são unidos dentro de uma base única e lateralmente atuam como um dente único. Portanto, um ponto singular de prematuridade oclusal perturba a dentadura como um todo e afeta negativamente a estabilidade e retenção da prótese, impedindo o equilíbrio apropriado. O autor descreveu uma abordagem usando um aparelho

que traça o ponto de apoio central intra-oral e a oclusão lingualizada para alcançar um equilíbrio efetivo e simplificado. Na oclusão lingualizada, cúspides linguais maxilares ocluem com superfícies oclusais mandibulares descomplicadas e relativamente planas. As três formas oclusais mais comuns são dentes anatômicos, semi-anatômicos e não-anatômicos (planos) e qualquer uma destas áreas podem ser usadas em uma oclusão lingualizada. O uso deste aparelho preconizado pelo autor previne as bases das dentaduras de oscilações e permite que as prematuridades sejam identificadas e removidas. A equilibração deve ser feita não somente em oclusão cêntrica, mas também nos movimentos excursivos (protrusão e lateralidade). Quando a equilibração é completada, somente devem existir contatos protrusivos dos dentes anteriores topo-a-topo, paradas cêntricas nas cúspides linguais dos dentes maxilares interdigitando-se com os dentes mandibulares e nenhum contato de cúspides vestibulares maxilares ou inclinações cêntrica ou excursões laterais. Os autores concluíram que a função e conforto das dentaduras completas podem ser otimizadas de maneira rápida, simples e fácil, pela lingualização da oclusão.

- Davies et al.¹⁸ (2001) discutiram sobre as características de uma oclusão ideal em próteses removíveis e como interfere na estabilidade, introduzindo algumas técnicas para alcançar esses objetivos. Os autores relataram que existem próteses parciais dento-suportadas, dento-muco-suportadas e muco-suportadas. Nas próteses dento-suportadas, a forma da oclusão deve ser complementar à oclusão pré-existente, não alterando os contatos. Em prótese dento-muco-suportadas, a mucosa sobre a prótese é capaz de deslocar vinte vezes mais que o dente, via membrana periodontal, essas diferenças causam

problemas, na qual a carga oclusal é dividida entre os dois tecidos muito diferentes. A principal consequência é a perda de contato oclusal nas áreas de mucosa mais deformável. Isso é minimizado pela técnica do modelo alterado e por checagens, após a inserção da prótese de extremidade livre, e reembasamentos quando necessários. Em próteses parciais muco-suportadas não se pode confiar na oclusão devido à perda de contatos com o arco oposto em tempo relativamente curto, o qual é causada pela reabsorção do osso de suporte. Em dentaduras completas existe uma íntima relação entre suporte, retenção e estabilidade, a oclusão é considerada o principal fator que governa esse equilíbrio. O nível de oclusão mais aceitável para proporcionar o equilíbrio é a oclusão balanceada, na qual apresenta contatos harmônicos e bilaterais em relação cêntrica. Prematuridades unilaterais, mesas oclusais muito largas e posicionamento injurioso dos dentes podem comprometer a estabilidade, porém movimentos protrusivos e laterais também fazem parte do padrão mandibular humano, desse modo, uma articulação balanceada é requerida. Na articulação balanceada, os dentes da dentadura maxilar, mantém contatos de deslocamento harmoniosos com os dentes da dentadura mandibular, em todos os movimentos excursivos. Portanto uma oclusão em próteses removíveis é aquela que reduz as forças desestabilizantes a um nível que esteja dentro da capacidade retentiva das próteses.

- Jameson et al.²⁷ (2001) abordaram o conceito de oclusão linear, que é definida como um arranjo dental onde as superfícies mastigatórias dos dentes artificiais posteriores mandibulares tem uma forma oclusal estreita, reta e longa, parecendo como uma lâmina e articulando normalmente com dentes monoplanos. No conceito de oclusão linear, as superfícies monoplanas, não-

anatômicas que se opõem às lâminas são sólidas, com nenhuma depressão oclusal. Não somente a possibilidade de deflexão lateral é reduzida, mas o princípio de usar uma faca em um bloco de corte para melhorar a função pode ser observado e é benéfico. Uma lâmina afilada (cúspides vestibulares mandibulares conectando uma superfície plana na região maxilar possui maior capacidade de corte ou cisalhamento do que formas oclusais anatômicas. Os dentes posteriores auto-cêntricos (Geneva Dental) são os únicos dentes artificiais para oclusão linear comercialmente disponíveis e são fabricados em porcelana. Em algumas situações esses dentes não podem ser usados, como por exemplo em casos de espaço inter-oclusal reduzido, havendo a possibilidade do uso dentes de resina acrílica. As vantagens dos dentes de porcelana sobre os de resina acrílica e de resina composta é o menor desgaste, o que mantém a dimensão vertical por mais tempo e a possibilidade de afilar mais as lâminas (cúspide vestibular mandibular), melhorando a estética. Para o autor os procedimentos para confecção de uma oclusão linear consomem menos tempo e são mais previsíveis do que qualquer outra técnica. Menos ajustes pós inserção são necessários e a satisfação do paciente tem sido alta.

Srna et al.⁵⁴ (2001) realizaram uma revisão de literatura sobre oclusão lingualizada, onde apenas as cúspides linguais superiores funcionam como as principais cúspides de apoio em harmonia com as superfícies oclusais dos dentes inferiores, procurando verificar os aspectos ligados a eficiência mastigatória e estabilidade das próteses totais. O estudo teve como intuito oferecer ao cirurgião dentista uma técnica de montagem alternativa de dentes artificiais, como uma opção principalmente para pacientes com severa

reabsorção óssea alveolar. Verificaram que na oclusão lingualizada só as cúspides linguais maxilares estarão em contato com a fossa central e cristas marginais dos dentes mandibulares; as forças verticais estão centralizadas nos dentes inferiores, proporcionando maior estabilidade e conforto para os pacientes, o que possibilita uma maior eficiência mastigatória; obtém-se uma oclusão satisfatória tanto em relação central quanto nos movimentos excêntricos; a oclusão pode ser utilizada para reabilitação de pacientes edêntulos portadores de implantes, como também em prótese convencional.

- Ivanhoé et al.²⁵ (2002) relataram que o uso de próteses por longo período pode levar a traumas e dolorimentos, isso deve ser corrigido antes da fabricação de novas dentaduras, por descanso tecidual (remoção da prótese por um período de dias), uso de condicionadores de tecidos ou cirurgia pré-protética. Os procedimentos de moldagem devem ser bem realizados, utilizando moldeiras individuais para realização da moldagem de borda e posterior moldagem de corpo. Em pacientes mais velhos os registros interoclusais tem a precisão e a reprodutibilidade diminuídas, necessitando de maiores cuidados. A possibilidade de estabelecer uma estética natural e criar reconstruções oclusais complicadas diminui proporcionalmente com a idade, por isso o compromisso estético deve ser discutido antes de iniciar o tratamento. Esquemas oclusais posteriores, tais como oclusão neutrocêntrica, ou oclusão não balanceada de contato lingual, são desejáveis, pois permitem uma liberdade aumentada em relação cêntrica e uso de várias posições de fechamento mandibular, compensando a inabilidade do clínico de realizar um registro de relação mandibular preciso. Citam ainda que a habilidade mastigatória não é influenciada pelo esquema oclusal, por isso, em pacientes

idosos, onde existe pobre controle neuromuscular, resultado de severa reabsorção alveolar, um esquema oclusal mais simplificado é o mais indicado.

-Peroz et al.⁴⁸ (2003) estudaram parâmetros subjetivos e objetivos em pacientes tratados com dentaduras com dois diferentes esquemas oclusais, guia canina e oclusão balanceada. Vinte e dois pacientes edêntulos (12 homens e 10 mulheres) com idade média de 68 anos foram tratados com novas dentaduras. Para metade dos pacientes foi dada primeiro oclusão balanceada completa ou próteses com guia canina, respectivamente. Após um período de observação de 3 meses, com exames após 8 dias, 4 semanas, 8 semanas e 3 meses, o esquema oclusal foi trocado, nas próteses balanceadas, novos caninos dando guia canina substituíram os maxilares. As dentaduras com guia canina foram desgastadas (especialmente caninos e pré-molares) para estabelecer balanço completo nos movimentos excêntricos. Após a mudança no esquema oclusal, os exames foram realizados após 8 dias, 4 semanas, 8 semanas e 3 meses. Os dados subjetivos foram coletados usando uma escala analógica visual (0-100), que descreveu a satisfação do paciente com a aparência estética, habilidade de mastigar, falar e a retenção da dentadura. Os dados objetivos foram coletados por examinadores que obtiveram o número de úlceras protéticas, número de contatos oclusais em relação cêntrica e a retenção da dentadura durante os movimentos excêntricos. Utilizou-se o teste estatístico de Friedman. Nos parâmetros subjetivos, todos os pacientes tiveram melhoras significativas comparando suas novas dentaduras com as velhas. O esquema oclusal não teve influência na habilidade de falar e uma melhora significativa ocorreu na aparência estética entre os pacientes que receberam primeiro próteses balanceadas através da mudança dos caninos

para proporcionar a guia canina. Isso não foi observado na mudança de guia canina para oclusão balanceada. A oclusão balanceada alterada para guia canina não teve influência significativa na habilidade mastigatória. A retenção da prótese maxilar não foi influenciada pelo esquema oclusal, mas na prótese mandibular foi significativamente melhorada durante o período quando dentaduras com guia canina eram usadas. Nos parâmetros objetivos não houve diferença entre os esquemas oclusais em relação número de contatos em cêntrica. A guia canina produziu significativamente mais úlceras do que as próteses balanceadas. A retenção das próteses maxilares balanceadas foi significativamente melhor do que as prótese com guia canina, entretanto próteses mandibulares foram mais estáveis durante movimentos excêntricos do que as balanceadas. O autor conclui que a guia canina, além de ser mais facilmente estabelecida, parece estabilizar as próteses mandibulares, podendo ser recomendada com o conceito oclusal não somente em dentição natural, mas também em dentaduras completas.

-Lang et al.³⁷ (2004) expuseram o conceito de articulação lingualizada, onde esse esquema oclusal pode ser alcançado usando uma variedade de moldes dentais, arranjados de inúmeras maneiras, as quais parecem fornecer uma abordagem menos complicada para a reabilitação oclusal e satisfação das necessidades dos pacientes edêntulos. O esquema oclusal lingualizado, através do arranjo de seus dentes posteriores permite a adaptação a diferentes rebordos, melhora a eficiência mastigatória, elimina interferências laterais, além disso, promove melhoria no contorno, função e aparência, requisitos almejados tanto por clínicos quanto por pacientes. Em indivíduos com controle muscular comprometido, nos quais fica difícil obter uma relação cêntrica confiável e

reproduzível, dentes artificiais com formas que travam contra os antagonistas são inaceitáveis, por isso o esquema oclusal lingualizado é indicado, proporcionando maior liberdade de movimento.

- Basso et al.⁸ (2006) realizaram um estudo laboratorial comparativo da elevação do ramo superior do articulador, após o processamento, entre próteses totais confeccionadas com oclusão balanceada lingualizada e com oclusão balanceada convencional. Para isso foram confeccionados pela técnica da prensagem e polimerização em banho de água a 72⁰C, durante 9 horas, 30 pares de próteses totais padronizados, divididos em 2 grupos: Grupo 1 (controle) próteses com oclusão convencional, as quais apresentaram contatos oclusais cêntricos nas cúspides vestibulares dos dentes posteriores inferiores e palatinas dos dentes posteriores superiores; e Grupo 2 (experimental) próteses com oclusão lingualizada, as quais apresentaram contatos cêntricos somente das cúspides palatinas dos dentes posteriores superiores. Os registros da dimensão vertical de oclusão foram obtidos em aparelho de mensuração, com relógio comparador micrométrico posicionado sobre ponto específico do ramo superior do articulador, imediatamente antes e após o processamento das próteses. Todas as mensurações foram feitas em triplicata, para a obtenção das médias. O aumento médio da dimensão vertical de oclusão após o processamento foi entre 0,872mm e 0,214mm para o grupo 1, e entre 0,897mm e 0,271mm para o grupo 2. Realizando o teste t não houve diferença estatística significativa entre os grupos. O autor concluiu que as próteses totais confeccionadas em oclusão lingualizada tiveram um aumento da dimensão vertical de oclusão, no articulador, após o processamento laboratorial, semelhante às próteses totais confeccionadas em oclusão convencional; e que

a oclusão lingualizada gerou, após o pós-processamento ajustes oclusais mais simples, por apresentar menor número de contatos cêntricos.

- Sutton, McCord⁵⁶ (2007) fizeram uma comparação entre os formatos oclusais de dentes posteriores utilizados em próteses totais. Para o estudo foram utilizados dentes com forma anatômica, lingualizada e com zero grau. Foram utilizados 45 indivíduos, onde para cada indivíduo foram confeccionados 3 séries de próteses, onde só mudava a forma oclusal dos dentes posteriores (anatômico, lingualizado e zero grau). Cada par de dentadura foi utilizada por 8 semanas e foram escolhidas aleatoriamente. Após o tempo determinado, os dados subjetivos sobre a satisfação do paciente foram colhidos através de um questionário (Oral Health Impact Profile). Com esse estudo os autores concluíram que os dentes posteriores na forma lingualizada foram significativamente melhores que os dentes na forma de zero grau no que diz respeito à redução da dor intra-oral, redução na formação de feridas e habilidade mastigatória; os dentes anatômicos foram significativamente melhores que os dentes com zero grau na habilidade mastigatória e não houve diferença estatisticamente significativa quando os dentes anatômicos e lingualizados foram comparados. Todos os pacientes portadores de próteses totais com dentes na forma lingualizada e anatômica tiveram o índice de satisfação significativamente maior quando comparados com os dentes na forma de zero grau.

- Rehmann et al.⁵² (2008) relataram que as interferências oclusais podem provocar hiperatividade neuromuscular, sendo considerado a causa da pressão existente abaixo da dentadura e uma diminuição geral da função. Este estudo clínico teve por objetivo verificar o impacto da oclusão bilateral balanceada

versus guia canina na satisfação do paciente na fase inicial, depois de ajustada. Para isso foram confeccionadas uma prótese total maxilar e duas mandibulares quase idênticas para 38 pacientes edêntulos (24 mulheres e 14 homens) com idades entre 50 e 87 anos. O critério de inclusão foram pacientes com dentaduras colocadas com menos de seis meses, com oclusão insuficiente. O critério de exclusão foram casos com oclusão bilateral balanceada ou guia canina adequadas. Depois de confeccionadas as próteses e ajustada, os pacientes foram instruídos a trocar as próteses alternadamente a cada dia. Depois de duas semanas, cada paciente respondeu um questionário para avaliar a preferência do tipo de oclusão. No mesmo encontro as próteses foram inversamente transformadas, isto é, a dentadura com guia canina foi transformada em bilateral balanceada e vice-versa, ficando o paciente com mais 2 semanas com o uso das próteses sendo alternadas a cada dia. A transformação das próteses não foram comunicadas aos pacientes. Os resultados mostraram que nas duas semanas iniciais, os pacientes preferiram a dentadura com oclusão bilateral balanceada, depois de 4 semanas uma diferença significativa foi observada somente no grupo da oclusão em guia canina, fazendo com que o paciente não visse diferença entre os dois tipos de oclusão. Isto pode ser explicado pelo fato que oclusão bilateral balanceada minimiza os movimentos de rotação durante os movimentos protrusivos e de Bennett, e conseqüentemente, reduz o estímulo neural. Os autores chegaram a conclusão que o tipo de oclusão não é crucial para o sucesso clínico em termos de satisfação do paciente, contudo a oclusão bilateral balanceada ajuda o paciente na adaptação de uma nova dentadura.

Matsumaru⁴⁰ (2010) avaliou a influência da reabsorção da crista óssea mandibular em função de dois tipos de esquemas oclusais: oclusão lingualizada e oclusão bilateral equilibrada. Foram selecionados 22 pacientes distribuídos randomicamente em um grupo de dentaduras com oclusão lingualizada ou bilateralmente equilibrada. A força oclusal máxima, performance mastigatória e movimentos mandibulares foram medidos em 3 e 6 meses seguidamente. A reabsorção mandibular foi avaliada através da soma da altura óssea mandibular na linha média, região de primeiro molar e do forame mental até a crista alveolar, medidas com radiografias panorâmicas. Os achados deste estudo sugerem que pacientes com osso alveolar severamente comprometido tratado com oclusão bilateral equilibrada mostraram impacto negativo na performance mastigatória e desvio linear de posição intercuspidal. Mais adiante, pacientes com moderado comprometimento ósseo alveolar tratado com oclusão bilateral equilibrada e aqueles com reabsorção alveolar leve ou moderada com oclusão lingualizada não mostraram diferenças significantes na eficiência mastigatória. Não houve diferença estatística para a máxima força oclusal entre os grupos com oclusão lingualizada e bilateral equilibrada. Estes achados são importantes porque eles abastecem a evidência que pacientes com comprometimento ósseo alveolar severo podem ser bem tratados com oclusão lingualizada.

Tensões em prótese total:

Lambrecht et al.³⁵ (1962) relataram que a manutenção dos tecidos que suportam as próteses totais é um dos principais requisitos para o sucesso destes tipos de reabilitações, proporcionando melhores condições clínicas.

Podem acontecer mudanças que prejudicam este equilíbrio, como problemas oclusais, sobrecarregando determinadas regiões abaixo das dentaduras. Pensando em uma distribuição mais uniforme das tensões sobre as dentaduras os autores confeccionaram 5 próteses totais completas, onde todos os pacientes tinham um rebordo normal. Todas as dentaduras foram construídas com dentes posteriores anatômicos (30°) em porcelana, sendo montados em articulador semi-ajustável e remontados para eliminar qualquer mudança oclusal. Os pacientes usaram as prótese por 4 semanas, ajustes foram feitos neste tempo de uso. Foram posicionados quatro calibradores de força para verificar se existe uniformidade no padrão de deformação abaixo do tecido de suporte de uma prótese total. Destes calibradores, dois foram colocados na região anterior e dois na região posterior, os locais foram ranhurados para que a união com resina epóxica fosse mais segura. Os calibradores foram soldados com guias de arame e unidos a um leitor para avaliar as mudanças que ocorreram na base da dentadura. Foi pedido para os pacientes mastigarem amendoim em um total de 20 ciclos mastigatórios. Este padrão demonstrou uma desigualdade, na mastigação unilateral, as forças funcionais aplicadas sobre os dentes posteriores, tenderam a rotação da base sobre a crista do rebordo. Na região anterior e na posterior quando houve mastigação bilateral, houve uma tendência a compressão da base sobre a crista do rebordo. O autor concluiu que quanto melhor a distribuição de forças da base sobre a crista do rebordo, menor tendência a reabsorção óssea.

- Maeda, Wood³⁸ (1989) disseram que a reabsorção alveolar residual em pacientes edêntulos é um processo contínuo, lento e patofisiologicamente permanece obscuro. A reabsorção óssea abaixo de uma prótese total maxilar

foi simulada através do método dos elementos finitos bidimensionais através de um desenho esquemático da base da dentadura maxilar, mesa oclusal, mucosa alveolar, cortical óssea e osso esponjoso. Uma carga vertical de 100N vertical foi aplicada em três posições, e uma carga lateral de 20N sobre a mesa oclusal. Os resultados da simulação com a carga pontual em M estabeleceram que a reabsorção foi iniciada na superfície vestibular do rebordo alveolar e progrediu palatinamente, onde as altas tensões podem ser atribuídas a rotação da dentadura ao redor de um fulcro sobre o lado palatino. Quando aplicada a carga pontual em F, houve um aumento do momento rotacional para produzir maior perda óssea na região vestibular do rebordo. Quando a carga pontual foi direcionada verticalmente em P, o momento rotacional foi minimizado. Similarmente, com uma carga lateral em P, o momento rotacional foi aumentado grandemente pela mudança na direção da força. Os autores concluíram que a reabsorção óssea abaixo de uma dentadura está relacionada com a tensão compressiva transmitida para o osso e que a posição do carregamento é um fator importante na reabsorção óssea em pacientes portadores de prótese total, suportando o conceito de que os dentes artificiais devem ser colocados diretamente acima do rebordo, além disso, as forças laterais de oclusão devem ser mantidas mínimas pelo ajuste da oclusão balanceada bilateral.

- Darbar et al.¹⁷ (1995) relataram que um problema presente nos dentes artificiais é quando eles separam inesperadamente da base de resina acrílica da dentadura. O desprendimento pode ser causado por dois fatores: pela concentração de tensão na interface dente/base de resina onde a flexão e a deformação continuada durante a função pode levar a propagação de trincas,

ou também pode ser devido a contaminação da união dos dentes com a base durante o processo de prensagem da dentadura. Neste estudo o método dos elementos finitos bidimensional foi usado para examinar a distribuição de tensão nesta interface quando uma força estática única aplicada na região de incisivos foi simulada. A influência de diferentes tipos de dentes de resina acrílica na distribuição de tensão também foi examinada. Um corte sagital do terço médio de uma dentadura na região de incisivo foi obtido pelo uso de um disco diamantado, foram fotografados e transferidos para o programa dos elementos finitos. Embora o programa permita uma variedade de condições de carregamento, uma carga estática unitária de 70N no terço incisal palatal de ambos os incisivos foi aplicada. O gráfico final das tensões foi obtido pelo uso do programa de pós-processamento, estabelecendo que a área crítica da concentração de tensão começou na região palatina da interface dente/base de resina. Os dentes de resina acrílica com diferentes módulos de elasticidade tiveram um mínimo efeito sobre a magnitude da tensão. Os autores concluem que a separação dos dentes de resina da base da dentadura pode ser reduzida pela redistribuição da concentração de tensão na região palatina da interface dente/base da dentadura. Outras medidas secundárias podem ser adotadas para minimizar este tipo de fracasso, como reduzir a contaminação da superfície de união dos dentes com a base da dentadura e melhorando a união com o uso de retenções e adesivos.

Para que a prótese total funcione efetivamente, Kawasaki et al.³⁰ em 2001 relataram que a dentadura deve ser estabilizada durante a mastigação, e que a localização do contato oclusal, tamanho da área da base e o tipo de rebordo residual auxiliam neste equilíbrio. O objetivo deste estudo foi examinar

o relacionamento entre a forma do rebordo alveolar e a distribuição de tensão sobre a mucosa. O método dos elementos finitos tridimensional foi usado para a análise, o modelo contém o corpo de uma mandíbula, mucosa alveolar e a dentadura completa. Quatro tipos de rebordos alveolares foram preparados: um rebordo alveolar normal (Nor); um rebordo alveolar na qual a reabsorção alveolar aumentou em direção mesial (Mi); um rebordo alveolar na qual a reabsorção aumentou em direção distal (Di) e um rebordo alveolar na qual a reabsorção foi severa (Abs). Cargas estáticas de 3 Kgf para os seguintes pontos foram aplicadas: primeiro pré-molar, segundo pré-molar e a mesial do primeiro molar (posição mesial); segundo pré-molar, mesial e distal do primeiro molar (posição central); mesial e distal do primeiro molar e segundo molar (posição distal). Os resultados mostraram que tensões máximas foram distribuídas sobre a crista alveolar com severa reabsorção. Os autores concluíram que a forma do rebordo alveolar residual e a localização da carga, tem uma influência grande na distribuição de tensão.

- Nishigawa et al.⁴³ (2003) afirmaram que o arranjo dos dentes artificiais posteriores deve ser considerado não somente para a estabilidade, mas também para evitar altas tensões sobre as estruturas de suporte. O método dos elementos finitos bi-dimensional para investigar o contorno estático da dentadura completa e o rebordo residual foi desenvolvido, neste programa foi verificado o efeito da posição vestibulo-lingual dos dentes artificiais posteriores, onde foram aplicadas cargas oclusais pontuais. O desenho das próteses superiores e inferiores tiveram como base um caso clínico real, com uma secção frontal do primeiro molar direito. O modelo foi composto de osso, mucosa e dentadura, sendo o contorno do osso e rebordo conseguido através

de uma imagem tomográfica. Tanto a imagem da dentadura, quanto do osso e rebordo foi transferido para o programa dos elementos finitos, sendo o modelo maxilar apresentando, 1240 elementos triangulares e 671 nós, enquanto que o modelo mandibular foi dividido em 912 elementos triangulares e 539 nós. Uma concentração de carga de 10N aplicada a três pontos na maxila foram aplicadas no sentido perpendicular ao eixo de inserção da prótese. Os resultados mostraram que a força oclusal afetou o lado vestibular do osso alveolar da maxila mais que o lado palatino. Os autores concluíram que os contatos oclusais devem se localizar mais para lingual, minimizando o processo de reabsorção óssea que pode se instalar.

- Ates et al.⁵ (2006) relataram que a fratura dos dentes em acrílico é um dos principais fracassos das próteses totais, a oclusão desfavorável pode representar um papel importante. Pensando nisso resolveram investigar o efeito da localização do contato oclusal na distribuição de tensão em uma dentadura completa superior utilizando o método dos elementos finitos bidimensional. O contorno da dentadura foi obtida por meio de um modelo demonstrativo que foi seccionado na região da cúspide mésio-palatina do primeiro molar, e a imagem conseguida foi digitalizada para o programa AutoCad 200, e transferido para o programa dos elementos finitos. O modelo da crista óssea maxilar, mucosa, base da dentadura e dentes artificiais foram divididos em 4444 elementos quadriláteros e 13752 nós, as propriedades mecânicas de cada região estudada foi retirado da literatura. A força mastigatória assumida sobre a dentadura completa foi de 100N, incidida sobre três pontos selecionados do primeiro molar (cúspide vestibular, fossa central e cúspide palatina). Os resultados deste estudo demonstraram que a tensão

máxima em dentaduras completas maxilares, concentraram-se sempre na região vestibular da junção dos dentes artificiais com a base da dentadura. Dentro das limitações deste estudo pode-se afirmar que a colocação mais vestibular do contato oclusal pode ter um papel importante na fadiga e fratura da prótese total maxilar.

- Chowdhary et al.¹⁴ (2008) descreveram que a seleção de dentes apropriados para a oclusão de uma dentadura completa é muito importante, a longo prazo, para a manutenção adequada da crista do rebordo alveolar. Muitas formas e arranjos de dentes posteriores artificiais diferentes, tem sido usados em dentaduras completas e várias investigações tem avaliado sua efetividade. O entendimento destas forças e o padrão de distribuição de stress abaixo do osso na dentadura completa, é de primordial importância na fabricação da prótese. O objetivo deste estudo foi analisar e exibir a quantidade e o padrão de stress gerado nos tecidos abaixo da dentadura completa em dentes com angulação de cúspide em 33° , 20° e 0° , usando o método dos elementos finitos bi-dimensional. A região do primeiro molar mandibular e maxilar de uma dentadura completa e toda anatomia abaixo desta superfície (rebordo alveolar, crista alveolar e osso basal) foi utilizada para este estudo. A geometria da prótese foi feita a partir de um corte coronário da região de primeiro molar, digitalizado e transferido para o programa dos elementos finitos. O desenho das estruturas abaixo da base da dentadura foi conseguido através da digitalização de imagens conseguida com o auxílio de uma tomografia computadorizada. O modelo da maxila e mandíbula juntamente com as estruturas anatômicas foram divididos em 3453 elementos quadrangulares e 10526 nós, onde as bases tanto das prótese superiores quanto inferiores foram

restringidas em todas as direções. Estes modelos foram duplicados para obter mais dois pares dos modelos maxilar e mandibular, para que o aspecto oclusal dos dentes fosse alterado e a inclinação das cúspides refletisse 33° (anatômico), 20° (semi-anatômico) e 0° (monoplano) e a apropriada intercuspidação. Os valores do módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson das várias estruturas foram usadas para definir as propriedades mecânicas de cada elemento na estrutura simulada. Os modelos foram sujeitos a uma carga oclusal vertical, linear e estática de 50N aplicada por meio da base do modelo mandibular. Foram selecionadas regiões de especial interesse: crista do rebordo; inclinação vestibular do rebordo; inclinação lingual do rebordo; abaixo do osso alveolar. Os resultados mostraram que todas as formas oclusais de dentes incluídas neste estudo geraram tensões nas estruturas que suportam as dentaduras, contudo o stress de maior magnitude foi observado nos dentes com 20° e 33° respectivamente, enquanto que o dente com 0° mostrou stress com pequena magnitude; para as áreas selecionadas, a crista do rebordo mostrou os maiores stresses, seguido pela inclinação vestibular do rebordo residual e com o menor para o osso basal; a magnitude de stress foi maior na mandíbula que na maxila.

- Prombonas et al.⁵⁰ (2009) relataram que mudanças no desenho oclusal de uma prótese total completa pode afetar o balanço oclusal e predispor a fratura da base da dentadura. Os autores estudaram a influência de dentes planos com diferentes inclinações de sua superfície oclusal na dentadura completa superior. Além disso, o estudo apontou qual a inclinação de dentes planos tem maior benefício sobre as tensões exercidas em uma prótese total superior. Três grupos de prótese total superior foram construídos: grupo 1 com

dentes posteriores sobre a crista do rebordo alveolar e com uma inclinação interna no sentido vestibulo-lingual; grupo 2 com dentes posteriores sobre a crista óssea alveolar e oclusão plana sem inclinação; e o grupo 3 com dentes posteriores sobre a crista óssea alveolar e com uma inclinação externa no sentido linguo-vestibular. Usando moldes comerciais de uma mandíbula edentada, fez-se os modelos com gesso tipo III e seis próteses totais superiores inferiores idênticas foram produzidas para cada grupo. Dois calibradores de tensão foram cimentados com adesivo sobre a linha média de cada dentadura para medir a quantidade de tensão. Os modelos foram colocados em uma prensa hidráulica de forma que a prótese total superior se encaixe perfeitamente com o inferior. Os modelos com as dentaduras montadas na prensa hidráulica receberam uma carga de 0 até 110N com incrementos de 10N. As tensões nas áreas especificadas foram medidas com o uso dos calibradores e substituídas por equações padronizadas, passando a seguir pela análise estatística. Concluíram que o uso de dentes com inclinação externa pode prolongar o tempo de vida da dentadura pela redução da tensão. Quando dentes posteriores com inclinação interna foram usados, o reforço da dentadura é necessário para resistir ao aumento significativo do stress desenvolvido.

Proposição

Este estudo tem por objetivo comparar e avaliar através do método dos elementos finitos bidimensional a dissipação de tensões na região de primeiro molar de uma estrutura de suporte alveolar e na base da prótese, decorrente da aplicação de carga axial em próteses totais inferiores com oclusão convencional, lingualizada e monoplana. Os materiais dos dentes artificiais foi resina e porcelana.

A observação proposta foi realizada em quatro condições de rebordo alveolar:

- alto e convexo
- em lâmina de faca
- baixo e convexo
- involuído;

Material e método

Método do Elementos Finitos

O método dos elementos finitos constitui-se na idealização de um modelo virtual e sua divisão em um número finito de partes denominadas elementos, pelo qual é possível, graças a procedimentos numéricos e computacionais específicos, analisar qualitativa e quantitativamente as tensões e deformações provenientes de cargas aplicadas sobre este modelo. A análise pelo método dos elementos finitos proporciona dados valiosos a um custo relativamente baixo.

Esse método numérico é dividido em quatro etapas: dados preliminares, pré-processamento, processamento e pós-processamento. A Figura 1 esquematiza as etapas para uma análise pelo método dos elementos finitos.

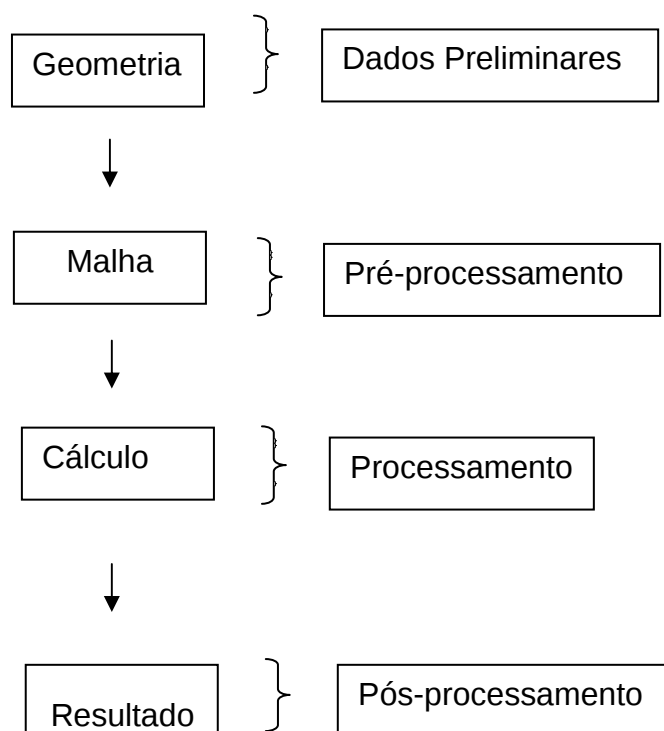


FIGURA 1- Esquema das etapas do método dos elementos finitos.

O método utilizado neste estudo foi o Método dos Elementos Finitos para problemas bidimensionais. Com o auxílio de recursos CAD (computer aided design), foi representada a geometria básica da estrutura do modelo, que foi transferida para o programa de pré-processamento para efetuar sua subdivisão em partes triangulares (elementos), as quais são conectadas entre si por intermédio de pontos discretos (nós), formando desta maneira a malha de elementos finitos. Uma representação esquemática da malha pode ser visualizada na Figura 2.

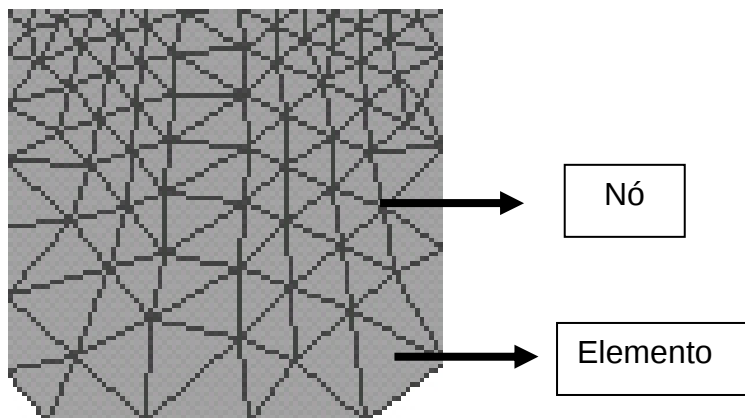


FIGURA 2: Representação esquemática da malha de elementos finitos.

Etapas da Análise pelo Método dos Elementos Finitos

Dados Preliminares: Essa etapa definiu a geometria (contorno) da estrutura. As propriedades mecânicas de cada material utilizado (módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson) foram determinadas de acordo com a literatura.

Pré-processamento: etapa usada para a confecção do modelo numérico. Neste trabalho foi confeccionado pelo módulo de pré-processamento gráfico do programa computacional GID (International Center for Numerical Methods in Engineering, Barcelona, Espanha), que permitiu a geração automática da malha de elementos finitos a partir da definição da geometria do problema. O programa possibilitou a definição das várias regiões correspondentes aos diferentes materiais envolvidos na análise, assim como a imposição das condições de contorno (cargas e vínculos). As informações associadas à posição espacial de cada elemento (coordenadas dos nós e conectividades), cargas, vínculos e materiais foram transformadas em dados

numéricos que alimentaram o programa computacional que realizou o processamento.

Processamento: foi realizado pelo programa computacional de análise mecânica pelo método dos elementos finitos, desenvolvido na Faculdade de Engenharia – UNESP – Bauru. Como resultados do processamento foram obtidos os valores de deslocamentos, tensões e deformações associados aos vértices (nós) de cada elemento que constituiu o problema. A análise dos resultados obtidos foi facilitada pelas imagens gráficas geradas pelo módulo de pós-processamento do programa GID.

Pós-processamento: feito pelo módulo de pós-processamento do programa GID que, a partir dos resultados numéricos fornecidos pelo processamento, gerou representações gráficas dos estados de tensões e deformações, assim como de outras variáveis de interesse.

Definição das Propriedades Mecânicas

Os materiais envolvidos foram considerados isotrópicos (apresentam as mesmas propriedades para qualquer direção), elásticos (recuperam as dimensões originais quando a carga é retirada), contínuos (não apresentam espaços vazios). Para a modelagem bidimensional, considerou-se estado plano de deformação, ou seja, as componentes de deformações fora do plano de análise foram consideradas nulas. Com isso foi necessário o conhecimento de algumas propriedades mecânicas:

- Módulo de Elasticidade: medida da rigidez do material - quanto maior o módulo de elasticidade, menor a capacidade de deformação.
- Coeficiente de Poisson: valor absoluto da relação entre as deformações transversais e as longitudinais.

Para a geração da malha, cada elemento bidimensional recebeu os valores do Módulo de Elasticidade e coeficiente de Poisson de cada material utilizado¹⁴ (Quadro 1).

Quadro 1 – Valores do Módulo de Elasticidade e do Coeficiente de Poisson dos materiais componentes

Material	Módulo de Elasticidade (MPa)	Coeficiente de Poisson (U)
Osso Cortical	13.700	0.30
Osso Esponjoso	1.370	0.30
Mucosa	3.45	0.45
Resina (base da dentadura)	1960	0.30
Porcelana (dente)	67700	0.28
Resina (dente)	2940	0.30

Geometria das Estruturas

Prótese Total

Para avaliar o comportamento das próteses totais inferiores com oclusão convencional, lingualizada e monoplana foram idealizados modelos computacionais representando a situação em estudo. Para tanto, inicialmente, a prótese total inferior de um caso clínico de próteses totais bi-maxilares com oclusão bilateral equilibrada, confeccionada com dentes de resina modelo 30M de cúspides com 30 graus (Trubyte Biotone, Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil), cujo paciente apresentava rebordos alveolares pouco reabsorvidos, foi duplicada em laboratório previamente à instalação da mesma.

A prótese total inferior duplicada foi seccionada no lado direito, em um corte frontal, na região de primeiro molar. Através de uma máquina fotográfica digital (D50, Nikon, Tóquio, Japão) e uma lente 105 mm (Nikon, Tóquio, Japão) capturou-se a imagem do corte realizado. Esta imagem serviu como base para o desenho da prótese a ser realizada.

Osso alveolar e Mucosa

A mandíbula é constituída por: osso cortical e osso esponjoso (Figura 3), sendo suas medidas variáveis, dependendo do paciente.

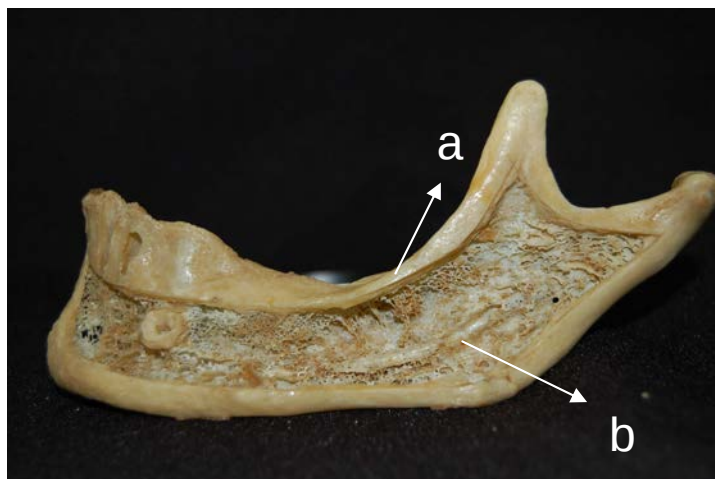


FIGURA 3: a) Osso cortical – b) Osso esponjoso

O desenho destas estruturas foi conseguido graças à observação de exames tomográficos específicos para odontologia (técnica do cone beam) (Figura 4).

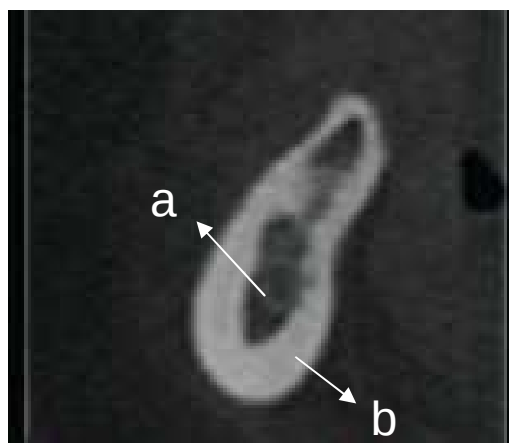


FIGURA 4: Exemplo de corte tomográfico da mandíbula

a) Osso Esponjoso – b) Osso Cortical

Modelos dos elementos finitos

O modelo inicialmente confeccionado correspondeu a uma prótese com inclinação cuspídea com 30 graus e rebordo alveolar pouco reabsorvido (Figura 5).

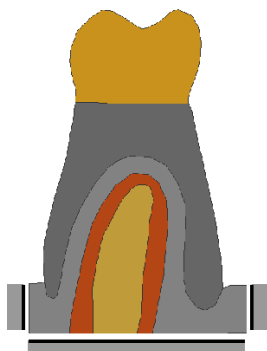


FIGURA 5: Modelo do sistema dente/mucosa/osso alveolar

Tendo como base o modelo conseguido, definiu-se novos modelos com modificações no dente artificial e osso alveolar, ficando a espessura da mucosa constante em 2 mm⁴. O dente artificial sofreu variações na sua anatomia, apresentando, além da inclinação cuspídea de 30 graus, a de 0 grau. O osso alveolar teve variações quanto a forma e altura⁶ (Figura 6), representando as condições de rebordo alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído. Assim, para cada anatomia oclusal (30 graus ou 0 grau) tivemos quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar (Figuras 7-8-9-10-11-12-13-14).

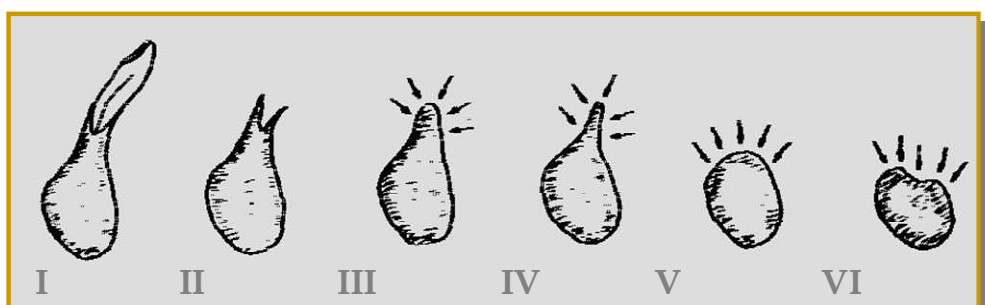


FIGURA 6: Classificação proposta por Atwood

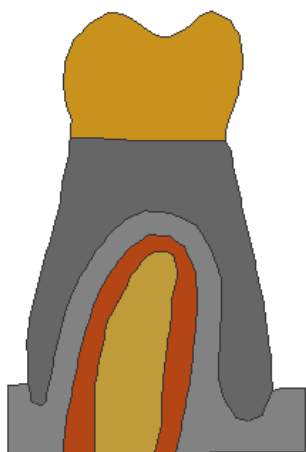


FIGURA 07:

- Dente com cúspide de 30° e
rebordo alveolar alto e convexo

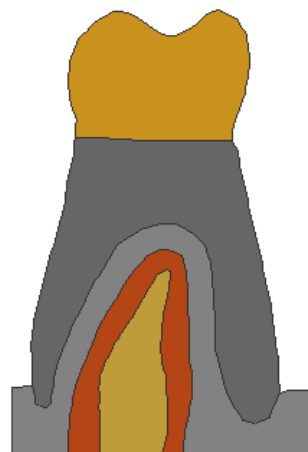


FIGURA 08

- Dente: resina e cúspide com 30°
e rebordo alveolar em lâmina de faca

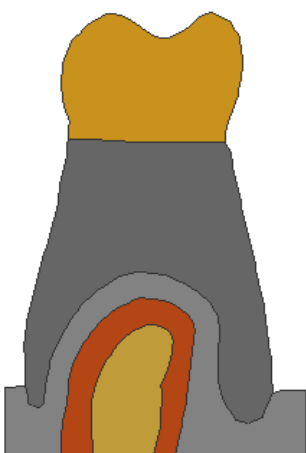


FIGURA 09

- Dente com e cúspide de 30° e
rebordo alveolar baixo e convexo

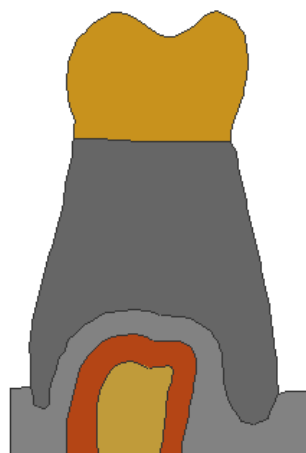


FIGURA 10

- Dente com cúspide de 30°
e rebordo alveolar involuído

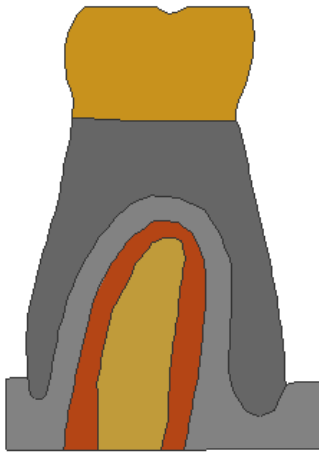


FIGURA 11

- Dente com cúspide de 0^0 e
rebordo alveolar alto e convexo

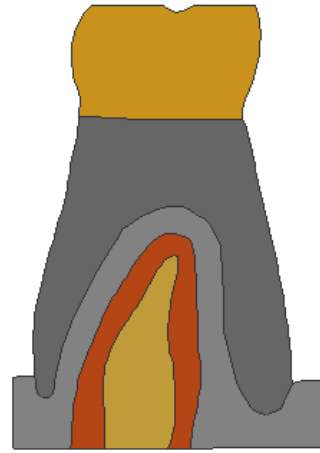


FIGURA 12

- Dente com cúspide de 0^0
e rebordo alveolar em lâmina de
faca

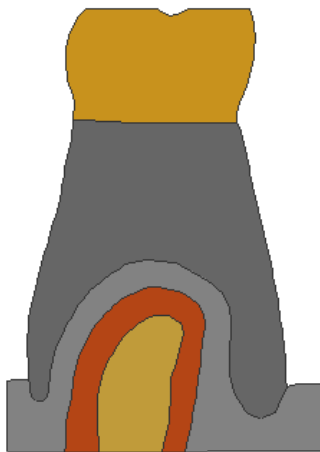


FIGURA 13

- Dente com cúspide de 0^0 e
rebordo alveolar baixo e convexo

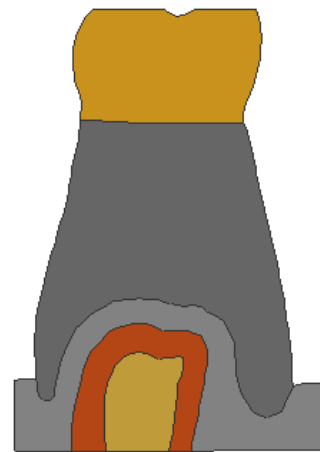


FIGURA 14

- Dente com cúspide de 0^0
rebordo alveolar envolvido

O material de cobertura sofreu variações, sendo utilizados a resina e a porcelana como materiais selecionados para o estudo.

Após a fase preliminar da geometria dos modelos, houve a divisão em um número finito de elementos (malha), assim como a imposição das condições de contorno (cargas e vínculos), feito pelo programa GID. As informações conseguidas através das propriedades mecânicas e a posição espacial de cada elemento (coordenadas dos nós e conectividades) foram transformadas em dados numéricos, que alimentou o programa computacional e que as processaram (Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22). Os modelos com cúspides em 30 graus tiveram 2973 elementos e 5706 nós, enquanto os modelos com 0 grau tiveram 2944 elementos e 5650 nós.

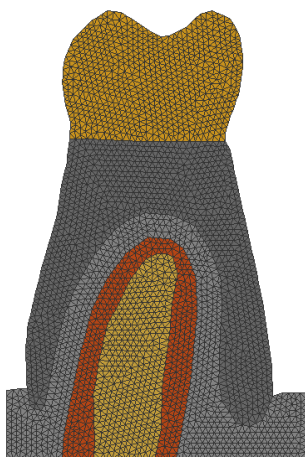


FIGURA 15: Malha do dente artificial com cúspide a 30° e rebordo alveolar alto e convexo

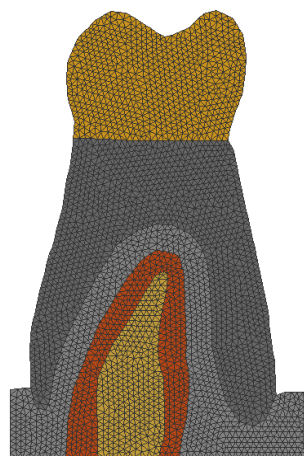


FIGURA 16: Malha do dente artificial com cúspide a 30° e rebordo alveolar em lâmina de faca

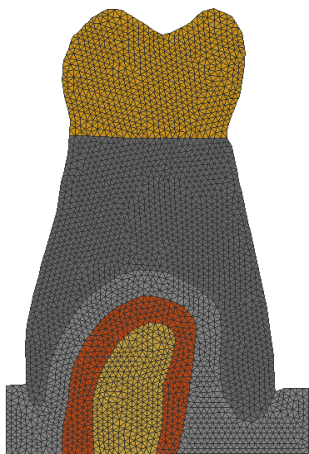


FIGURA 17: Malha do dente artificial com cúspide a 30° e rebordo alveolar baixo e convexo

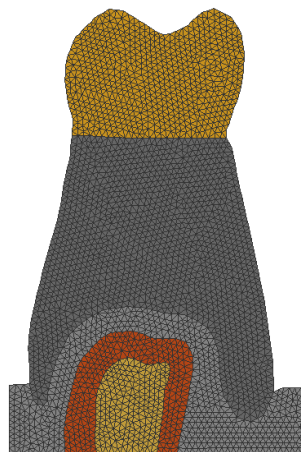


FIGURA 18: malha do dente artificial com cúspide a 30° e rebordo alveolar involuído

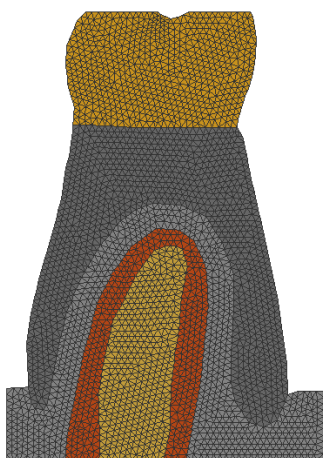


FIGURA 19: Malha do dente com cúspide a 0° e rebordo alveolar alto e convexo

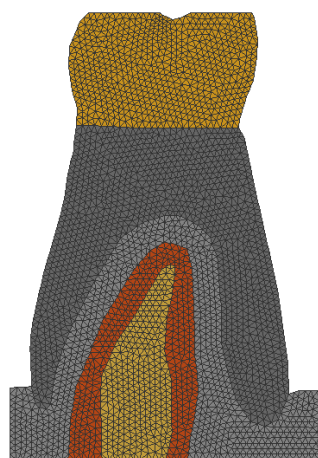


FIGURA 20: Malha do dente com cúspide a 0° e rebordo alveolar em lâmina de faca

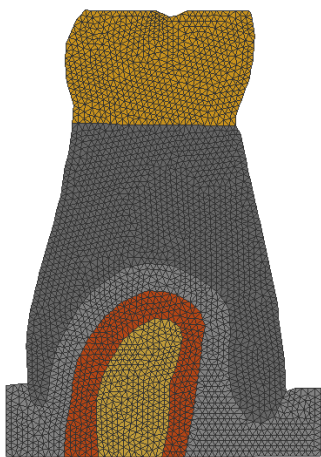


FIGURA 21: Malha do dente com cúspide a 0° e rebordo alveolar baixo e convexo

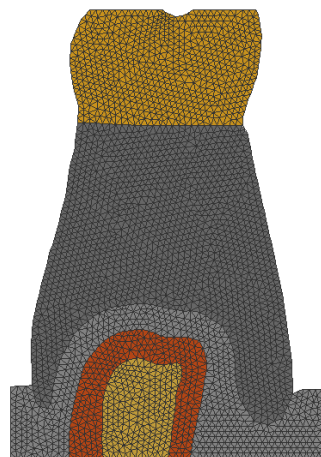


FIGURA 22: Malha do dente com cúspide a 0° e rebordo alveolar involuído

Aplicação da Carga

Na oclusão convencional foi aplicada uma carga pontual de 25N incidindo sobre a cúspide vestibular e uma de 25N (Figura 23) na região de fundo de sulco principal dos modelos referentes às figuras 7, 8, 9 e 10; na lingualizada foi aplicada uma carga pontual de 50N apenas no sulco principal (Figura 24) das mesmas figuras citadas para a oclusão convencional, e na oclusão monoplana a carga de 50N foi uniformemente distribuída sobre a superfície oclusal (Figura 25) dos modelos referentes às figuras 11, 12, 13 e 14. O valor de 50 N utilizado foi obtido na literatura¹⁴ como sendo o valor de força de mordida do paciente edentado total. As Figuras 23, 24 e 25 referem-se a localização de aplicação da força oclusal nos modelos com oclusão convencional, lingualizada e monoplana



FIGURA 23- Convencional

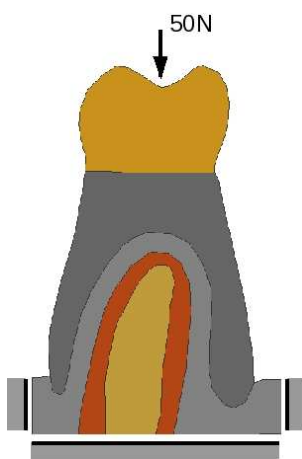


FIGURA 24- Lingualizada

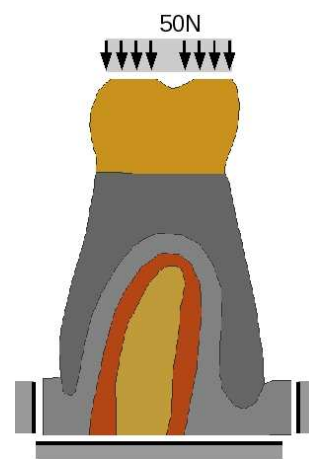


FIGURA 25- Monoplana

Material de cobertura dos dentes

Para todos os esquemas oclusais e em todas condições de reabsorção do rebordo alveolar as simulações de aplicação de forças foram realizadas sob duas condições de material de cobertura dos dentes artificiais: resina e porcelana.

Tipos de tensões observadas

Para a análise do comportamento mecânico de um corpo sob carregamento, é necessário o conhecimento do estado de tensão em todos os seus pontos materiais. Neste estudo as tensões foram verificadas através de dois critérios, pelas tensões de Von Mises e pelas tensões verticais

Regiões utilizadas para a análise comparativa

As regiões analisadas nos modelos bidimensionais, para uma análise comparativa, foram as regiões correspondentes à crista do rebordo alveolar (mucosa e osso) e vertentes vestibular e lingual (mucosa e osso)

Resumo da metodologia

Para a análise com o método dos elementos finitos os modelos tiveram as seguintes variações:

- os dentes artificiais receberam duas formas, uma cúspide com inclinação de 30° e outro com cúspide em 0° ;

- para cada angulação quatro condições de rebordo alveolar foram utilizados: alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído;
- a oclusão lingualizada e convencional foram simuladas nos modelos com dentes de 30 graus e a oclusão monoplana nos modelos com cúspide em 0 grau;
- os dentes artificiais utilizados foram a resina e a porcelana;
- as regiões analisadas, foram as regiões correspondentes à crista do rebordo alveolar (mucosa e osso) e vertentes vestibular e lingual (mucosa e osso).

Resultado

Os resultados da pesquisa foram obtidos pelo programa de pós-processamento GID através de dois critérios: Tensões de Von Mises e Tensões Verticais.

As Figuras de 26 a 28 apresentam as tensões de Von Mises para os três tipos de oclusão estudados (OC, OL, OP), nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar (alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído) para dentes de resina. Nestas figuras observa-se para cada condição um “esquema de pós-processamento” feito pelo programa GID representativo de um corte frontal da região de primeiro molar de uma prótese total inferior e do rebordo alveolar que a sustenta (A, B, C e D para todas as figuras). Associado e ampliado, em uma escala de maior sensibilidade, é apresentado um detalhe do esquema de pós-processamento apenas do rebordo relacionado a cada condição (A', B', C' e D' para todas as figuras).

As Figuras de 29 a 31 apresentam as Tensões de Von Mises para os três tipos de oclusão estudados (OC, OL, OP), nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar (alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído) para dentes de porcelana. Nestas figuras observa-se para cada condição um “esquema de pós-processamento” feito pelo programa GID representativo de um corte frontal da região de primeiro molar de uma prótese total inferior e do rebordo alveolar que a sustenta (A, B, C e D para todas as figuras). Associado e ampliado, em uma escala de maior sensibilidade, é apresentado um detalhe do esquema de pós-processamento apenas do rebordo relacionado a cada condição (A', B', C' e D' para todas as figuras).

As Figuras de 32 a 34 apresentam as tensões verticais para os três tipos de oclusão estudados (OC, OL, OP), nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar (alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído) para dentes de resina. Nestas figuras observa-se para cada condição um “esquema de pós-processamento” feito pelo programa GID representativo de um corte frontal da região de primeiro molar de uma prótese total inferior e do rebordo alveolar que a sustenta (A, B, C e D para todas as figuras). Associado e ampliado, em uma escala de maior sensibilidade, é apresentado um detalhe do esquema de pós-processamento apenas do rebordo relacionado a cada condição (A', B', C' e D' para todas as figuras).

As Figuras de 35 a 37 apresentam as tensões verticais para os três tipos de oclusão estudados (OC, OL, OP), nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar (alto e convexo, lâmina de faca, baixo e convexo, e involuído) para dentes de porcelana. Nestas figuras observa-se para cada condição um “esquema de pós-processamento” feito pelo programa GID representativo de um corte frontal da região de primeiro molar de uma prótese total inferior e do rebordo alveolar que a sustenta (A, B, C e D para todas as figuras). Associado e ampliado, em uma escala de maior sensibilidade, é apresentado um detalhe do esquema de pós-processamento apenas do rebordo relacionado a cada condição (A', B', C' e D' para todas as figuras).

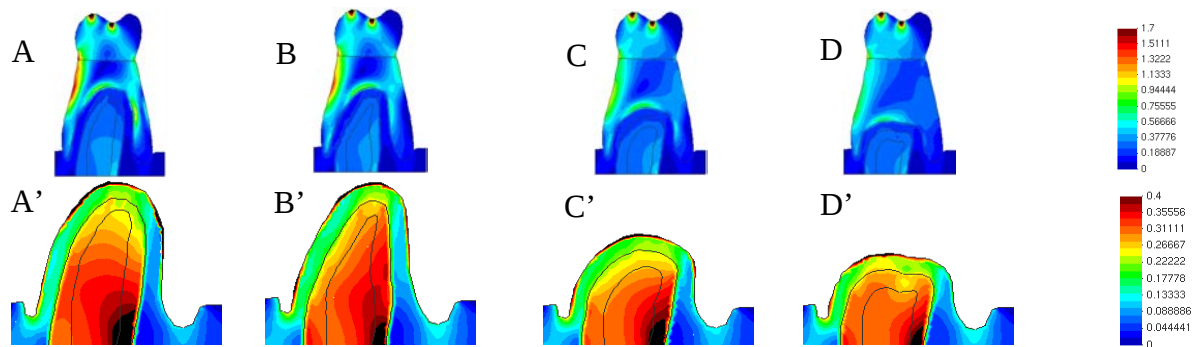


FIGURA 26. Tensões de Von Mises (MPa) para OC nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

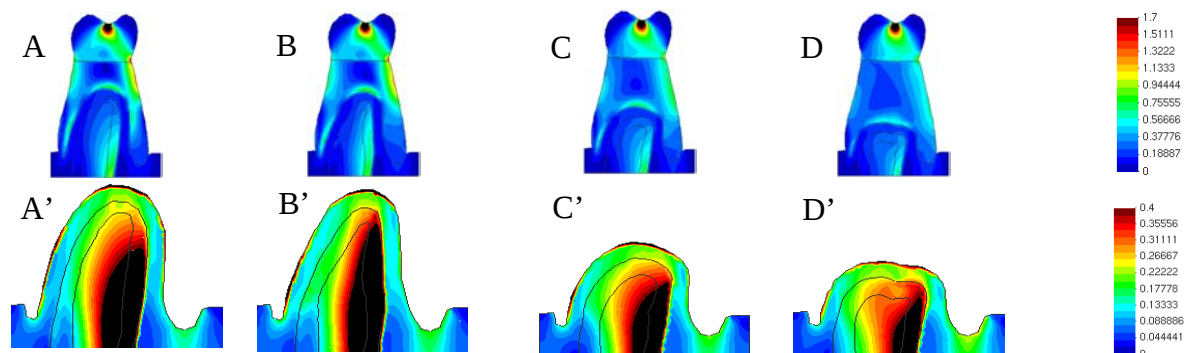


FIGURA 27. Tensões de Von Mises (MPa) para OL nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D' – involuído.

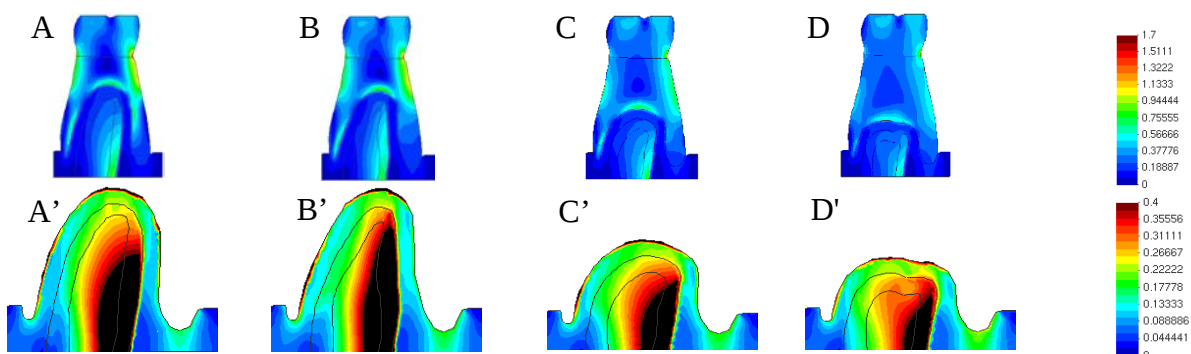


FIGURA 28. Tensões de Von Mises (MPa) para OP nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

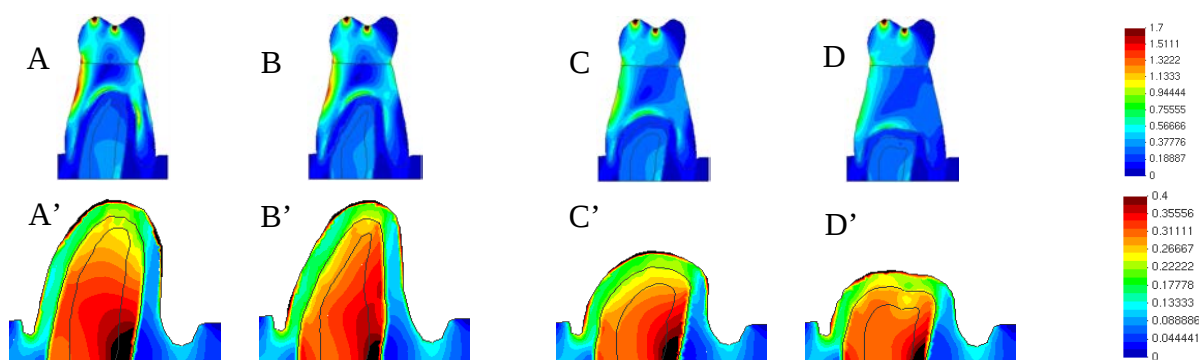


FIGURA 29. Tensões de Von Mises (MPa) para OC nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

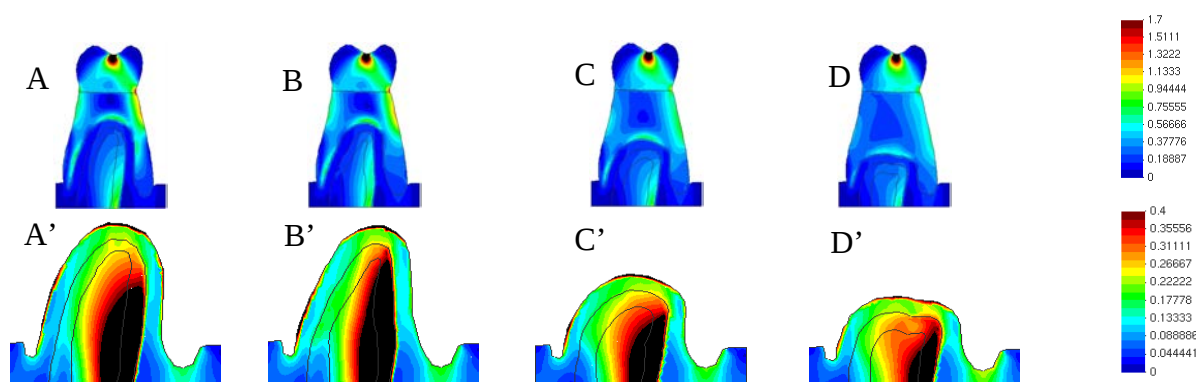


FIGURA 30. Tensões de Von Mises (MPa) para OL nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

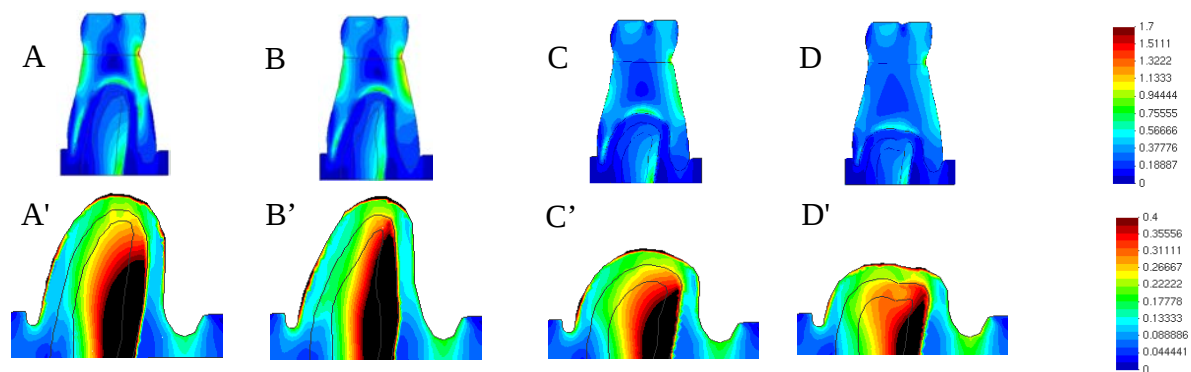


FIGURA 31. Tensões de Von Mises (MPa) para OP nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

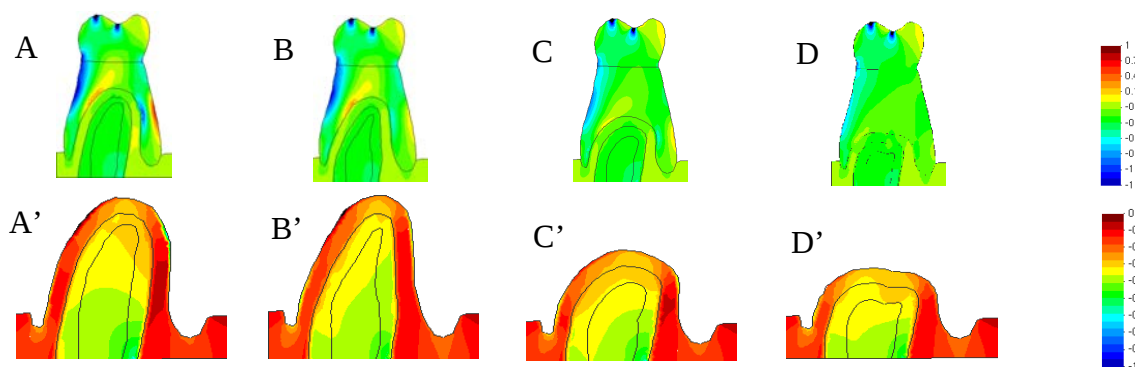


FIGURA 32. Tensões Verticais (MPa) para OC nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

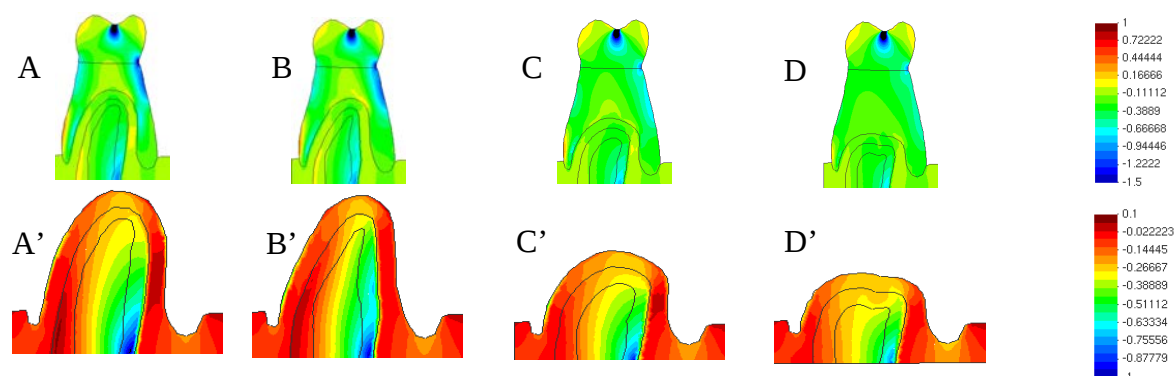


FIGURA 33. Tensões Verticais (MPa) para OL nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

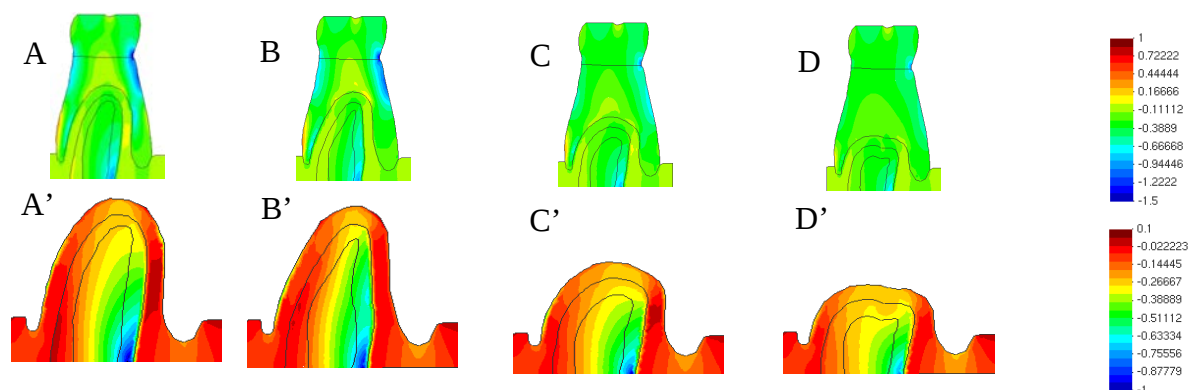


FIGURA 34. Tensões Verticais (MPa) para OP nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de resina. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

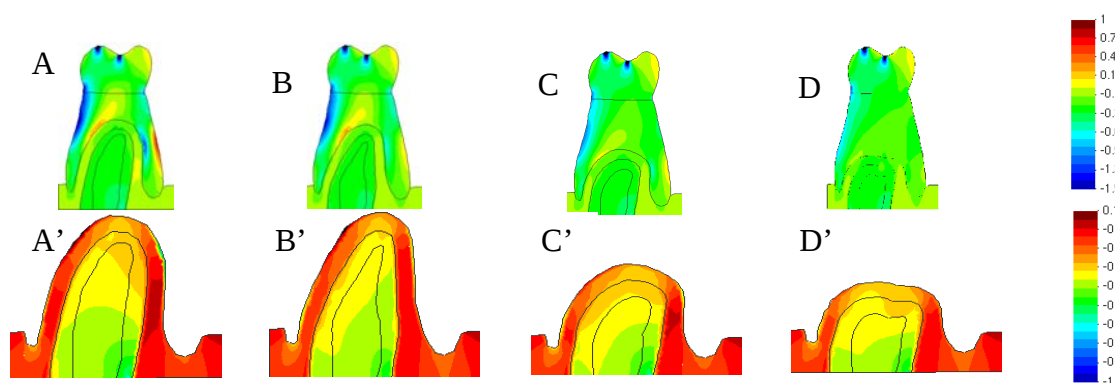


FIGURA 35. Tensões Verticais (MPa) para OC nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

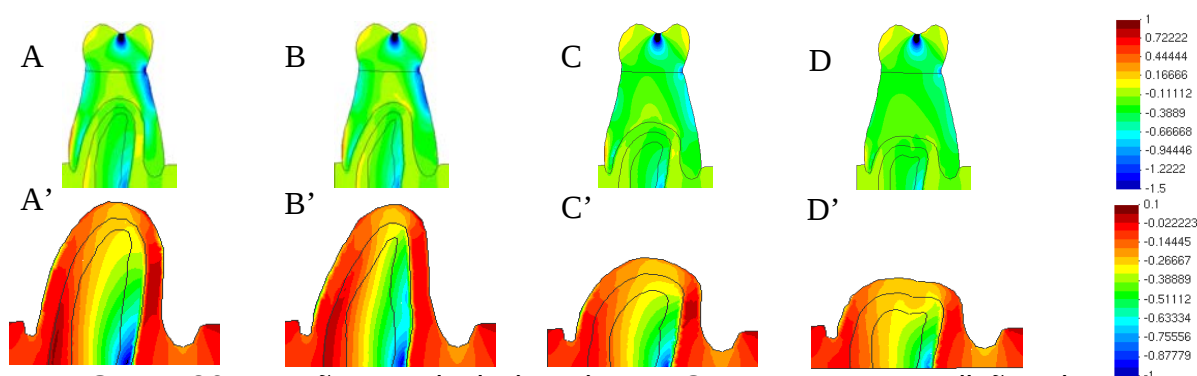


FIGURA 36. Tensões Verticais (MPa) para OL nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

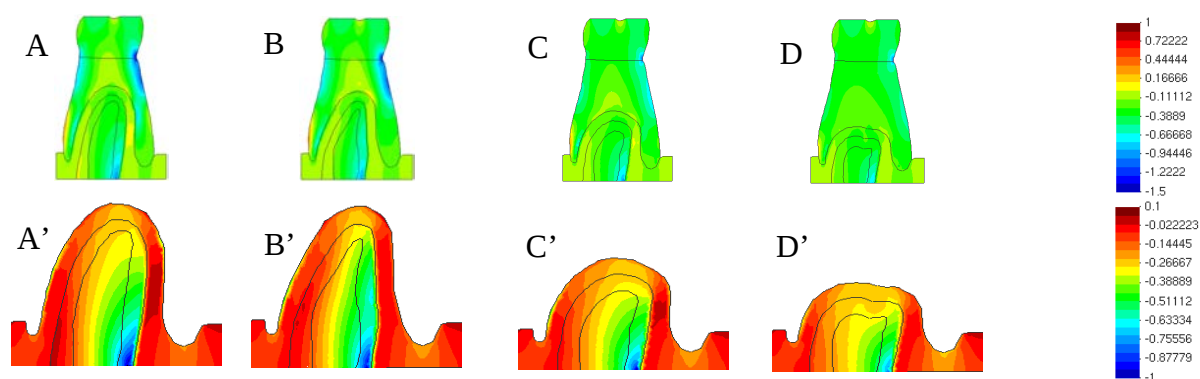


FIGURA 37. Tensões Verticais (MPa) para OP nas quatro condições de reabsorção do rebordo alveolar para dentes de porcelana. A, A'- alto e convexo; B, B'- lâmina de faca; C, C'- baixo e convexo e, D, D'- involuído.

Discussão

Para a análise do comportamento mecânico de um sólido sob carregamento, é necessário o conhecimento do estado de tensão em todos os seus pontos materiais. O estado de tensão de qualquer ponto material é caracterizado pelas tensões normais e de cisalhamento que atuam em planos ortogonais entre si, totalizando seis distintas componentes de tensão.

Segundo um sistema de referência ortogonal (x,y,z) , o estado de tensão é estabelecido pelas tensões normais σ_x , σ_y e σ_z , que atuam segundo as direções do sistema de referência, juntamente com as tensões de cisalhamento τ_{xy} , τ_{xz} e τ_{yz} , que atuam tangencialmente ao planos de referência. O estado de tensões em qualquer ponto depende do carregamento e das vinculações impostas ao corpo, já que devem ser compatíveis com as condições de equilíbrio com as forças externas, sejam elas provenientes do carregamento aplicado ou das reações nos vínculos.

O método dos elementos finitos (MEF) é uma das ferramentas computacionais mais empregadas para estimar o estado de tensões em elementos estruturais. A análise do grau de segurança de um elemento consiste em averiguar se o estado de tensão necessário para estabelecer o equilíbrio com as cargas é compatível com o limite de resistência do material. Se as tensões excederem esse limite, o material falhará, podendo produzir ruptura do elemento. Naturalmente, esse limite de resistência é uma propriedade intrínseca de cada material. Para os materiais classificados como frágeis, ou seja, que rompem com pequenas deformações, geralmente a falha ocorre quando a máxima tensão normal alcança o limite de resistência

correspondente. O valor da máxima tensão normal em um ponto pode ser calculado a partir das seis componentes de tensão mencionadas anteriormente¹¹.

No caso de alguns materiais dúcteis, nos quais a ruptura ocorre após grandes deformações, é mais apropriado utilizar um critério de resistência que limite a tensão de cisalhamento octaédrica (ou a energia de distorção), ao invés da máxima tensão normal. Essa tensão de cisalhamento octaédrica corresponde à tensão equivalente de Von Mises, e também pode ser calculada a partir das seis componentes do estado de tensão¹¹. Outros critérios existentes podem ser usados ou até mesmo estabelecidos em função das características do material em estudo.

O MEF tem sido utilizado para avaliar a distribuição de stress no osso alveolar sob próteses totais^{3,14,43}. No presente trabalho os estados de tensão puderam ser obtidos pelo método dos elementos finitos, para os diferentes casos e materiais estudados. Os estudos comparativos entre os casos abordados foram baseados nas tensões proporcionadas pelos carregamentos. Escolheram-se duas informações obtidas do estado de tensões para esses estudos. Uma delas é a tensão equivalente de Von Mises, regularmente utilizada nos trabalhos observados na literatura odontológica^{3,4,5,7,14,30,38,43,59}. Posto que essa tensão equivalente não permite a distinção entre situações de compressão e de tração, optou-se também pela componente do estado de tensão correspondente à tensão normal vertical (σ_y). Essa escolha é decorrente do fato de que são as tensões verticais as que predominam para equilibrar a força vertical exercida sobre a superfície oclusal. A escolha desta componente normal permite distinguir as regiões tracionadas (com valores positivos de

tensão) das comprimidas (com valores negativos). Esse último aspecto enriquece bastante a análise, já que a tração e a compressão são atores de destaque na remodelação do tecido ósseo, embora a reabsorção do rebordo alveolar em pessoas edentadas seja um processo lento e contínuo, de fisiopatologia não totalmente esclarecida³⁸.

Paralelamente ao processo natural de reabsorção do rebordo alveolar edentado, observa-se indícios pela literatura odontológica que este processo é potencializado pela utilização de próteses totais²⁹. A reabsorção decorrente do uso destas próteses pode ter origem em estresses compressivos induzidos pela mesma, os quais interferindo com o suprimento sanguíneo do tecido ósseo, além de seus limites fisiológicos, causariam a reabsorção³⁸. Entretanto, não se conhece qual a quantidade de stress necessário para tal. Assim, análises qualitativas e comparativas de estresses gerados no rebordo alveolar, decorrentes de situações diversas, são de grande importância para o tema.

No presente estudo três diferentes esquemas oclusais para próteses totais em quatro diferentes condições de reabsorção do rebordo alveolar foram estabelecidos como condições a serem analisadas. Os estados de tensão decorrentes dos esquemas oclusais e condições de reabsorção do rebordo alveolar foram obtidos considerando-se a condição de próteses totais com dentes de resina ou porcelana.

Em uma análise inicial dos resultados obtidos para as tensões de Von Mises, nas próteses e rebordos (Figuras 26 a 31, letras A, B, C e D), observa-se que a força aplicada gerou – como era de se esperar - stress em todos os grupos estudados, para todas as condições, tanto para os dentes de resina como para os de porcelana. Também pode ser observado nestas mesmas

figuras que, de um modo geral, as áreas de maior stress (cores quentes) ficaram confinadas na região da prótese. Isto provavelmente ocorreu em decorrência da absorção de forças pelo material da base da prótese, já que a resina possui a característica de reduzir acentuadamente o nível de stress decorrente de uma carga aplicada⁵⁹, limitando assim o stress na região de suporte. Deve ser observado que, mesmo nos casos de rebordo alveolar alto e convexo (Figuras 26 a 31, letra A), onde a camada de resina entre o dente e o rebordo era menor, as áreas de maior stress ficaram confinadas na prótese. Adicionalmente deve ser considerado o papel da mucosa nesta amortização de forças. Assunção e colaboradores⁴ observaram, através do MEF, que o stress nos tecidos de suporte decresce quando a espessura e resiliência da mucosa aumentam. Embora neste estudo a mucosa tenha sido definida como tendo uma espessura uniforme de 2,0 mm para todos os casos, certamente também colaborou para a diminuição do stress sobre o tecido ósseo.

Provavelmente em função do mesmo mecanismo pelo qual resina e mucosa atuaram na absorção do stress, impedindo maiores tensões na área de tecido ósseo, também atuaram para compensar os diferentes módulos de elasticidade entre os dentes de resina e os de porcelana, já que uma comparação entre as figuras 26 e 29 (OC); 27 e 30 (OL) e, 28 e 31 (OP), demonstra não haver diferenças entre as tensões de Von Mises obtidas para as próteses com dentes de resina e as obtidas para as próteses com dentes de porcelana. Assim, em função desta igualdade, as análises a serem ainda realizadas neste trabalho passarão a considerar somente os mapas de stress obtidos para os dentes de resina, seja para as tensões de Von Mises, seja para as tensões verticais.

Particularizando as análises, interessante é a comparação das tensões de Von Mises entre o grupo OL e o grupo OP. A análise das áreas de stress entre as Figuras 27A e 28A; 27B e 28B; 27C e 28C e, 27D e 28D demonstra que as tensões ocorridas na área das próteses foram diferentes entre estes dois grupos estudados. Enquanto que no grupo OL observa-se áreas de stress de maior intensidade localizadas, principalmente na região de sulco central do primeiro molar, o grupo OP apresenta áreas de stress de intensidade menor, distribuídas pelas próteses. Certamente este padrão é decorrente do modo pelo qual o carregamento da carga de 50 N foi executado em cada um destes grupos, já que no grupo OL o carregamento foi localizado em um ponto único, na região do sulco central e, no grupo OP, a carga foi distribuída igualmente por toda superfície oclusal. Por outro lado, ao observar-se as áreas de stress da região de tecido ósseo, entre as mesmas figuras, nota-se serem as mesmas fundamentalmente iguais, ou seja, embora o carregamento da carga de 50 N tenha sido realizado diferentemente entre os dois grupos, em função de suas características de contato oclusal e, ainda, embora a distribuição de stress na áreas das próteses tenha seguido um padrão diferente entre os dois grupos, não existiu diferença na distribuição ou intensidade do stress nos rebordos alveolares. Isto certamente ocorreu em função da resultante da força aplicada no grupo OL ser igual à resultante da força aplicada no grupo OP.

Kawasaki et al.³⁰ pesquisando o relacionamento entre a distribuição de stress e a forma do rebordo alveolar residual através do método dos elementos finitos tridimensional concluiu que a forma do rebordo alveolar e a localização de aplicação da força têm grande influência na distribuição do stress. Os resultados obtidos no presente estudo, relativos aos grupos OL e OP, são

concordes com a conclusão de Kawasaki et al quando observa-se as áreas de stress das próteses, porém discordes quando se analisa as áreas dos rebordos alveolares.

A semelhança entre o grupo OL e o grupo OP na distribuição de tensões nas áreas de tecido ósseo é melhor visualizada pela comparação dos mapas individuais de stress referentes aos rebordos alveolares, ou seja, pela comparação entre as figuras 27A' e 28A'; 27B' e 28B'; 27C' e 28C' e, 27D' e 28D'. Embora no que diz respeito à transmissão de tensões ao rebordo alveolar a semelhança entre o grupo OL e o grupo OP possa induzir a um entendimento de que seja indiferente, na clínica de próteses totais, a utilização de um esquema oclusal lingualizado ou monoplano, uma análise mais criteriosa impõe algumas reflexões sobre o assunto.

Assim, Hickey et al.²³ comentaram que, em função da menor área de contato, uma menor força mastigatória é requerida para penetrar os alimentos quando os dentes possuem cúspides do que quando não possuem (dentes com cúspides de 0°). Desta maneira, na alimentação diária da vida real, uma oclusão monoplano exigiria maior força mastigatória do que a oclusão lingualizada para a mastigação de um mesmo alimento. É coerente o raciocínio de que, se uma mesma intensidade de força foi aplicada aos dois esquemas oclusais gerando áreas de stress semelhantes nos rebordos alveolares, uma força maior aplicada a um deles geraria áreas de stress de maior intensidade no rebordo alveolar.

No que diz respeito às tensões verticais, todos os fatores comentados até o momento também se aplicam a elas, ou seja, uma análise das figuras de 32 a 37 indica que as áreas com maiores tensões verticais ficaram confinadas

à prótese, que a comparação entre as figuras 32 e 35; 33 e 36 e, 34 e 37 demonstra não haver diferença nas áreas de tensões verticais quando o dente artificial é de resina ou porcelana e que o grupo OL (figuras 33A e 33A'; 33B e 33B'; 33C e 33C'e, 33D e 33D') e o Grupo OP (figuras 34A e 34A'; 34B e 34B'; 34C e 34C'e, 34D e 34D') apresentaram o mesmo comportamento na distribuição das tensões verticais, tanto na área da prótese como na área do rebordo alveolar. Observa-se, entretanto, que em todos os mapas de tensões verticais relativos aos rebordos alveolares existe a predominância de áreas com tensões de valores negativos, correspondentes compressão. A presença somente de áreas de compressão está em concordância com Ortman⁴⁶, o qual comenta não ser possível produzir tração em nenhum nível em um rebordo alveolar se não houver a presença de raízes para receber uma força.

Tendo sido observado não existir diferenças na distribuição de forças para o rebordo alveolar entre os grupos OL e OP, torna-se fundamental compará-los ao grupo OC. Em uma observação inicial das tensões de Von Mises do grupo OC (Figura 26) nota-se que, de maneira semelhante ao ocorrido com o grupo OL (Figura 27), houve uma concentração de stress nas próteses, principalmente nas regiões de carregamento, mais especificamente na cúspide vestibular e no sulco central do dente artificial, já que a carga de 50N foi dividida em duas cargas de 25N as quais foram aplicadas nestas regiões.

Já a observação das tensões de Von Misses nas áreas de rebordo alveolar do grupo OC (figuras 26A', 26B', 26C' e 26D') em relação às dos grupos OL e OP (figuras 27A', 27B', 27C' e 27D' e figuras 28A', 28B', 28C' e 28D', respectivamente) demonstra as seguintes diferenças marcantes: 1.

Diferentes padrões de disposição de áreas com diferentes intensidades de stress – enquanto que no grupo OC existe uma tendência das áreas com diferentes intensidades de stress organizarem-se em faixas horizontalizadas, nos grupos OL e OP esta tendência é de organização verticalizada; 2. Diferentes padrões de direcionamento na intensidade de distribuição de stress – enquanto que no grupo OC a intensidade do stress aumenta da crista de rebordo para o osso esponjoso, nos grupos OL e OP aumenta de vestibular para a lingual e, 3. Tamanho das áreas com diferentes intensidades de stress – Os grupos OL e OP apresentam maiores áreas com maior intensidade de stress do que o grupo OC.

Quando se analisa as tensões verticais nas áreas de rebordo alveolar do grupo OC (Figuras 32A', 32B', 32C' e 32D') em relação às dos grupos OL e OP (Figuras 33A', 33B', 33C' e 33D' e figuras 34A', 34B', 34C' e 34D', respectivamente) nota-se que os padrões gerais observados para as tensões de Von Mises repetem-se para as tensões verticais, as quais foram fundamentalmente de compressão.

Assim, também para as tensões verticais, foram evidenciadas três diferenças marcantes na comparação do grupo OC com os grupos OL e OP: 1. Diferentes padrões de disposição de áreas com diferentes intensidades de compressão – enquanto que no grupo OC existe uma tendência das áreas com diferentes intensidades de compressão organizarem-se em faixas horizontalizadas, nos grupos OL e OP esta tendência é de organização verticalizada; 2. Diferentes padrões de direcionamento na intensidade de distribuição da compressão – enquanto que no grupo OC a intensidade da compressão aumenta da crista de rebordo para o osso esponjoso, nos grupos

OL e OP aumenta de vestibular para a lingual e, 3. Tamanho das áreas com diferentes intensidades de compressão – Os grupos OL e OP apresentam maiores áreas com maior intensidade de compressão do que o grupo OC.

Torna-se importante para a interpretação destes dados o fato de que, com o processo de reabsorção do osso alveolar, a largura do arco maxilar edentado diminui e a largura do arco mandibular edentado aumenta²⁸. Em outras palavras, a reabsorção óssea na maxila é centrípeta, ocorrendo de vestibular para lingual, enquanto que na mandíbula é centrífuga, ocorrendo de lingual para vestibular. A tendência, nos grupos OL e OP, da distribuição das áreas de compressão estar organizada em faixas verticalizadas, com padrões de direcionamento da intensidade da compressão aumentando de vestibular para a lingual, faz com que as áreas com maiores intensidades de compressão nestes grupos estejam localizadas na região lingual do rebordo alveolar inferior, região esta responsável pelo padrão de reabsorção centrífuga mandibular. Adicionalmente, como agravante, observa-se que as áreas de maior intensidade de compressão são maiores nos grupos OL e OP do que o grupo OC.

Obviamente, pelo fato de não se conhecer os limites da intensidade de tensões que levariam à reabsorção do rebordo alveolar, não é possível afirmar-se que esta maior concentração de tensões compressivas na região lingual do rebordo alveolar inferior, decorrente dos contatos oclusais dos esquemas OL e OP, poderia gerar alguma reabsorção óssea. Por outro lado, comparativamente, o padrão de distribuição de tensões verticais apresentado pelo grupo OC parece apresenta-se como mais favorável à distribuição das forças geradas pelo contato dentário.

Nishigawa et al.⁴³ pesquisando através do método dos elementos finitos o efeito do posicionamento vestibulo-lingual dos dentes artificiais posteriores observou, em três posições de carregamento das forças oclusais localizadas por lingual da crista de rebordo inferior que a área de maior concentração de stress foi a região da crista de rebordo. Estes dados diferem dos resultados por nós obtidos para todos os grupos estudados. Diferenças relativas à geometria do modelo e posicionamento dos carregamentos são explicações possíveis para estas diferenças.

Ao analisar-se os resultados do presente estudo deve ser considerado que em análises in vitro a simulação de problemas reais apresentam uma inerente limitação para acuradamente reproduzir as propriedades e características das estruturas in vivo⁷. A geometria adotada para os modelos computacionais, por exemplo, levou em consideração uma situação ideal de relacionamento dos dentes artificiais em relação à crista do rebordo alveolar inferior, nem sempre possível na clinica diária. Ainda, deve ser considerado que os mapas de estresses foram obtidos com uma força de 50N, correspondente à força de mordida de indivíduos edentados, porém em uma posição estática. A dinâmica da utilização de próteses totais por indivíduos edentados, certamente, é muito mais complexa.

Conclusão

Com base nos resultados observados, e dentro das limitações deste estudo in vitro, concluiu-se que:

1. Todos os esquemas oclusais estudados transmitiram stress (tensões de Von Mises) e compressão (tensões verticais) para os rebordos alveolares inferiores;
2. As tensões verticais observadas nos rebordos alveolares inferiores foram somente de compressão, não sendo observadas de tração;
3. O esquema oclusal convencional apresentou nos rebordos alveolares inferiores um padrão de distribuição de stress (tensões de Von Mises) e de compressão (tensões verticais) em faixas horizontalizadas, enquanto que os esquemas oclusais lingualizado e monoplano em faixas verticalizadas;
4. O esquema oclusal convencional apresentou nos rebordos alveolares inferiores um padrão de distribuição de intensidade de stress (tensões de Von Mises) e de compressão (tensões verticais) que aumenta da crista do rebordo alveolar para o osso esponjoso, enquanto que os esquemas oclusais lingualizado e monoplano um padrão que aumenta de vestibular para lingual;
5. Os diferentes níveis de reabsorção do rebordo alveolar inferior não interferiram nas intensidades ou padrões de distribuição do stress (tensões de Von Mises) e compressão (tensões verticais) observados;

6. O material de confecção dos dentes artificiais – porcelana ou resina - não influenciou a distribuição ou a intensidade do stress (tensões de Von Mises) ou da compressão (tensões verticais) nos rebordos alveolares inferiores.

Referências

1. Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontics terms (GPT-7). J Prosthet Dent 1999; 81: 41-110.
2. Appelbaum M. Plans of occlusion. Dent Clin North Am. 1984; 28:273-85.
3. Assunção W G, Tabata L F, Barão V A R, Rocha E P. Comparison of stress distribution between complete denture and implant-retained overdenture-2D FEA. J Oral Rehabil. 2008; 35:766-74.
4. Assunção W G, Barão V A R, Tabata L F, Souza E A C, Gomes E A, Delben J A. Comparison between complete denture and implant-retained overdenture: effect of different mucosa thickness and resiliency on stress distribution. Gerodontology. 2009; 26: 273-81.
5. Ates M, Çilingir T, Sulun E, Sunbuloglu E, Bozdog E. The effect of occlusal contact localization on the stress distribution in complete maxillary complete. J Oral Rehabil. 2006; 33: 509-13.
6. Atwood D A. Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. J Prosthet Dent. 1963; 13: 811-24.

* De acordo com estilo Vancouver.

Disponível em: [http:// www. nlm. nih. gov/ bsd/ uniform_ requirements. html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

7. Barão V A, Assunção W G, Tabata L F, Delben J A, Gomes E A, De Souza E A, et al. Finite element analysis to compare complete denture and implant-retained overdentures with different attachments systems. *J Craniofac Surg.* 2009; 20: 1066-71
8. Basso M F M, Nogueira S S, Arioli-Filho J N. Comparison of the occlusal vertical dimension after processing complete dentures made with lingualized balanced occlusion and conventional balanced occlusion. *J Prosthet Dent.* 2006; 96: 200-4.
9. Beck H O. Occlusion as related to complete removable prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 1972; 27(3): 247-56.
10. Becker C M, Swoope C C, Guckes AD. Lingualized occlusion for removable prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 1977; 38: 601-8.
11. Beer, FP. Resistência dos materiais. São Paulo: McGraw-Hill; 2006.
12. Brudvik J S, Howell P G T. Evaluation of eccentric occlusal contacts in complete denture. *Int J Prosthodont.* 1990; 3: 146-57.
13. Carlsson G E. Masticatory efficiency: the effect of age, the loss of teeth and prosthetic rehabilitation. *Int Dent J.* 1984; 34: 93-7.
14. Chowdhary R, Lekha K, Patil N P. Two-dimensional finite element analysis on stresses developed in the supporting tissues under complete

- dentures using teeth with different cusp angulations. *Gerodontology*. 2008; 25: 155-61.
15. Clough H E, Knodle J M, Leeper S H, Pudwill M L, Taylor D T. A comparison of lingualized occlusion and monoplane occlusion in complete dentures. *J Prosthet Dent*. 1983; 50: 176-9.
16. Curtis T A, Langer Y, Curtis D A, Carpenter R. Occlusal considerations for partially or completely edentulous skeletal class II patients. Part II: treatment concepts. *J Prosthet Dent*. 1988; 60: 334-42.
17. Darbar U R, Huggett R, Harrison A, Williams K. Finite element analysis of stress distribution at the tooth-denture base interface of acrylic resin teeth debonding from the denture base. *J Prosthet Dent*. 1995; 74: 591-4.
18. Davies S J, Gray R M J, McCord J F. Good occlusal practice in removable prosthodontics. *Br Dent J*. 2001; 191: 491-50.
19. Dubajska A M, White G E, Pasiek S. The importance of occlusal balance in the control of complete denture. *Quintessence Int*. 1998; 29: 389-94.
20. Folz S, Byars B. Lingualized bilateral balanced occlusion complete dentures constructed on fixed articulators. *Tex Dent J*. 1981; 99: 12-7.

21. Grubwieser G, Flatz A, Grunert I, Kofler M, Ulmer H, Gausch K. Quantitative analysis of masseter and temporalis EMGs: a comparison of anterior guided versus balanced occlusal concepts in patients wearing complete dentures. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:731-6.
22. Hanau R L. Articulation defined, analysed and formulated. *JADA.* 1926; 13: 1694-1708.
23. Hickey J C, Woefel J B, Alison M L, Boucher C O. Influence of occlusal schemes on the muscular activity of edentulous patients. *J Prosthet Dent.* 1963; 13: 444-51.
24. Inoue S, Kawano F, Nagao K, Matsumoto N. An in vitro study of the influence of occlusal scheme on pressure distribution of complete denture supporting tissues. *Int J Prosthodont.* 1996; 9:179-87.
25. Ivanhoue J R, Cibirka R M, Parr G R. Treating the modern complete denture patient: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2002; 88: 631-5.
26. Jacobson T E, Krol A J. A contemporary review of the factors involved in complete dentures. Part II: Stability. *J Prosthet Dent.* 1983; 49: 165-72.

27. Jameson W S. Linear occlusion: an alternative tooth form and occlusal concept as used in complete denture prosthodontics. *Gen Dent.* 2001; 49: 374-82.
28. Jorgensen E B. Sequelae of wearing complete denture. In: Baron EJ. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patient. St Louis: Mosby, 1997.
29. Jósefowicz, W. The influence of wearing dentures on residual ridges: a comparative study. *J Prosthet Dent.* 1970; 24: 137-44.
30. Kawasaki T, Takayama Y, Yamada T, Notani K. Relationship between the stress distribution and the shape of the alveolar residual ridge – three dimensional behaviour of a lower complete denture. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 950-57.
31. Komasa Y, Gonda Y. Application of lingual contact occlusion to complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing. *J Prosthet Dent.* 1996; 75: 475-8.
32. Koyama M, Inaba S, Yokoyama K. Quest for ideal occlusal patterns for complete dentures. *J Prosthet Dent.* 1976; 35:620-3.
33. Kamugai H, Watanabe T, Kobayashi K, Suzuki T, Nagao M. Incidence of occlusal contacts with complete dentures during mastication using a 6-

- channel telemetry system: preliminary measurements. *J Oral Rehabil.* 1999; 26: 918-22.
34. Kurth L E. Balanced occlusion. *J Prosthet Dent.* 1954; 4: 150-67.
35. Lambrecht J R, Kydd W L. A functional stress analysis of the maxillary complete denture base. *J Prosthet Dent.* 1962; 12: 865-72.
36. Lang B R. Complete denture occlusion. *Dent Clin North Am.* 1996; 40: 85-101.
37. Lang B R. Complete denture occlusion. *Dent Clin North Am.* 2004; 48: 641-65.
38. Maeda Y, Wood W W. Finite element method simulation of bone resorption beneath a complete denture. *J Dent Res.* 1989; 68: 1370-73.
39. Massad J J, Connelly M E. A simplified approach to optimizing denture stability with lingualized occlusion. *Compend Contin Educ Dent.* 2000; 21: 555-67.
40. Matsumaru Y. Influence of mandibular residual ridge resorption on objective masticatory measures of lingualized and fully bilateral balanced denture articulation. *J Prosthodont Res.* 2010; 54: 112-8.

41. Motwani B K, Sidhaye A B. The need of eccentric balance during mastication. *J Prosthet Dent.* 1990; 64: 689-90.
42. Murrel G A. The management of difficult lower dentures. *J Prosthet Dent.* 1974; 32: 243-50.
43. Nishigawa G, Matsunaga T, Maruo Y, Okamoto M, Natsuaki N. Finite element analysis of the effect of the bucco-lingual position of artificial posterior teeth under occlusal force on the denture supporting bone of the edentulous patient. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 646-52.
44. Ohguri T, Kawano F, Ichikawa T, Matsumoto N. Influence of occlusal scheme on the pressure distribution under a complete denture. *Int J Prosthodont.* 1999; 12: 353-58.
45. Olivieri F, Kang K, Hirayama H, Maness W L. New method for analyzing complete denture occlusion using the center of force concept: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 1998; 80: 519-23.
46. Ortman H R. Complete denture occlusion. *Dent Clin North Am.* 1977; 21: 299-320.
47. Parr G R, Ivanhoe J R. Lingualized occlusion. *Dent Clin North Am.* 1996; 40: 103-13.

48. Peroz I, Leuenberg A, Haustein I, Lange K P. Comparison between balanced occlusion and canine guidance in complete denture wearers – a clinical, randomized trial. *Quintessence Int.* 2003; 34: 607-12.
49. Phunthikaphadr T, Takahashi H, Arksornnukit M. Pressure transmission and distribution under impact load using artificial denture teeth made of different materials. *J Prosthet Dent.* 2009; 102: 319-27.
50. Prombonas A E, Vlissidis D S. Analysis of stress in complete upper dentures with flat teeth at differing inclinations. *Med Eng Phys.* 2009; 31: 314-9.
51. Rapp R. The occlusion and occlusal patterns of artificial posterior teeth. *J Prosthet Dent.* 1954; 4: 461-80.
52. Rehmann P, Balkenhol M, Wostmann B. Influence of the occlusal concept of complete dentures on patient satisfaction in the initial phase after fitting: bilateral balanced occlusion vs canine guidance. *Int J Prosthodont.* 2008; 21: 60-1.
53. Schmid-Schwap M, Rousson V, Vornwagner K, Heintze S D. Wear of two artificial tooth materials in vivo: a 12-month pilot study. *J Prosthet Dent.* 2009; 102: 104-14.
54. Srna M A, Kiausinis V, Filho O M, Yamada RN. Montagem dos dentes em prótese total. Oclusão lingualizada. Aspectos quanto à estabilidade e

à eficiência mastigatória nos casos de grande reabsorção óssea alveolar. Rev Odontol Univ St Amaro 2001; 6: 4-7.

55.Stansberry C J, Balanced occlusion in relation to lost vertical dimension. JADA. 1938; 25: 228-33.

56.Sutton A F, McCord J F. A randomized clinical trial comparing anatomic, lingualized, and zero-degree posterior occlusal forms for complete dentures. J Prosthet Dent. 2007; 97: 292-8.

57.Swoope CC, Kydd WL. The effect of cusp form and occlusal surface área on denture base deformation. J Prosthet Dent. 1966; 16: 34-43.

58.Tamaki S T, Gomes M A O, Tamaki T. Número de contatos em oclusão e articulação em prótese total. Rev Bras Odontol. 1991; 48: 40-6.

59.Teixeira M F, Ramalho S A, De Mattias S I A, Lehman R B. Finite element analysis of 2 immediate loading systems in edentulous mandible rigid and semirigid splinting of implants. Implant Dent 2010; 19: 39-49.

60.Trapozzano V R. Tests of balanced and nonbalanced occlusion. J Prosthet Dent. 1960; 10: 476-87.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 19 de abril de 2011.

LUCIANO PEDRIN CARVALHO FERREIRA